

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 660 064 A2**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **94118838.5**

51 Int. Cl.<sup>6</sup>: **F28F 9/18**

22 Anmeldetag: **30.11.94**

30 Priorität: **22.12.93 DE 4343825**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**28.06.95 Patentblatt 95/26**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**DE ES FR GB IT**

71 Anmelder: **Behr GmbH & Co.**  
**Mauserstrasse 3**  
**D-70469 Stuttgart (DE)**

72 Erfinder: **Damsohn, Herbert, Dr.**  
**Rieslingstrasse 35**  
**D-73773 Aichwald (DE)**  
Erfinder: **Schmitz, Albert**  
**Jahnstrasse 13**  
**D-75397 Simmozheim (DE)**

74 Vertreter: **Wilhelm, Hans-Herbert, Dr.-Ing. et al**  
**Wilhelm & Dauster**  
**Patentanwälte**  
**Hospitalstrasse 8**  
**D-70174 Stuttgart (DE)**

### 54 Rohr-Bodenverbindung für einen Wärmetauscher.

57 2.1 Bei Rohr/Boden-Verbindungen, insbesondere aus Aluminium treten Probleme hinsichtlich der notwendigen Dichtheit auf. In der Regel werden die Rohre in Durchzügen des Bodens verlötet und anschließend wird mit Silikon abgedichtet.

2.2 Es wird vorgeschlagen, die in den Rohrboden eingeschobenen Rohrenden durch eine über ihren gesamten Umfang verlaufende Laserschweißnaht mit dem Rohrboden zu verschweißen, deren Innenkontur bündig in die Rohrrinnenwandung und die in das Innere des Sammelraumes weisende Seite des Rohrbodens übergeht. Hierdurch kann der notwendige mechanische Halt und die erforderliche Dichtheit erzielt werden.

2.3 Verwendung für die Kühler von Kraftfahrzeugmotoren.

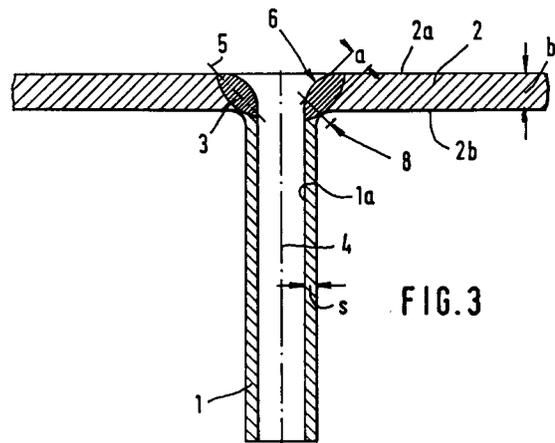


FIG. 3

EP 0 660 064 A2

Die Erfindung betrifft eine Rohr-Bodenverbindung für einen Wärmetauscher mit einem von einem Wärmetauschmedium durchströmten Rohrblock mit parallel zueinander verlaufenden Rohren aus Aluminium, die mindestens mit einem Ende in einem an einen Sammelraum angrenzenden Rohrboden aus Aluminium gehalten und mit diesem dicht verbunden sind, insbesondere einen Kühler für Kraftfahrzeugmotoren.

Die Rohr-Bodenverbindungen für Wärmetauscher, insbesondere für die Kühler von Kraftfahrzeugmotoren, aber auch für Kondensatoren, Verdampfer oder Ladeluftkühler, sind immer mit gewissen Problemen behaftet, weil die in die Rohrböden eingefügten Rohrenden zum einen mechanisch festsitzen müssen und zum anderen aber auch die notwendige Dichtheit erzielt werden muß, um Verluste des Wärmetauschmediums zu vermeiden. Für Wärmetauscher mit Aluminiumrohren und Aluminiumboden ist es bekannt, die Rohre in sogenannte Durchzüge des Bodens einzufügen und zu verlöten. In der Regel muß anschließend aber noch ein gesonderter Abdichtvorgang unter Verwendung von Silikon durchgeführt werden. Dies setzt zum einen verhältnismäßig aufwendige Arbeitsvorgänge für das Verlöten voraus und, weil gelötete Wärmetauscher nicht die notwendige Dichtheit erzielen, einen anschließenden Reinigungsvorgang mit umweltunverträglichen Mitteln, sowie danach den Vorgang der Silikonisierung.

