



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**16.07.2008 Patentblatt 2008/29**

(51) Int Cl.:  
**F28F 1/12** <sup>(2006.01)</sup> **F28F 19/06** <sup>(2006.01)</sup>  
**F28F 21/08** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **07000634.1**

(22) Anmeldetag: **12.01.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL BA HR MK RS**

(71) Anmelder: **Innospin AG**  
**5430 Wettingen (CH)**

(72) Erfinder:  
• **Scheidegger, Simon**  
**5210 Windisch (CH)**  
• **Tönnies Meyner, Christoph**  
**5200 Brugg AG (CH)**  
• **Mäckle, Frank**  
**5210 Windisch (CH)**

(74) Vertreter: **Rentsch & Partner**  
**Postfach 2441**  
**8022 Zürich (CH)**

(54) **Wärmetauscherrohre und Verfahren zur Herstellung von Wärmetauscherrohren**

(57) Bei einem Verfahren zur Herstellung von Wärmetauscherrohren, umfassend ein durchströmtes Rohr (8) mit einer Anzahl an einer Aussenwand (10) angeordneten Kühlrippen (2), wird das Rohr (8) auf einer Innen-

wand (9) und auf der Aussenwand (10) mit einer Oberflächenvergütung (4, 5) versehen, zwecks direkten Verlotens der Anzahl Kühlrippen (2) mit der Aussenwand (10) und zwecks Korrosionsbeständigkeit der Innenwand (9) gegenüber einem fluiden Medium im Rohr (8).

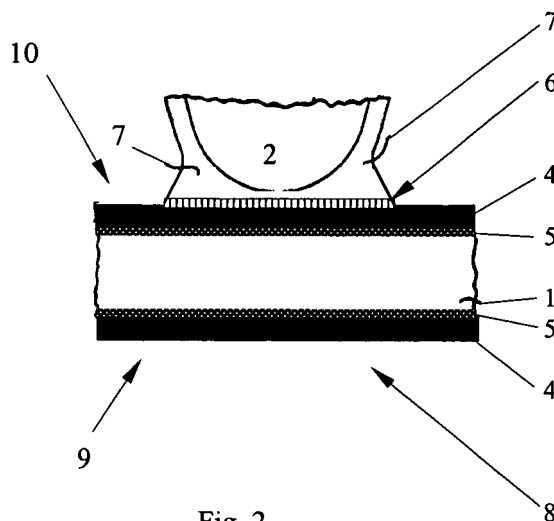


Fig. 2

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Thermodynamik. Sie betrifft Wärmetauscherrohre, umfassend ein durchströmtes Rohr mit einer Anzahl an einer Aussenwand angeordneten Kühlrippen und ein Verfahren zur Herstellung solcher Wärmetauscherrohre.

### Technologischer Hintergrund und Stand der Technik

[0002] Wärmetauscherrohre werden unter anderem bei luftgekühlten Kondensatoren in Kraftwerken, Kehr-richtverbrennungsanlagen, Heizkraftwerken und Industrieanlagen mit Energierückgewinnung eingesetzt. Solche bekannten, luftgekühlten Kondensatoren -im folgenden auch lediglich Kondensatoren genannt- erfüllen eine ähnliche Funktion wie wassergekühlte Kondensatoren, das heisst, sie verflüssigen den Abdampf einer Dampfturbine, welcher energetisch nicht mehr genutzt werden kann, und führen das entstehende Kondensat in den geschlossenen Wasser-Dampf-Kreislauf zurück. Im Gegensatz zu Kühltürmen wird dem Abdampf bei Kondensatoren die thermische Energie mittels Luftkühlung (Ventilatoren) entzogen. Kondensatoren kommen somit ohne jegliches Kühlwasser aus. Heute besteht eine gesteigerte Nachfrage nach so genannten "trocken kühlenden Kondensatoren" wegen der zunehmenden Wasserknappheit und höheren Anforderungen bzw. behördlichen Auflagen für die Bewilligung von Kraftwerken oder Industrieanlagen. Hier spielen die ökologische Betrachtung des Wasserverbrauchs und der Erwärmung von fliessenden Gewässern eine wesentliche Rolle.

