



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 489 372 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.12.2004 Patentblatt 2004/52

(51) Int Cl.7: **F28D 1/03**

(21) Anmeldenummer: **04009052.4**

(22) Anmeldetag: **16.04.2004**

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

(72) Erfinder:
• **Brost, Viktor, Dipl.-Ing.**
72631 Aichtal (DE)
• **Käsinger, Rainer**
72221 Haiterbach (DE)

(30) Priorität: **21.06.2003 DE 10328001**

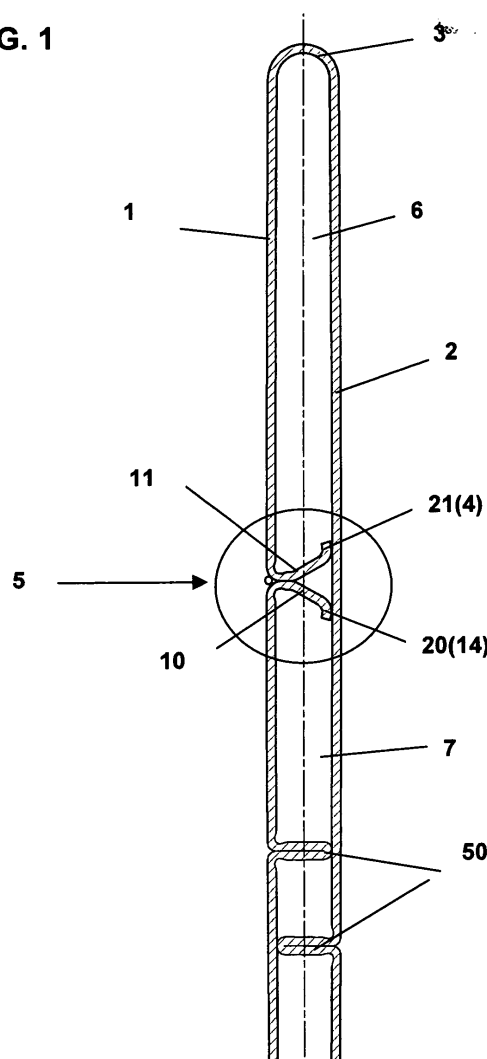
(74) Vertreter: **Wolter, Klaus-Dietrich**
Modine Europe GmbH
Patentabteilung
70790 Filderstadt (DE)

(71) Anmelder: **Modine Manufacturing Company**
Racine, Wisconsin 53403-2552 (US)

(54) **Flaches Wärmetauscherrohr**

(57) Die Erfindung betrifft ein flaches Wärmetauscherrohr, das aus einem einzigen endlosen Blechstreifen geringer Blechdicke aus Aluminium mittels Walzen herstellbar ist, mit zwei mit einem Abstand (a) gegenüberliegenden Breitseiten (1, 2) und zwei gegenüberliegenden Schmalseiten (3, 4), sowie mit wenigstens einer Verbindung (5) zwischen den beiden Breitseiten (1, 2), um das Wärmetauscherrohr in wenigstens zwei Kammern (6, 7) aufzuteilen, wobei die Verbindung (5) aus zwei eng aneinander liegenden Schenkeln (10, 11) besteht, wobei die Schenkel (10, 11) einen mit einem geringen Biegeradius (12) in die Breitseite (1) übergehenden Fuß (13) und einen Kopf (14) aufweisen, der an der anderen Breitseite (2) anliegt und damit verlötbar ist, wobei die Schenkel (10, 11) aus den umgeformten zwei Längsrändern (20, 21) des Blechstreifens gebildet sind und zwischen sich einen Winkel einschließen, dadurch gekennzeichnet, dass die Schenkel (10, 11) nicht weiter als bis zur Hälfte des gesamten Abstandes (a) zwischen der einen Breitseite (1) und der anderen Breitseite (2) aneinander anliegen und dass eine weitere Abbiegung (30) der Schenkel (10, 11) vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, dass der Winkel (a) zwischen den Schenkeln (10, 11) etwa $> 20^\circ$ - 100° beträgt.

FIG. 1



EP 1 489 372 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein flaches Wärmetauscherrohr, das aus einem einzigen endlosen Blechstreifen geringer Blechdicke aus Aluminium herstellbar ist, mit zwei gegenüberliegenden Breitseiten und zwei gegenüberliegenden Schmalseiten, sowie mit wenigstens einer Verbindung zwischen den beiden Breitseiten, um das Wärmetauscherrohr in wenigstens zwei Kammern aufzuteilen, wobei die Verbindung aus zwei eng aneinander liegenden Schenkeln besteht, wobei die Schenkel einen mit einem geringen Biegeradius in die Breitseite übergehenden Fuß und einen Kopf aufweisen, der an der anderen Breitseite anliegt und damit verlötet ist, wobei die Schenkel durch die umgeformten zwei Längsränder des Blechstreifens sind und zwischen sich einen Winkel einschließen.