Bekannt ist es auch, die in Durchzügen des Rohrbodens eingefügten Rohrenden mechanisch aufzuweiten und eine Gummidichtung vorzusehen. Hier treten Probleme durch das Einreißen der aufzuweitenden Rohrenden und durch verschobene Dichtungen auf, insbesondere wenn keine runden Rohrquerschnitte vorliegen. Hier gestaltet sich die Abdichtung besonders schwer.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Rohr-Bodenverbindung der eingangs genannten Art so auszubilden, daß die Forderungen nach mechanischem Halt und Dichtheit erfüllt sind.

Die Erfindung besteht ausgehend von einer Rohr-Bodenverbindung der eingangs genannten Art darin, daß die in den Rohrboden eingeschobenen Rohrenden durch eine über ihren gesamten Umfang verlaufende Laserschweißnaht mit dem Rohrboden verschweißt sind, deren Innenkontur bündig in die Rohrrinnenwandung und in die in das Innere des Sammelraumes weisende Seite des Rohrbodens übergeht.

Durch diese Ausgestaltung wird es möglich, nur durch einen Arbeitsgang sowohl den notwendigen mechanischen Halt als auch die erforderliche Dichtheit zu erreichen. Zusätzliche Arbeitsvorgänge für ein Silikonisieren oder zusätzliches Einlegen von Dichtungen werden überflüssig. Es hat sich auch gezeigt, daß es durch die Erfindung in einfa-

cher Weise möglich wird, auch Rohre mit komplizierten Querschnitten, insbesondere Flachrohre mit ovalem oder elliptischem Querschnitt oder Mehrkammerprofile, ausreichend fest und dicht mit dem Rohrboden zu verschweißen. Der Rohrboden selbst braucht keine Durchzüge mehr aufzuweisen. Es ist lediglich notwendig, die Öffnungen im Rohrboden entsprechend genau an den Rohrquerschnitt anzupassen. Schließlich stellt die erfindungsgemäß hergestellte Schweißnaht auch keinen Widerstand für die Strömung im Wärmetauscher dar, weil kein Rohrüberstand wie beim Stand der Technik mehr vorliegt. Dadurch kann auch Rohrmaterial eingespart werden.

Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet. Hervorzuheben ist auch noch, daß es durch die Erfindung in sehr einfacher Weise möglich wird, Rohrböden mit wesentlich größerer Stärke mit den Rohren zu verbinden.

Zur Herstellung einer Rohr-Bodenverbindung nach der Erfindung hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn die Öffnungen im Rohrboden zunächst so ausgelegt werden, daß die Rohrenden weitgehend spaltfrei in den Öffnungen gehalten sind, daß die Rohrenden dann in ihre zugeordneten Öffnungen so eingeschoben werden, daß sie bündig zu der an den Sammelraum angrenzenden Seiten des Rohrbodens verlaufen, und daß dann die Laserschweißung durch einen entlang des Umfanges der Rohrenden geführten Laserstrahl erfolgt. Dieser Laserstrahl arbeitet dabei ein Rohr nach dem anderen ab und wird zu diesem Zweck entsprechend den Abmessungen des Rohrbodens und der Rohre von Rohr zu Rohr und dann entsprechend am Umfang des Rohres entlanggeführt.

Für die Herstellung ist es auch sehr vorteilhaft, wenn der Fügspalt zwischen den Rohrenden und den zugeordneten Öffnungen des Rohrbodens ringsum kleiner als 0,1 mm ist. Die Laserschweißung kann ferner unter Schutzgas erfolgen, und zwar mit einem gepulsten ND/YAG-Laser.