[0003] Bekannt ist, Wärmetauscherrohre für Kondensatoren in einer A-förmigen Konfiguration zu erstellen. Die DE 690 33 556 T2 zeigt derart gefertigte Wärmetauscherrohre und ein Herstellungsverfahren dazu. Dabei gelangen beispielsweise berippte Rundrohre, berippte Ovalrohre oder berippte Flachrohre zum Einsatz. Bei der Berippung von Rohren aus Stahl und beliebiger, aufgezeigter Geometrie werden zunächst die Rohre schraubenförmig genutet und anschliessend werden flache Aluminiumbleche eingezogen. Eine andere Methode sieht vor, Rohre mit Aluminiumblechen mechanisch schraubenförmig aufzuwickeln.

[0004] Insbesondere bei der Berippung von Ovalrohren aus Stahl werden flache, mit Distanzhaltern versehene Stahlrippen aufgesteckt und anschliessend gemeinsam mit dem Ovalrohr aussenseitig und oberflächlich verzinkt und verbunden.

[0005] Die heutige Herstellung von berippten Flachrohren erfolgt, indem zuerst ein mit Aluminium plattiertes Flachrohr aus Stahl geformt, geschweisst und an der Schweissnaht mit Aluminium nachbeschichtet wird, nachfolgend eine Rippe aus einer mit Lot plattierten Alu-

minium-Legierung geformt wird, ein Flussmittel appliziert und die geformte Rippe beidseitig auf das Flachrohr befestigt wird und diese Rippe dann in einem Ofen mit kontrollierter Atmosphäre bei ungefähr 600°C auf das Flachrohr hartgelötet wird. Flachrohre geniessen gegenüber berippten Rundrohren oder Ovalrohren den Vorteil, dass sie resistenter sind gegenüber Durchfröierung und einen tieferen luftseitigen Druckverlust aufweisen.

[0006] Ein weiterer wichtiger Aspekt von luftgekühlten Kondensatoren ist die lange Lebensdauer. Die Kondensatoren müssen eine Lebensdauer von mehr als 30 und teilweise sogar mehr als 40 Jahren oder darüber haben. Da derartige Kondensatoren den Umwelteinflüssen ausgesetzt sind, müssen sie sehr korrosionsbeständig sein. Darüber hinaus sind die Kondensatoren entlang ihrer Innenwandung auch einer Kontamination ausgesetzt, die durch Verunreinigungen des sie durchströmenden Fluids hervorgerufen werden. Diese Verunreinigungen sind dabei bereits bei der Inbetriebnahme vorhanden oder sie entstehen aufgrund von Oxidation bzw. Korrosion im gesamten Wasser-Dampf-Kreislauf eines Kraftwerks.

[0007] Die Innenwandung eines Flachrohres für Kondensatoren besteht bekanntermassen aus ungeschütztem Baustahl ohne Oxidations- und Korrosionsbeständigkeit. Die innere Oberfläche eines luftgekühlten Kondensators ist aber zusammen mit dem Kessel im Wasser-Dampf-Kreislauf eines Kraftwerks die mit Abstand grösste Fläche, welche dem prozessseitigem Fluid ausgesetzt ist. Dies führt zwangsweise zu einer betriebsbedingt entsprechend hohen Konditionierung der Wasser-Dampf-Chemie u. a. auf einem basischen pH-Wert, um die Wärmetauscherrohre gegen massive Oxidation, Korrosion oder sogar Durchrostung zu schützen.

[0008] Vor Inbetriebnahme bedeutet das auch, dass der Kondensator mit einem zeit- und kostenintensiven Verfahren gereinigt und gespült werden muss und das dabei verwendete deionisierte Wasser verworfen werden muss. Ein gleiches Verfahren muss ebenfalls nach Reparaturen und vor einer Wiederinbetriebnahme angewendet werden mit dem gleichen Verwerfen "verbrauchten" Wassers. Betriebliche und ökologische Aspekte rufen hier nach einer Verbesserung.

[0009] Des Weiteren bedarf es während des laufenden Kraftwerksbetriebs einer Ausfiltrierung entstehender Rostpartikel und einer aufwendigen Polisher-Anlage. Bei normalem betrieblichem Stillstand besteht die Gefahr von Lochfrasskorrosion und Durchrostung. Selbst beim Transport zum Installationsort und bei der Montage vom Kondensator bedürfen die ungeschützten Oberflächen der Wärmetauscherrohre einem Schutz mittels Abdeckungen, Schutzgas und/oder Trocknungsgeräten.