Ferner betrifft die Erfindung ein Herstellungsverfahren für das Wärmetauscherrohr. Flache Wärmetauscherrohre mit den vorstehenden Merkmalen sind aus der US 6, 209, 202 B1 und aus einer ganzen Reihe weiterer Dokumente bekannt, da es sich um ein äußerst intensiv bearbeitetes Gebiet der Technik handelt. In diesem Dokument sind ganz geringe Biegeradien am Fuß der Schenkel vorgesehen. Enge Biegeradien bewirken, dass die eng aneinander liegenden Schenkel zum äußeren Umfang des Wärmetauscherrohres hin, dort, wo das Wärmetauscherrohr später in Öffnungen von Rohrböden verlötet wird, nur ein sehr kleines etwa dreieckförmiges "Loch" belassen, das ohne Probleme beim Löten verschlossen wird. In der US 5, 934, 365 wurden sogar ganz bestimmte kleine Durchmesser für einen in das "Loch" passenden Kreis beansprucht. In der US - Schrift 5, 890 288 werden die geringen Biegeradien dadurch erreicht, dass mit einem Werkzeug auf die umgeformten Längsränder eine senkrechte Kraft aufgetragen wird. Das ist dort in Fig. 7 gezeigt worden. Obwohl die beschriebenen bekannten Lösungen auf die Lösung eines lange bestehenden Problems zielen, sind sie nicht ohne Nachteile. Beispielsweise muss die Umformung des Randes in bestimmten engen Toleranzen erfolgen, weshalb sehr viel Wert auf die ständige Kontrolle des Zustandes der Werkzeuge (Walzen) und auf die Instandhaltung derselben gelegt werden muss. Es wäre hier wünschenswert, die zulässigen Toleranzen etwas größer gestalten zu können, bzw. das Wärmetauscherrohr so auszubilden, dass etwas größere Toleranzen noch akzeptabel sind und somit der Kontroll- und Instandhaltungsaufwand etwas reduziert werden kann. Um möglichst enge Biegeradien zu realisieren, ist es für mit Ziehwerkzeugen hergestellte Wärmetauscherplatten bekannt, die Wärmetauscherplatten, angrenzend an den Biegeradius, in ihrer Blechdicke zu reduzieren. (Siehe EP 742 418 B1, Fig. 2) Es sind jedoch eine Reihe von erfinderischen Überlegungen anzustellen, um diesen bekannten Gedanken auf mittels Walzen aus einem Blechstreifen hergestellte Wärmetauscherrohre zu übertragen, denn die flachen Wärmetauscherrohre sind

in ihrem kleinen Durchmesser oftmals nicht breiter als 2,0 mm und die verwendeten Blechdicken liegen im 10tel Millimeterbereich.

[0002] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, Wärmetauscherrohre mit den Merkmalen des Oberbegriffs, die mittels Walzen hergestellt werden, so auszubilden, dass keine Probleme beim Dichtlöten am äußeren Umfang des Rohres mit dem Rohrboden erwartet werden müssen, und dass die zulässigen Fertigungstoleranzen vergrößert werden können.

[0003] Die erfindungsgemäße Lösung ergibt sich bezüglich des Wärmetauscherrohres aus den Merkmalen des Anspruchs 1.

Ein erfindungsgemäßes Herstellungsverfahren für das flache Wärmetauscherrohr, sieht vor, dass vor oder gleichzeitig mit der Herstellung der Biegeradien die Blechdicke des Blechbandes im Bereich der Biegeradien um bis zu 40% mittels Walzen reduziert wird.

Ein anderes Herstellungsverfahren sieht vor, den inneren Biegeradius auf weniger als 0,2 mm auszuwalzen und dabei das Material in Richtung auf den äußeren Biegeradius zu verschieben bzw. zu verdrängen, der dadurch minimiert wird.

Dadurch, dass die Blechdicke der Schenkel im Bereich des Biegeradius kleiner ist als in den übrigen Abschnitten der Schenkel, so dass der Verbindungssteg an den Füßen seine kleinste Dicke besitzt, wobei die reduzierte Blechdicke durch profilierte Walzen herstellbar ist, die von der späteren Innenseite des Wärmetauscherrohres aus in den Biegeradius hinein wirken, sind solch kleine Biegeradien möglich, dass das spätere Dichtlöten der Rohrenden in den Öffnungen von Rohrböden problemlos möglich ist.

Die Blechdicke in den Biegeradien ist um maximal 40% der Blechdicke des Blechbandes reduziert worden, was sich als vorteilhaft herausgestellt hat. Größere Reduzierungen beeinträchtigen die Festigkeit des Rohres.

[0004] Da die Schenkel der Verbindung nur über einen Teil des Abstandes, vorzugsweise etwa 1/3 des Abstandes zwischen der einen Breitseite und der anderen Breitseite aneinander anliegen und anschließend die Schenkel einen Winkel größer als 20° bis etwa 100°, besonders bevorzugt 60°, bilden, wird einerseits eine ausreichend große Verbindungsfläche zwischen den Schenkeln geschaffen und andererseits wird die Elastizität der Verbindung verbessert.

Die Schenkel bilden zwischen sich und der anderen Breitseite in einigen Ausführungsbeispielen etwa ein gleichschenkliges Dreieck.