Die Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispiels in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 Den Ausschnitt einer Draufsicht auf einen Rohrboden eines Kühlers für einen Kraftfahrzeugmotor mit eingeschweißten Rohren mit Ovalquerschnitt,  
 Fig. 2 in vergrößerter Darstellung den Schnitt durch eine Rohrbodenverbindung längs der Schnittlinie III-III in Fig. 1, jedoch noch vor dem Schweißvorgang, und  
 Fig. 3 die weitervergrößerte Darstellung des Schnittes III-III der Fig. 1 mit dem eingeschweißten Rohr.

Aus den Fig. 1 und 3 ist erkennbar, daß die erfindungsgemäße Rohr-Bodenverbindung für den als Kühler für Kraftfahrzeugmotoren dienenden Wärmetauscher zwischen mehreren, in an sich bekannter Weise angeordneten und in nicht dargestellter Weise noch mit einem Netz von Kühlrippen versehenen Flachrohren (1) aus Aluminium und einem Rohrboden (2), ebenfalls aus Aluminium vorgenommen worden ist. Die Rohre sind dabei mit ihrer Achse (4) jeweils senkrecht zu dem Rohrboden (2) ausgerichtet. Sie besitzen eine Wanddicke (s), die beim Ausführungsbeispiel wesentlich geringer ist als die Dicke (b) des Rohrbodens (2). Die Dicke (b) beträgt etwa das dreifache der Wandstärke (s) der Rohre (1).

Die Rohre (1) sind mit diesem Rohrboden (2) über eine längs ihres gesamten Umfanges verlaufende Schweißnaht (3) mit dem Rohrboden (2) verbunden, die, wie Fig. 3 zeigt, einen etwa ovalen Querschnitt mit spitz auslaufenden Enden besitzt, dessen Längsachse (5) etwa unter 45° zum Rohrboden (2) und zu den Rohrachsen (4) verläuft. Die Schweißnaht (3), die durch einen Laserstrahl erzeugt wurde, erstreckt sich dabei von der einem nicht gezeigten Sammelraum für das Wärmetauschmedium zugewandten Seite (2a) des Rohrbodens (2) bis unterhalb von dessen Unterseite (2b). Sie weist eine abgerundete, der Rohrmündung zugewandte Innenkontur (6) auf, die jeweils tangential in die Seitenwand (2a) des Rohrbodens (2) bzw. in die Innenwand (1a) der Rohre (1) übergeht. Die Schweißnaht bildet daher eine Art Einlauftrichter an der Mündungsstelle der Rohre. Sie steht an keiner Stelle über die Innenwand (2a) vor.

Um diese Form der Schweißnaht zu erreichen, die strömungstechnisch außerordentlich günstig ist, weil kein Rohrüberstand mehr vorliegt, werden alle Rohre (1) zunächst wie in Fig. 2 gezeigt, mit ihren Rohrenden so in zugeordnete Öffnungen (7) des Rohrbodens (2) eingeschoben, daß ihre Enden bündig zu der Seite (2a) verlaufen. Dabei muß der zwischen den Öffnungen (7) und dem Außenumfang der Rohre (1) bestehende Fügspalt (f) so gewählt sein, daß er ringsum kleiner als 0,1 mm ist. Sind die Rohre in dieser Weise ausgerichtet und angeordnet, wird die Schweißnaht (3) mit Hilfe eines gepulsten Nd-YAG-Laserstrahls erzeugt, der von Rohr zu Rohr und dort jeweils längs des gesamten Umfanges des Endes des Rohres (1) von der Seite des Sammelraumes her geführt ist. Der Laserstrahl arbeitet daher nacheinander alle Rohre (1) an der bündig im Rohrboden (2) steckenden Seite ab. Die Schweißnaht erhält dann die in Fig. 3 gezeigte Form. Sie ist an der Stelle (8), gemessen unter einem Winkel von 45°, den die Winkelhalbierende zwischen der Unterseite (2b) des Rohrbodens (2) und der Außenwand des Rohrbodens (1) einnimmt, größer als die Wandstärke (s) des Rohres

(1); (a) ist daher größer als (s).