[0010] Bei der Herstellung von aus mit Aluminium einseitig plattiertem Blech muss nach Umformen und dem Schweissen zum Flachrohr entlang der Schweissnaht mit Aluminium nachbeschichtet werden. Hierfür wird Aluminium typischerweise mittels Flammsspritzen als 30mm breiter Streifen aufgebracht. Dieser zusätzliche Produktionsschritt kann zur Folge haben, dass sich in einer

durch das Schweißen entstandenen, spröden Eisen-Aluminium-Zwischenschicht Verunreinigungen einstellen oder Materialdefekte auftreten. Die aufgespritzte Aluminiumschicht weist zudem eine Rauigkeit auf, die beim nachfolgenden Hartverlöten des Rohrs mit Kühlrippen zu Qualitätseinbußen der Lötverbindung führen kann, was wiederum den Wärmewirkungsgrad der Gesamtanlage beeinträchtigt. Qualitativ eingeschränkte Lötverbindungen können ebenfalls Grund für ein Abplatzen von Kühlrippen sein.

**[0011]** Bekannt ist auch, dass Verbindungen zwischen Aluminium und Eisen vergleichsweise spröde sind und sich somit eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber betriebsbedingten thermischen/mechanischen Spannungen einstellt; dies gilt zudem gegen Schlag- und/oder Torsionsbeaufschlagung bei Transport oder Montage. Es besteht eine geringe Bruchzähigkeit und Duktilität der Eisen-Aluminium-Zwischenschicht verbunden mit einer hohen Defektempfindlichkeit in Bezug auf Poren, Sandstrahlmittel, Oxide und Einschlüssen. Diese tiefe Defekttoleranz der Eisen-Aluminium-Zwischenschicht bedingt einen entsprechend hohen Aufwand bei der Produktion und der Qualitätskontrolle.

#### KURZE DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

**[0012]** Es ist darum die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Wärmetauscherrohre und ein Verfahren zur Herstellung von Wärmetauscherrohren zu schaffen, womit die Nachteile der bekannten Wärmetauscherrohre und der Verfahren zu ihrer Herstellung überwunden werden.

**[0013]** Insbesondere ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, Wärmetauscherrohre und ein Verfahren zu ihrer Herstellung zu schaffen, womit eine gegenüber dem Stand der Technik massgeblich verbesserte Defekttoleranz und Korrosionsbeständigkeit der Aussenwand und der Innenwandung von Wärmetauscherrohren erzielbar ist und zudem eine einfachere und kostengünstigere Herstellung ermöglicht wird.

**[0014]** Die der Erfindung für das Verfahren zugrunde liegende Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen für das Verfahren sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2 bis 6.

**[0015]** Der Kern der Erfindung ist darin zu sehen, dass ein Rohr eines Wärmetauscherrohrs auf einer Innenwand und auf der Aussenwand mit einer Oberflächenvergütung aus Kupfer, Zink, Nickel, Kobalt, Chrom, einer Nickellegierung, einer Chromlegierung, einer Kupferlegierung, einer Zinklegierung oder rostfreiem Stahl versehen wird, zwecks direkten Verlötens einer Anzahl Kühlrippen mit dem Rohr und zwecks Korrosionsbeständigkeit der Innenwand gegenüber fluiden Medien.

**[0016]** Als besonders vorteilhaft ist hier herauszustellen, dass durch die Oberflächenvergütung - bestehend aus den genannten Materialien- zum einen eine qualitativ hervorragende Lötbarkeit des Rohrs mit den Kühlrippen

auf der Aussenwand gegeben ist und gleichzeitig die Korrosionsbeständigkeit der Innenseite des Rohr bei Beaufschlagung mit der Wasser-Dampf Chemie eines Kraftwerks signifikant erhöht werden kann. Somit kann erstmalig durch einen Beschichtungs- bzw. Plattierungsvorgang ein Rohr für ein Wärmetauscherrohr bereitgestellt werden, dass hinsichtlich der Verarbeitbarkeit und des Verschleisses/der Alterung eine erheblich verbesserte Ausgestaltung gegenüber dem aufgezeigten Stand der Technik zeigt.

**[0017]** Nicht nur bezüglich der Herstellung können Vereinfachungen herausgestellt werden, auch in Bezug auf den laufenden Kraftwerksbetrieb und die zugehörige Inbetriebnahme bzw. Wiederinbetriebnahme nach Stillstand zeigt die Erfindung eine hervorzuhebende ökologische Verträglichkeit gegenüber Bekanntem.