Der Winkel von >20°, bevorzugt von 60°, zwischen den Schenkeln erlaubt es, etwas größere Toleranzen bei so ausgebildeten Wärmetauscherrohren zuzulassen. Die aus dem Blechband hergestellten Wärmetauscherrohre werden je nach Anwendungsfall in entsprechende Gebrauchslängen geschnitten und gemeinsam mit Wellrippen zum sogenannten Rippen - Rohr - Block oder zum Netz des Wärmetauschers gestapelt. Das Netz wird gelötet, wobei es mit Gewichten belastet wird, um das ge-

samte Netz bis zur Beendigung des Lötprozesses unter einer gewissen Spannung zu halten und somit qualitäts-gerechte Wärmetauscherrohre herstellen zu können. Es scheint nachvollziehbar zu sein, dass eine senkrecht zu den Breitseiten wirkende Kraft, die durch das Ge-
 wicht erzeugt wird, die Schenkel, falls sie etwas zu lang
 sein sollten, soweit aufbiegen wird, bis die Breitseite
 eben ist. Abgerundete Enden der aus den Längsrän-
 dern des Blechbandes hergestellten Schenkel unter-
 stützen diese Wirkung. Sollten die Schenkel etwas zu
 kurz sein, wird das Gewicht die Breitseiten soweit zu-
 sammendrücken, dass die Enden der Schenkel an der
 gegenüberliegenden Breitseite trotzdem verlötet wer-
 den können. Es sollte jedoch darauf geachtet werden,
 dass die Breitseiten nicht zu stark einfallen. Insofern
 sind Plustoleranzen leichter kompensierbar als Minus-
 toleranzen.

Das den Kopf der Schenkel bildende Ende des jeweili-
 gen Schenkels ist in Richtung auf die zum jeweiligen
 Längsrand gehörende Schmalseite des Wärmetau-
 scherrohres hinweisend abgebogen und mit dem abge-
 bogenen Ende an der anderen Breitseite abgestützt.
 Auch diese Maßnahme ist hinsichtlich größerer Toleran-
 zen hilfreich, da Toleranzen in der Breite des Blechban-
 des mit diesen erwähnten Enden ausgleichbar sind.

[0005] Das abgebogene Ende schließt mit seinem
 Schenkel etwa einen Winkel $> 90^\circ$ und $< 130^\circ$ ein. Durch
 geeignete Auswahl der Länge des abgebogenen Endes
 und dessen Querschnittsform, kann die Lötverbindung
 hinsichtlich ihrer Qualität beeinflusst werden.

Wenigstens eine Seite des Blechbandes ist lotplattiert,
 nämlich die spätere Außenseite des Wärmetauscher-
 rohres. Bestimmte Ausführungen können beidseitig lot-
 plattierte Blechbänder benötigen, wenn beispielsweise
 weitere bekannte aus einer einzigen Breitseite geformte
 Verbindungen zwischen den Breitseiten zur Untertei-
 lung des Wärmetauscherrohres in mehr als zwei Kam-
 mern vorgesehen werden sollten. Solche Verbindungen
 können auch abwechselnd, d. h., mal aus der einen
 Breitseite und mal aus der anderen Breitseite, geschaf-
 fen werden.

[0006] Die Erfindung wird nachfolgend in einem Aus-
 führungsbeispiel beschrieben.

- Fig. 1 Querschnitt durch ein bevorzugtes erfindungs-
gemäßes Wärmetauscherrohr;
- Fig. 2 Vergrößerter Ausschnitt aus Fig. 1;
- Fig. 3 Schnitt durch ein anderes Wärmetauscher-
rohr;
- Fig. 4 Vergrößerter Ausschnitt aus Fig. 3;
- Fig. 5 Fertigungsschritte;
- Fig. 6 Vergrößerter Ausschnitt aus einem Wärme-
tauscherrohr;

[0007] Das flache Wärmetauscherrohr, das aus ei-
 nem einzigen umformbaren Blechstreifen geringer
 Blechdicke aus Aluminiumblech mittels Walzen herstell-
 bar ist, besitzt zwei gegenüberliegenden Breitseiten **1**,

2 und zwei gegenüberliegenden Schmalseiten **3**, **4** wo-
 bei die in Fig. 1 nicht gezeigte Schmalseite **4** identisch
 mit der dargestellten Schmalseite **3** ausgebildet ist. Eine
 Verbindung **5** ist zwischen den beiden Breitseiten **1**, **2**
 angeordnet und teilt das Wärmetauscherrohr in zwei
 Kammern **6**, **7** die in der Fig. 1 die gleiche Querschnitts-
 gröÙe aufweisen sollen, da sich die Verbindung **5** etwa
 in der Mitte der beiden Breitseiten **1**, **2** befindet, was je-
 doch nicht unbedingt so sein muss. (Die in der Fig. 1
 provisorisch eingezeichneten Faltungen **50** sollen zu-
 nächst unbeachtet bleiben.) Die Verbindung **5** könnte
 also auch außerhalb der Mitte angeordnet sein und die
 Kammern **6**, **7** könnten demzufolge unterschiedliche
 QuerschnittsgröÙe besitzen. Die Verbindung **5** besteht
 aus zwei eng aneinander liegenden Schenkeln **10**, **11**,
 wobei im Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 und 2 die
 Schenkel **10**, **11** lediglich über etwa 1/3 des Abstandes
a zwischen den beiden Breitseiten **1**, **2** aneinander an-
 liegen. Dadurch wird eine (im Vergleich zur US 6, 209,
 202 B1) größere Verbindungsfläche zwischen den
 Schenkeln **10**, **11** geschaffen, die zu qualitativ hochwer-
 tigen Lötverbindungen führt. Die Schenkel **10**, **11** sind
 aus den beiden Längsrändern **20**, **21** des Blechbandes
 gebildet worden. Jeder Schenkel **10**, **11** weist einen mit
 einem geringen Biegeradius **12** in die Breitseite **1** über-
 gehenden Fuß **13** und einen Kopf **14** auf. Der Kopf **14**
 liegt an der anderen Breitseite **2** an und wird später da-
 mit verlötet.