**[0018]** Die Hartlötverbindung zwischen den Kühlrippen und dem Rohr zeigt sich besonders duktil und zäh, so dass betriebsbedingte oder montagebedingte Beanspruchungen dem erfindungsgemässen Wärmetauscherrohr unschädlich gegenüberstehen; Standzeiten können somit erhöht werden, Unterhalts- und Überwachungsarbeiten minimiert werden.

**[0019]** Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Beschichtung bzw. die Plattierung des Rohrs auf der Innenwand und der Aussenwand mit ein und demselben Material erfolgt, womit nur ein Arbeitsgang nötig ist, um dem Rohr die erfindungswesentlichen Merkmale zu verschaffen. Mit Vorteil wird ein Rohr aus einem erfindungsgemäss beidseitig beschichteten bzw. plattieren Blech -beispielsweise aus einfachem Baustahl- zu einem Flachrohr geformt und anschliessend direkt entlang der Stossfläche verschweisst. Die dabei entstehende Schweissnaht ist dabei frei von jeglicher Eisen-Aluminium-Zwischenschicht und das Flachrohr ist unmittelbar hartverlötbar mit entsprechend dimensionierten Kühlrippen. Diese Kühlrippen können zwecks gutem Wärmewirkungsgrad aus Aluminium bestehen oder damit beschichtet sein oder aus einer Aluminiumlegierung gefertigt sein; beim Hartverlöten entsteht jedenfalls keine durchgehende Eisen-Aluminium-Zwischenschicht, so dass das Wärmetauscherrohr nach der Erfindung im Wesentlichen weiterhin die Duktilität und Zähigkeit des Rohrbasismaterials aufweist.

**[0020]** Mit Vorteil ist bei einer Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass einer sich beim Hartlötprozess ausbildenden Zwischenschicht mittels Zugabe von Bor duktilisiert wird.

**[0021]** Die der Erfindung für das Wärmetauscherrohr zugrunde Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 7. Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist Gegenstand des abhängigen Anspruchs 8.

**[0022]** Da sämtliche Vorteile, die für das Wärmetauscherrohr Gültigkeit haben, bereits ihre Würdigung beim Verfahren zur Herstellung eines solchen erfindungsgemässen Wärmetauscherrohrs erfahren, wird an dieser Stelle auf eine Wiederholung zugunsten der Textökonomie verzichtet.

## Kurze Beschreibung der Zeichnung

**[0023]** In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung vereinfacht dargestellt, und zwar zeigt

Fig. 1 eine Schnittdarstellung durch ein erfindungsgemässes Wärmetauscherrohr vor einem Hartlötprozess, und die

Fig. 2 die Schnittdarstellung aus Fig. 1 nach dem Hartlötprozess.

## Wege zur Ausführung der Erfindung

**[0024]** Die Fig. 1 zeigt eine Schnittdarstellung des erfindungsgemässen Wärmetauscherrohrs 8 vor einem Lötprozess, der eine Rohrwand 1 mit einer Kühlrippe 2 hartlötend verbindet. Die Rohrwand 1 weist an einer Innenwand 9 und einer Aussenwand 10 jeweils eine äussere Oberflächenvergütung 4 und eine innere Oberflächenvergütung 5 auf, welche zur Rohrwand 1 hin benachbart angeordnet ist. Die Kühlrippe 2 ist mit einer Rippenbeschichtung 3 versehen und weist mit der äusseren Oberflächenvergütung 4 der Rohrwand 1 einen Berührungskontakt auf.

**[0025]** In der Fig. 2 ist das Wärmetauscherrohr 8 nach dem Hartlötprozess gezeigt, wobei zwischen der Kühlrippe 2 und der Rohrwand 1 nun eine feste Verbindung mittels einer Zwischenschicht 6 und Hartlot 7 besteht.

**[0026]** Das Herstellverfahren für die erfindungsgemässen Wärmetauscherrohre 8 sieht die folgenden Schritte vor:

1. Ein Kernband, der Stahlsorte DC01 (EN10130) beispielsweise, wird beidseitig durch Walzenpressen mit Auflagebändern versehen. Das Kernband stellt später die in den Figuren 1 und 2 gezeigte Rohrwand 1 dar und die Auflagenbänder die äussere und innere Oberflächenvergütung 4, bzw. 5.
2. Das Kernband mit den Auflagenbändern wird minutenlang rekristallisationsgeglüht und das Gefüge wieder in den Ausgangszustand versetzt.
3. Ein anschliessendes Endwalzen versetzt das Kernband mit den Auflagebändern in den gewünschten Endzustand, bevor
4. die drei Bänder in einem Diffusionsglühverfahren metallurgische miteinander verbunden werden. Dabei entsteht unmittelbar zum Kernband hin eine feste und duktile Diffusionsschicht, die in den Fig. 1 und 2 als innere Oberflächenvergütung 5 gezeigt ist.
5. Das vorliegende, plattierte Flachband aus Kernband und Auflagebändern wird zu einem Flachrohr gebogen und mittels Schweißen entlang einer Rohrlängsnaht geschlossen. Diese Schweißnaht

wird einer Glättung unterzogen, eine weitere Behandlung ist nicht notwendig.

6. Für die Fertigung der Kühlrippe 2 steht ein plattiertes Band bereit, bestehend aus einem Kernband einer Aluminiumlegierung, das zumindest einseitig mit einer A-luminiumlotlegierung versehen ist. Das so lotplattierte Kaltband wird in eine dreidimensionale Kühlrippenform kalt umgeformt.

7. Nach einem Bestreichen des Flachrohres und der Kühlrippe mit einem handelsüblichen Aluminium-Flussmittel werden beide durch einen kontinuierlichen Hartlötprozess zu einem Wärmetauscherrohr 8 miteinander verbunden, womit eine feste, spalt- und porenfreie Lötverbindung zwischen der Kühlrippe 2 und der Rohrwand 1 entsteht.

**[0027]** Zwischen der Rohrwand 1 und der Kühlrippe 2 besteht nun eine Schicht mit Hartlot 7 und eine Zwischenschicht 6, die auch Reaktionszone genannt wird. Diese Reaktionszone besteht aus einer geordneten Phase und zeichnet sich durch eine gute Festigkeit aus und sehr hohe Oxidations- und Korrosionsbeständigkeit.

**[0028]** Erfindungsgemäss zeigen sich die hervorragenden Eigenschaften hinsichtlich der Lötbarkeit und der Korrosionsbeständigkeit gegenüber fluiden Medien (in den Fig. nicht dargestellt) im Wärmetauscherrohr 8, wenn das Kernband beidseitig eine Plattierung mittels der Auflagebänder aufweist und wenn diese Auflagebänder aus Kupfer, Zink, Nickel, Kobalt, Chrom, einer Nickellegierung, einer Chromlegierung, einer Kupferlegierung, einer Zinklegierung, einer Kobaltlegierung oder rostfreiem Stahl bestehen.

**[0029]** Beispielhaft zeigt sich anhand einer Nickellegierung Inconel Alloy 825 (IN 825) für die Auflagebänder die folgende Materialverteilung bei der Herstellung der Wärmetauscherrohre 8. Nach der Diffusionsglühbehandlung des Kernbands mit der beidseitigen plattierten Auflagebändern aus Inconel Alloy besteht die Diffusionsschicht - die innere Oberflächenvergütung 5 des Wärmetauscherrohrs 8 - aus einer kristallin ungeordneten Mischstruktur, in welcher sich vor allem die Elemente Eisen, Nickel und Chrom gleichmässig der jeweils plattierten Legierung anpassen. Die äussere Oberflächenvergütungsschicht 4 besteht weiterhin aus Inconel Alloy.

**[0030]** Beim Hartverlöten der Kühlrippe 2 mit der Rohrwand 1 entsteht die Reaktionszone mit einer geordneten Phase aus Al-Ni-Fe-Si-Cr. Diese Reaktionszone Al-Ni-Fe-Si-Cr steht nach dem Hartlöten und während des Betriebs aufgrund der bewusst verschieden gewählten Ausdehnungskoeffizienten der beteiligten Legierungen unter einer leichten Druckspannung, womit sich die mechanische Integrität der gesamten Lötverbindung erhöht.