Die Blechdicke der Schenkel **10**, **11** ist im Bereich der
 Biegeradien **12** kleiner als in den übrigen Abschnitten
 der Schenkel **10**, **11**, so dass die Verbindung **5** an den
 FüÙen **13** ihre kleinste Blechdicke besitzt. Die reduzier-
 te Blechdicke wird durch Walzen in Längsrichtung des
 Aluminium - Blechbandes in einem ersten Bearbei-
 tungsschritt hergestellt, wobei die Blechdicke des
 Blechbandes im Bereich der Biegeradien **12** um etwa
 30% reduziert wird. Dieser Verfahrensschritt läuft vor
 der Herstellung der Biegeradien **12** ab, d. h. die Walzen
 wirken zur Reduzierung der Blechdicke auf das flache
 Blechband ein. Dies wurde in der Fig. 5 durch den
 Schritt **1** angedeutet. Dort sind 8 von insgesamt **18** mög-
 lichen Schritten rein prinzipiell gezeichnet worden. Im
 Schritt **4** wurde eine Bombierung des Blechbandes vor-
 genommen, um eine gewisse Vorspannung des Blech-
 streifens zu erreichen, die das Einfallen der Breitseite
 des Wärmetauscherrohres verhindern soll. Möglich ist
 es jedoch, mit dem dort als Schritt **2** bezeichneten
 Schritt zu beginnen und gleichzeitig mit der Herstellung
 der Biegeradien **12** die Reduzierung der Blechdicke vor-
 zunehmen. Wenn hier von "Walzen" die Rede ist, ist dar-
 unter ein Herstellungsverfahren zu verstehen, das mit
 einer an sich bekannten Anlage durchgeführt wird. Auf
 der Anlage laufen Umformoperationen am endlosen
 Blechband nacheinander ab, wobei eine Mehrzahl von
 Walzenpaaren zusammenwirken. Jedes Walzenpaar
 besteht aus einer oberhalb und einer unterhalb des
 Blechbandes angeordneten Walze. Das fertige Wärme-
 tauscherrohr wird nach dem Verlassen der Anlage auf

entsprechende Gebrauchslängen zugeschnitten. Im Ausführungsbeispiel beträgt die Blechdicke im Bereich der Biegeradien **12** beispielsweise noch 0,20 mm, wie es in der Fig. 2 eingezeichnet wurde. Das Blechband hat etwa eine Dicke von 0,30 mm.

Der Teil des Abstandes **a** zwischen der einen Breitseite **1** und der anderen Breitseite **2**, in dem die Schenkel **10**, **11** aneinander anliegen, beginnt am Fuß **13** der Schenkel **10**, **11**, bzw. in den Biegeradien **12**. Danach sind die Schenkel **10**, **11** auf einen Winkel von etwa 60° abgebogen worden, d. h. sie weisen eine weitere Abbiegung **30** auf. Diese Abbiegung **30** bildet diejenige Stelle, in der sich die Schenkel **10**, **11** bei Belastung in Richtung senkrecht zu den Breitseiten **1**, **2** weiter spreizen lassen, bzw., wo sie nachgeben werden und somit den Toleranzausgleich erlauben, und zwar ohne dabei die Verbindung **5** zu beeinträchtigen. Diese Abbiegung **30** muss in der Blechdicke nicht reduziert werden, da sie nicht bis in die Außenseite des Wärmetauscherrohres hineinreicht bzw. weil der Radius in dieser Abbiegung **30** nicht einen bestimmten kleinen Wert haben muss.

Aus der Fig. 2 ist zu sehen, dass zwischen den Schenkeln **10**, **11** und der anderen Breitseite **2** etwa ein gleichschenkeliges Dreieck gebildet ist.

Das den Kopf **14** der Schenkel **10**, **11** bildende Ende des jeweiligen Schenkels **10**, **11** ist in Richtung auf die zum jeweiligen Längsrand **20**, **21** gehörende Schmalseite **3**, **4** des Wärmetauscherrohres abgebogen und mit dem abgebogenen Ende an der anderen Breitseite **2** abgestützt. Dieses Ende ist etwas abgerundet, wodurch sich einerseits eine genügend große Lötverbindungsfläche zwischen den Längsrändern **20**, **21** und der Breitseite **2** ergibt und andererseits bewirkt die Rundung, dass sich der Winkel zwischen den Schenkeln **10**, **11** leichter aufspreizen lässt, was dem Toleranzausgleich dient. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Außenseite des Wärmetauscherrohres lotplattiert.

Die Fig. 3 und 4 zeigen einen Fall, in dem die zwei Schenkel **10**, **11** einer anderen Verbindung **5** aus einer Breitseite **1** in der Art einer Faltung **50** geformt sind. Solche Faltungen **50** sind in dem beschriebenen erfindungsgemäßen Wärmetauscherrohr vorsehbar. Die Schenkel **10**, **11** liegen über den gesamten Abstand **a** zwischen der einen Breitseite **1** und der anderen Breitseite **2** aneinander an. Am Kopf **14** sind die Schenkel **10**, **11** miteinander verbunden.