**[0031]** Ohne den Erfindungsgedanken zu verlassen zeigen alle weiteren, aufgezeigten Materialien für die Plattierung mittels Auflagebändern entsprechend herauszustellende Eigenschaften hinsichtlich der guten Löt-

barkeit zwischen Kühlrippe 2 und Rohrwand 1 und der Korrosionsbeständigkeit auf der Innenseite des Wärmetauscherrohrs 8 zu einem fluiden Medium hin.

#### Bezugszeichenliste

#### [0032]

- |    |                              |  |
|----|------------------------------|--|
| 1  | Rohrwand                     |  |
| 2  | Kühlrippe                    |  |
| 3  | Rippenbeschichtung           |  |
| 4  | äussere Oberflächenvergütung |  |
| 5  | innere Oberflächenvergütung  |  |
| 6  | Zwischenschicht              |  |
| 7  | Hartlot                      |  |
| 8  | Wärmetauscherrohr            |  |
| 9  | Innenwand                    |  |
| 10 | Aussenwand                   |  |

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Wärmetauscherrohren, umfassend ein durchströmtes Rohr (8) mit einer Anzahl an einer Aussenwand (10) angeordneten Kühlrippen (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (8) auf einer Innenwand (9) und auf der Aussenwand (10) mit einer Oberflächenvergütung (4, 5) aus Kupfer, Zink, Nickel, Kobalt, Chrom, einer Nickellegierung, einer Chromlegierung, einer Kupferlegierung, einer Zinklegierung, einer Kobaltlegierung oder rostfreiem Stahl versehen wird, zwecks direkten Verlöten der Anzahl Kühlrippen (2) mit der Aussenwand (10) und zwecks Korrosionsbeständigkeit der Innenwand (9) gegenüber einem fluiden Medium im Rohr (8). 25
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenvergütung (4, 5) als Beschichtung oder Plattierung ausgeführt wird. 40
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenvergütung (4, 5) auf der Innenseite (9) und der Aussenseite (10) -aus demselben Material bestehend- in einem Arbeitsgang aufgebracht wird. 45
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Blechband aus Baustahl in einem ersten Verfahrensschritt beidseitig mit der Oberflächenvergütung (4, 5) versehen wird, zu einem Flachrohr geformt wird und verschweisst wird, wobei eine entstehende Schweissnaht frei bleibt von einer Eisen-Aluminium-Zwischenschicht. 50
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl Kühlrippen (2) aus Aluminium, aus einer Aluminium-

legierung, aus Stahl, aus beschichtetem Stahl oder aus legiertem Stahl bestehen und der Lötprozess so durchführbar ist, dass eine Verbindung der Kühlrippen (2) mit dem oberflächenvergüteten Rohr (8) frei ist von einer durchgängigen Eisen-Aluminium-Zwischenschicht bis zur Rohrwand (1) hin.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, eine sich beim Lötprozess ausbildende Zwischenschicht (6) mittels Zugabe von Bor duktilisiert wird.
7. Wärmetauscherrohr, umfassend ein durchströmtes Rohr (8) mit einer Anzahl Kühlrippen (2), **dadurch gekennzeichnet, dass** das Rohr (8) auf einer Innenwand (9) und auf einer Aussenwand (10) mit einer Oberflächenvergütung (4, 5) aus Kupfer, Zink, Nickel, Kobalt, Chrom, einer Nickellegierung, einer Chromlegierung, einer Kupferlegierung, einer Zinklegierung oder rostfreiem Stahl versehen ist, zwecks direkter Lötbarkeit der Anzahl Kühlrippen (2) mit der Aussenwand (10) und zwecks Korrosionsbeständigkeit der Innenwand (9) gegenüber einem fluiden Medium im Rohr (8). 20
8. Wärmetauscherrohr nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächenvergütung als Beschichtung oder Plattierung auf der Innenseite (9) und der Aussenseite (10) aus demselben Material besteht.

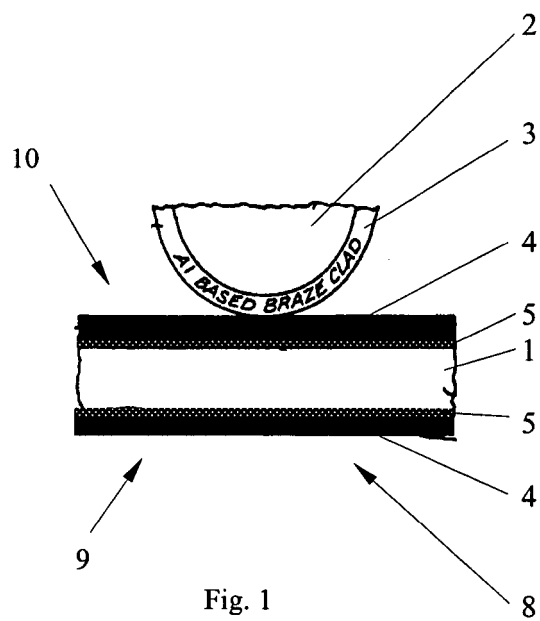


Fig. 1

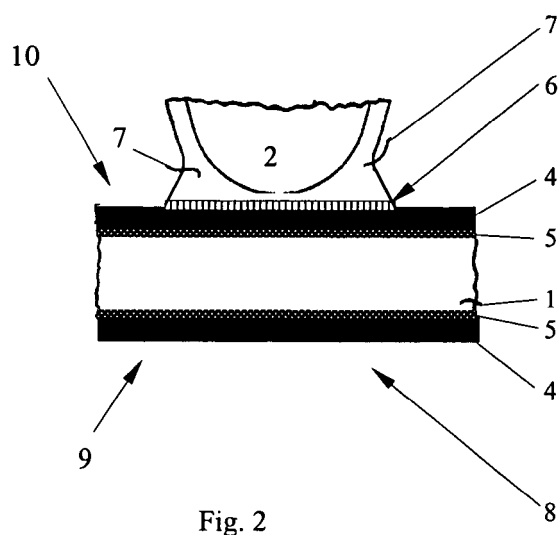


Fig. 2



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 07 00 0634

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 732 767 A (SAPERSTEIN ZALMAN PHILIP [US]) 31. März 1998 (1998-03-31)	1-3,5,7,8	INV. F28F1/12
Y	* Spalte 1, Zeile 40 - Spalte 2, Zeile 45 *	1-4	F28F19/06 F28F21/08
X	JP 2004 205059 A (TOYO RADIATOR CO LTD) 22. Juli 2004 (2004-07-22) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-3 *	1-5,7,8	
Y	WO 02/098600 A (ALFA LAVAL CORP AB [SE]; SJOEDIN PER ERIK [SE]) 12. Dezember 2002 (2002-12-12) * Seite 1, Zeile 5 - Seite 3, Zeile 3 *	1	
Y	JP 2003 145290 A (SUMITOMO SPEC METALS; DENSO CORP) 20. Mai 2003 (2003-05-20) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1,2 *	1-3	
Y	JP 05 154686 A (HITACHI CABLE) 22. Juni 1993 (1993-06-22) * Zusammenfassung * * Abbildungen 1-5 *	1-3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F28F B21C B23K
Y	WO 01/54840 A (GEA ENERGIETECHNIK GMBH [DE]; KORISCHEM BENEDICT [DE]; DINULESCU HORIA) 2. August 2001 (2001-08-02) * Seite 1, Zeile 1 - Seite 6, Zeile 2 *	1,2,4	
Y	US 5 271 151 A (WALLIS BERNARD J [US]) 21. Dezember 1993 (1993-12-21) * Spalte 1, Zeile 35 - Zeile 68 *	4	
Y	GB 2 251 628 A (WALL COLMONOY CORP [US]) 15. Juli 1992 (1992-07-15) * Seite 1, Zeile 6 - Seite 2, Zeile 2 *	1	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 4. Juli 2007	Prüfer Oliveira, Casimiro
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 : mündliche 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	

2  
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 07 00 0634

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 6 200 690 B1 (RABINKIN ANATOL [US]) 13. März 2001 (2001-03-13) * Spalte 1, Zeile 13 - Spalte 2, Zeile 44 * * Spalte 4, Zeile 11 - Spalte 5, Zeile 46 *	6	
A	DE 30 27 730 A1 (GEN ELECTRIC) 12. Februar 1981 (1981-02-12) * Seite 5, Absatz 3 - Seite 8, Absatz 1 *	6	
A	XIAOWEI WU ET AL: "Brazing of Inconel X-750 to stainless steel 304 using induction process" JOURNAL OF MATERIALS PROCESSING TECHNOLOGY, [Online] Bd. 113, 15. Juni 2001 (2001-06-15), Seiten 84-90, XP002440897 Gefunden im Internet: URL:C:\Documents and Settings\cc50927\Desktop\ScienceDirect - Journal of Materials Processing Technology Wide gap brazing of stainless steel to nickel-based superalloy.htm> [gefunden am 2007-07-04] * das ganze Dokument *	6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>4. Juli 2007</b>	Prüfer <b>Oliveira, Casimiro</b>
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	