Hier wird zunächst die Blechdicke im Bereich der Biegeradien **12** mittels Walzen reduziert, bevor die Biegeradien **12** selbst hergestellt werden. Die Längsränder **20**, **21** des Blechbandes sind in einer Schmalseite **3** des Wärmetauscherrohres miteinander verbunden, derart, dass beide Längsränder **20**, **21** im Querschnitt gesehen etwa halbrund verformt sind. Der eine Längsrand **21** weist ein größeres Halbrund auf und der andere Längsrand **20** ein kleineres Halbrund, so dass das kleinere Halbrund in das größere Halbrund hinein passt und darin verlötet werden kann. Der Längsrand **20** mit dem kleineren Halbrund besitzt eine Abbiegung **31** zum Rohrin-

neren hin. Die Größe der Abbiegung **31** entspricht etwa der Blechbanddicke. Im Biegeradius **12** dieser Abbiegung **31** ist eine geringere Blechdicke vorhanden als in den angrenzenden Abschnitten des Längsrandes **20** des Blechbandes. Auch diese Abbiegung **31** kann dermaßen hergestellt werden, dass zunächst die Blechdicke im Biegeradius **12** reduziert und danach die Abbiegung **31** selbst hergestellt wird. Dies führt dazu, wie aus der Fig. 3 zu sehen ist, dass die Größe des "Freischnittes" an der Außenseite des Wärmetauscherrohres, dort, wo sich die beiden Längsränder **20**, **21** treffen minimiert wird. Solche geringen sich als "Löcher" darstellenden Absätze sind ohne weiteres beim Lötten der Enden der Wärmetauscherrohre in Öffnungen von Rohrböden abdichtbar. Der gezeigte Fall weist eine Verbindung **5** auf, die, wie bereits erwähnt, aus der Breitseite **1** des Wärmetauscherrohres geformt ist. Um zur Außenseite des Wärmetauscherrohres hin eine relativ kleine, durch Lötten mit einem Rohrboden, leicht abdichtbare, Öffnung zu schaffen, wurde auch in den beiden dortigen Biegeradien **12** im ersten Herstellungsschritt die Blechdicke reduziert, bevor die Biegeradien **12** selbst hergestellt wurden.

[0008] Es besteht nun die (nicht detailliert gezeigte) Möglichkeit, die aus zwei Längsrändern **20**, **21** aufgebaute erfindungsgemäße Verbindung **5** aus den Fig. 1 und **2** und weitere Verbindungen **5** (Faltungen **50**) aus den Fig. 3 und 4 miteinander zu kombinieren. Dabei können nicht nur aus der Breitseite **1** gebildete Verbindungen **5**, wie in den Fig. 3 und 4 gezeigt, sondern abwechselnd mal aus der einen Breitseite **1** und mal aus der anderen Breitseite **2** gebildete Verbindungen **5** vorgesehen werden. Solche Rohre haben dann mehr als zwei Kammern **6**, **7** und werden bevorzugt aus einem beidseitig lotplattierten Blechband hergestellt, um die in Fig. 3 und 4 gezeigte Verbindung **5** (Faltung **50**) an der gegenüberliegenden Breitseite **2** anlöten zu können. In der Fig. 1 wurden lediglich zwei Faltungen **50** beispielsweise angedeutet, um vorstehend beschriebene Möglichkeit zu illustrieren.

In der Fig. 6 wurde die Verbindung **5** eines Wärmetauscherrohres gezeigt, deren Blechdicke in den Biegeradien **12** nicht reduziert wurde. Dort wurde mittels Walzen ein innerer Biegeradius von kleiner als 0,2 mm hergestellt, wobei das Aluminium in Richtung auf den äußeren Biegeradius **12a** verschoben oder verdrängt wurde, der dadurch sehr klein ausgebildet ist. Auch in diesem Ausführungsbeispiel wurde die zweite Abbiegung **30** in den Schenkeln **10**, **11** vorgesehen, die für den Toleranzausgleich und für die Elastizität der Verbindung **5** von Bedeutung ist. Das Ende des Längsrands **20** bzw. **21** ist etwa halbrund verformt, wodurch der Toleranzausgleich unterstützt wird.