2  
EPO FORM 1503 03-82 (P04C03)





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 07 00 0634

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	<p>S. K. TUNG ET AL: "SOLIDIFICATION PHENOMENA IN NICKEL BASE BRAZES CONTAINING BORON AND SILICON" SCRIPTA MATERIALIA, [Online] Bd. 34, Nr. 5, März 1996 (1996-03), Seiten 763-769, XP002440898 Gefunden im Internet: URL: <a href="http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&amp;_udi=B6TY2-3Y45Y93-9G&amp;_user=987766&amp;_coverDate=03%2F01%2F1996&amp;_alid=595993051&amp;_rdoc=9&amp;_fmt=summary&amp;_orig=search&amp;_cdi=5606&amp;_sort=d&amp;_docanchor=&amp;view=c&amp;_ct=11&amp;_acct=C000049880&amp;_version=1&amp;_urlVersion=0&amp;_userid=987766&amp;md5=acff931e82da73c6edba70d525352674">http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&amp;_udi=B6TY2-3Y45Y93-9G&amp;_user=987766&amp;_coverDate=03%2F01%2F1996&amp;_alid=595993051&amp;_rdoc=9&amp;_fmt=summary&amp;_orig=search&amp;_cdi=5606&amp;_sort=d&amp;_docanchor=&amp;view=c&amp;_ct=11&amp;_acct=C000049880&amp;_version=1&amp;_urlVersion=0&amp;_userid=987766&amp;md5=acff931e82da73c6edba70d525352674</a> [gefunden am 2007-07-04] * das ganze Dokument *</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	6	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>4. Juli 2007</b>	Prüfer <b>Oliveira, Casimiro</b>
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

2  
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 07 00 0634

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.

04-07-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5732767 A	31-03-1998	KEINE	
JP 2004205059 A	22-07-2004	KEINE	
WO 02098600 A	12-12-2002	CA 2449408 A1	12-12-2002
		CN 1514758 A	21-07-2004
		EP 1401610 A1	31-03-2004
		JP 2004529776 T	30-09-2004
		PL 367237 A1	21-02-2005
		SE 524928 C2	26-10-2004
		SE 0102010 A	06-12-2002
		US 2004184945 A1	23-09-2004
JP 2003145290 A	20-05-2003	JP 3670235 B2	13-07-2005
JP 5154686 A	22-06-1993	KEINE	
WO 0154840 A	02-08-2001	AT 278499 T	15-10-2004
		AU 769861 B2	05-02-2004
		AU 4043501 A	07-08-2001
		BR 0107803 A	22-10-2002
		CA 2398438 A1	02-08-2001
		CN 1396850 A	12-02-2003
		CZ 20022580 A3	15-01-2003
		DE 10190196 D2	12-12-2002
		EP 1250208 A2	23-10-2002
		ES 2228816 T3	16-04-2005
		HU 0204305 A2	28-04-2003
		JP 2003520684 T	08-07-2003
		MX PA02006787 A	05-04-2004
		PL 356276 A1	28-06-2004
		RU 2228241 C1	10-05-2004
		TW 574080 B	01-02-2004
		US 2003019915 A1	30-01-2003
US 5271151 A	21-12-1993	KEINE	
GB 2251628 A	15-07-1992	SE 9200032 A	10-07-1992
US 6200690 B1	13-03-2001	KEINE	
DE 3027730 A1	12-02-1981	BE 884416 A1	22-01-1981
		FR 2461757 A1	06-02-1981
		GB 2059996 A	29-04-1981
		IL 60649 A	31-07-1983
		IT 1131988 B	25-06-1986

EPO FORM P0461

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

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

EP 07 00 0634

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.

04-07-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3027730	A1	JP 1044773 B	29-09-1989
		JP 1562719 C	12-06-1990
		JP 56055537 A	16-05-1981
		NL 8004248 A	27-01-1981
		US 4249963 A	10-02-1981
-----			

EPO FORM P0461

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**

- DE 69033556 T2 [0003]