Patentansprüche

1. Flaches Wärmetauscherrohr, das aus einem einzi-

- gen endlosen Blechstreifen geringer Blechdicke aus Aluminium mittels Walzen herstellbar ist, mit zwei mit einem Abstand (a) gegenüberliegenden Breitseiten (1, 2) und zwei gegenüberliegenden Schmalseiten (3, 4), sowie mit wenigstens einer Verbindung (5) zwischen den beiden Breitseiten (1, 2), um das Wärmetauscherrohr in wenigstens zwei Kammern (6, 7) aufzuteilen, wobei die Verbindung (5) aus zwei eng aneinander liegenden Schenkeln (10, 11) besteht, wobei die Schenkel (10, 11) einen mit einem geringen Biegeradius (12) in die Breitseite (1) übergehenden Fuß (13) und einen Kopf (14) aufweisen, der an der anderen Breitseite (2) anliegt und damit verlötbar ist, wobei die Schenkel (10, 11) aus den umgeformten zwei Längsrändern (20, 21) des Blechstreifens gebildet sind und zwischen sich einen Winkel einschließen,
- dadurch gekennzeichnet, dass** die Schenkel (10, 11) nicht weiter als bis zur Hälfte des gesamten Abstandes (a) zwischen der einen Breitseite (1) und der anderen Breitseite (2) aneinander anliegen und dass eine weitere Abbiegung (30) der Schenkel (10, 11) vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, dass der Winkel (a) zwischen den Schenkeln (10, 11) etwa $> 20^\circ - 100^\circ$ beträgt.
2. Flaches Wärmetauscherrohr nach Anspruch 1, dass der Winkel (α) vorzugsweise etwa $45^\circ - 70^\circ$ beträgt und die Schenkel (10, 11) zwischen sich und der anderen Breitseite ein gleichschenkliges Dreieck bilden.
 3. Flaches Wärmetauscherrohr nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Teil des Abstandes (a) an dem die Schenkel (10, 11) aneinander anliegen besonders bevorzugt etwa $1/3$ des Abstandes (a) zwischen den beiden Breitseiten (1, 2) beträgt.
 4. Flaches Wärmetauscherrohr nach den Ansprüchen 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das den Kopf (14) der Schenkel (10, 11) bildende Ende des jeweiligen Schenkels (10, 11) in Richtung auf die zum jeweiligen Längsrand (20, 21) gehörende Schmalseite (3, 4) des Wärmetauscherrohres abgebogen ist und mit dem abgebogenen Ende an der anderen Breitseite (2) abgestützt ist.
 5. Flaches Wärmetauscherrohr nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das abgebogene Ende am Schenkel (10 oder 11) abgerundet ist.
 6. Flaches Wärmetauscherrohr nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenseite des Wärmetauscherrohres lotplattiert ist.
 7. Flaches Wärmetauscherrohr nach einem der vor-
- stehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine oder mehrere weitere Verbindungen (5), die aus einer der Breitseiten (1 oder 2) gebildet sind, und eine Faltung (50) der Breitseite (1, 2) darstellen, in dem Wärmetauscherrohr vorgesehen sind, wobei bei mehreren solcher Faltungen (50) diese abwechselnd aus der einen Breitseite (1) und aus der anderen Breitseite (2) ausgebildet sein können.
8. Verfahren zur Herstellung eines flachen Wärmetauscherrohres gemäß Anspruch 1 oder einem der anderen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor oder gleichzeitig mit der Herstellung der in die Außenseite des Wärmetauscherrohres hinein reichenden Biegeradien (12) die Blechdicke des Blechbandes im Bereich der Biegeradien (12) um bis zu 40% mittels Walzen reduziert wird.
 9. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der innere Biegeradius (12i) etwa 0,2 mm beträgt.
 10. Verfahren zur Herstellung eines flachen Wärmetauscherrohres gemäß Anspruch 1 oder einem der anderen Ansprüche 2 - 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Herstellung der Biegeradien (12) der innere Biegeradius (12i) auf einen Wert unterhalb von 0,2 mm gewalzt wird, wobei der äußere Biegeradius (12a) durch Verdrängung des Materials von innen nach außen minimiert wird.

FIG. 1

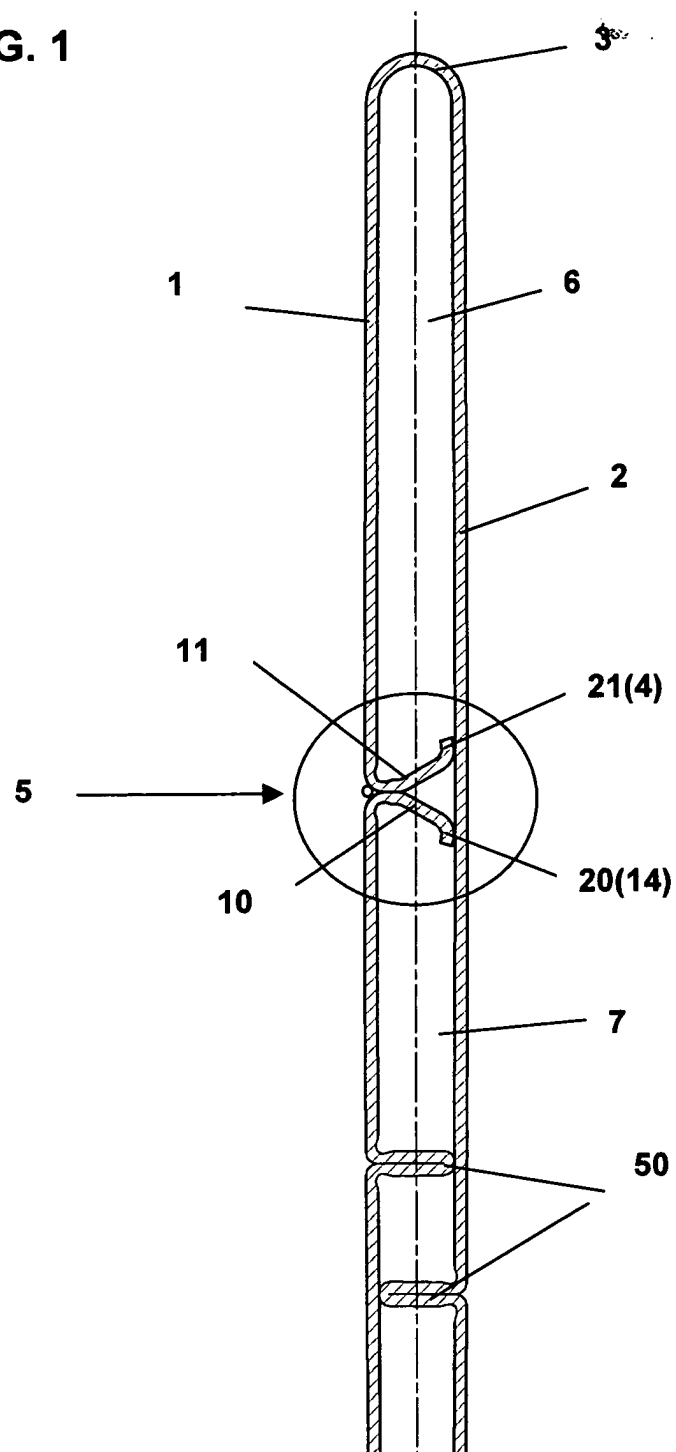


FIG. 2

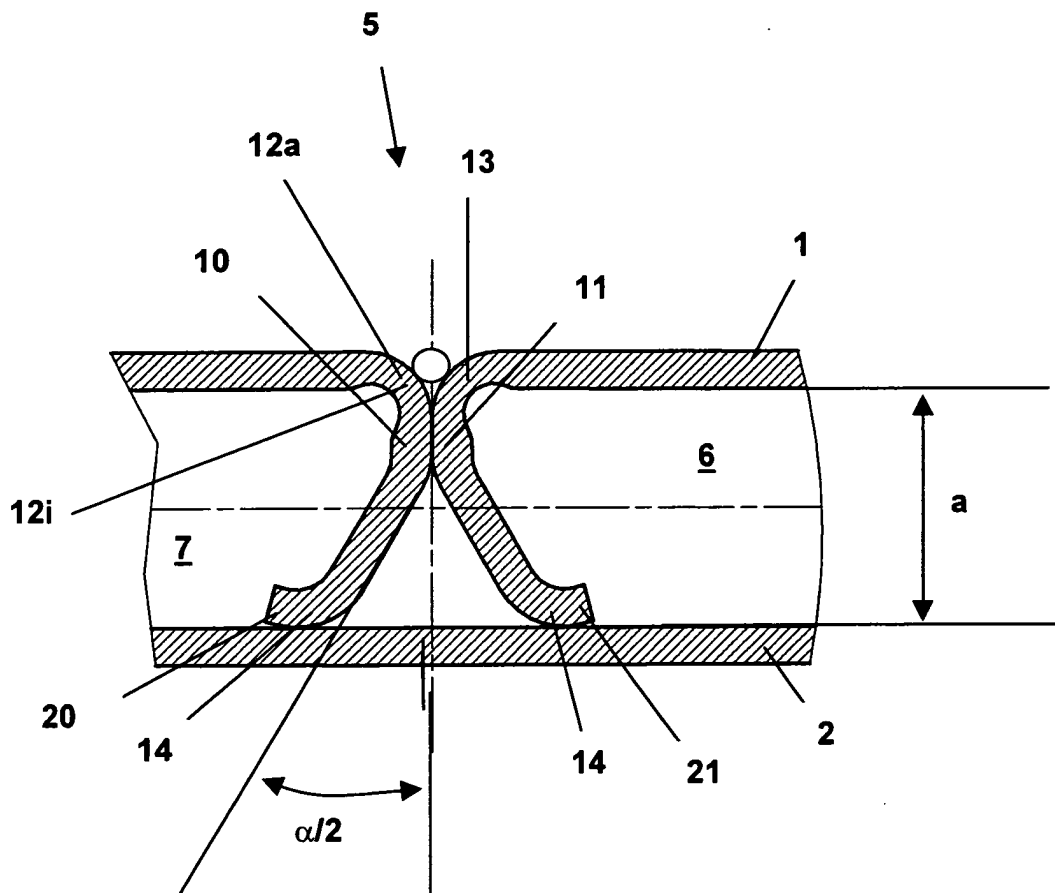


FIG. 4

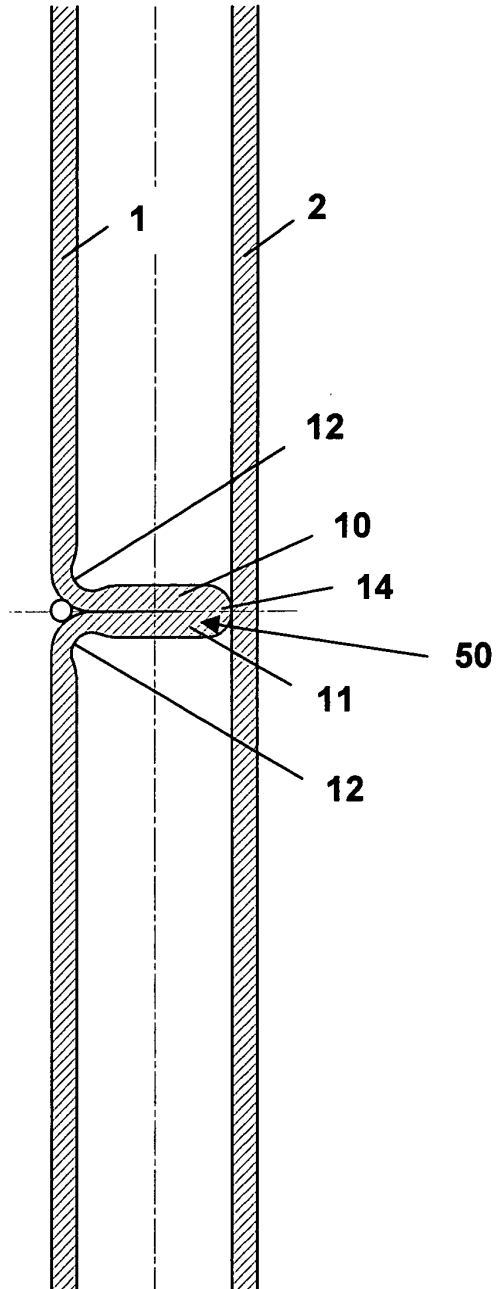
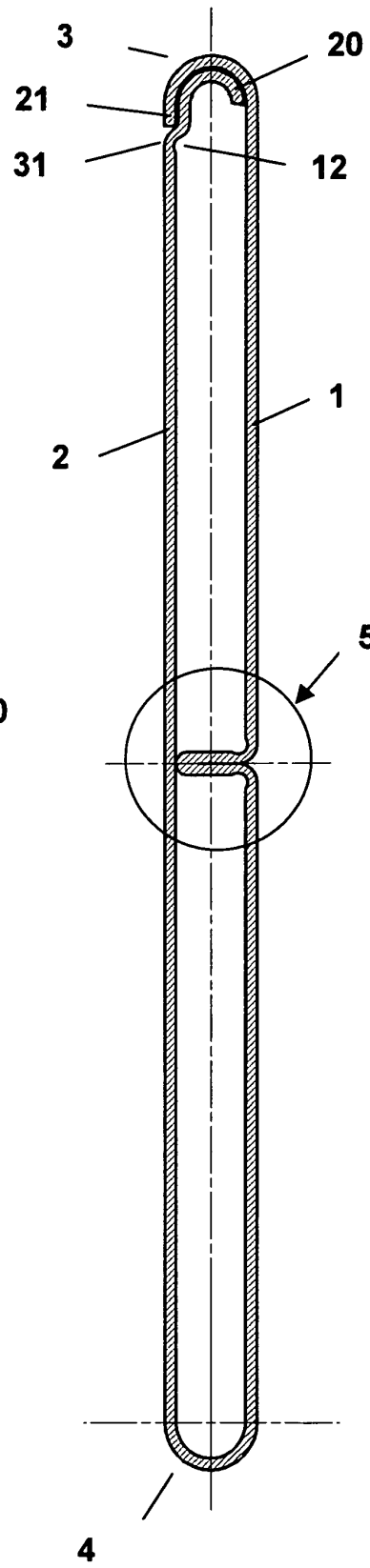


FIG. 3



Schritte

1.



2.



3.



4.



5.



6.



7.



8.



9.-17.

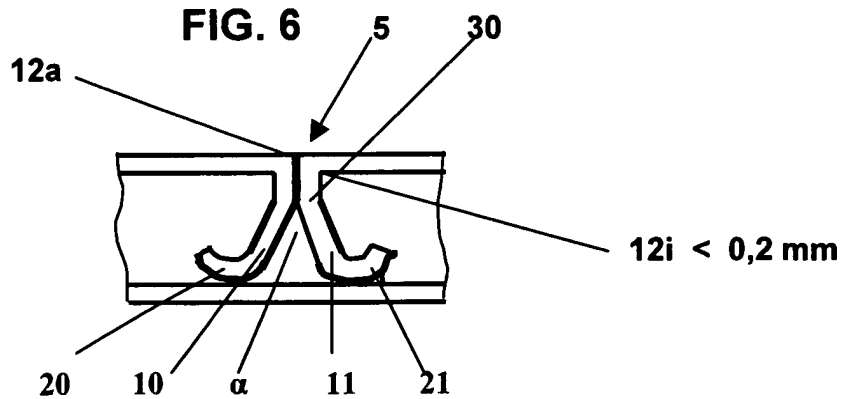


18.



FIG. 5

FIG. 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 00 9052

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 5 579 837 A (YU WEN F ET AL) 3. Dezember 1996 (1996-12-03) * das ganze Dokument *	1-10	F28D1/03
A	EP 1 074 807 A (FORD MOTOR CO) 7. Februar 2001 (2001-02-07) * das ganze Dokument *	1-10	
A	US 5 934 365 A (RHODES EUGENE E ET AL) 10. August 1999 (1999-08-10) * das ganze Dokument *	1-10	
A	US 5 890 288 A (RHODES EUGENE E ET AL) 6. April 1999 (1999-04-06) * das ganze Dokument *	1-10	
A	JP 2001 170713 A (KARUTEKKU:KK) 26. Juni 2001 (2001-06-26) * das ganze Dokument *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F28D F28F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 7. Oktober 2004	Prüfer Bain, D
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P4/C03)

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

EP 04 00 9052

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente 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.

07-10-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5579837	A	03-12-1996	KEINE		
EP 1074807	A	07-02-2001	US	6209202 B1	03-04-2001
			EP	1074807 A2	07-02-2001
US 5934365	A	10-08-1999	KEINE		
US 5890288	A	06-04-1999	KEINE		
JP 2001170713	A	26-06-2001	KEINE		

EPO FORM P0461

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