Diese Form der Schweißnaht, die sich durch die besondere Laser-Schweißung ergibt, gibt der Rohr-Bodenverbindung eine außerordentlich gute Festigkeit. Es wäre auch möglich, mehrere Rohre gleichzeitig durch mehrere Laser, oder - weil das Lochbild im Rohrboden ein regelmäßiges Muster darstellt - durch Strahlteilung mit dem Rohrboden zu verschweißen.

## Patentansprüche

1. Rohr-Bodenverbindung für einen Wärmetauscher mit einem von einem Wärmetauschmedium durchströmten Rohrblock mit parallel zueinander verlaufenden Rohren (1) aus Aluminium, die mindestens mit einem Ende in einem an einen Sammelraum angrenzenden Rohrboden (2) aus Aluminium gehalten und mit diesen dicht verbunden sind, insbesondere Kühler für Kraftfahrzeugmotoren, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Rohrboden (2) eingeschobenen Rohrenden durch eine längs ihres gesamten Umfangs verlaufende Laserschweißnaht (3) mit dem Rohrboden verschweißt sind, deren Innenkontur (6) bündig in die Rohrrinnenwandung (1a) und die in das Innere des Sammelraumes weisende Seite (2a) des Rohrbodens (2) übergeht.
2. Rohr-Bodenverbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrachsen (4) jedes Rohres (1) senkrecht zum Rohrboden (2) stehen und die Schweißnaht (3) einen Querschnitt in Form eines Ovals aufweist, dessen Längsachse (5) etwa unter 45° zu der Rohrachse (4) verläuft.
3. Rohr-Bodenverbindung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stärke (b) des Rohrbodens (2) deutlich größer als die Dicke (s) der Rohrwandung ist.
4. Rohr-Bodenverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schweißnaht (3) bis in einen Bereich des Rohres (1) reicht, der im Abstand zu der vom Sammelraum abgewandten Seite (2b) des Rohrbodens (2) liegt.
5. Rohr-Bodenverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schweißnaht (3) gemessen unter einem Winkel von 45° am Schnittpunkt zwischen der Rohraußenwandung und der Rohrbodenunterseite (2b) eine Dicke (a) aufweist, die größer ist als die Stärke (s) der Rohrwandung.

6. Rohr-Bodenverbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenkontur (6) der Schweißnaht (3) abgerundet ist, so daß eine Art Einlauftrichter an der Rohrmündung entsteht. 5
7. Rohr-Bodenverbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (1) als Flachrohre ausgebildet sind. 10
8. Rohr-Bodenverbindung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (1) einen ovalen bzw. elliptischen Querschnitt besitzen.
9. Rohr-Bodenverbindung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre (1) als Mehrkammerprofile mit flachem Querschnitt ausgebildet sind. 15
10. Verfahren zur Herstellung einer Rohr-Bodenverbindung nach Anspruch 1 oder einem der anderen Ansprüche 2 bis 9, gekennzeichnet dadurch, daß die Öffnungen (7) im Rohrboden (2) so ausgelegt werden, daß die Rohrenden weitgehend spaltfrei in den Öffnungen gehalten sind, daß die Rohrenden in ihre zugeordneten Öffnungen (7) so eingeschoben werden, daß sie bündig zu der an den Sammelraum angrenzenden Seite (2a) des Rohrbodens (2) verlaufen, und daß dann die Laserschweißung durch einen entlang des Umfanges der Rohrenden geführten Laserstrahl erfolgt. 20  
25  
30
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Fügespalt (f) zwischen den Rohrenden und den zugeordneten Öffnungen (7) des Rohrbodens (2) ringsum kleiner als 0,1 mm ist. 35
12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Schweißung unter Schutzgas erfolgt. 40
13. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Schweißung mit einem gepulsten ND-YAG-Laser erfolgt. 45

50

55

FIG. 1

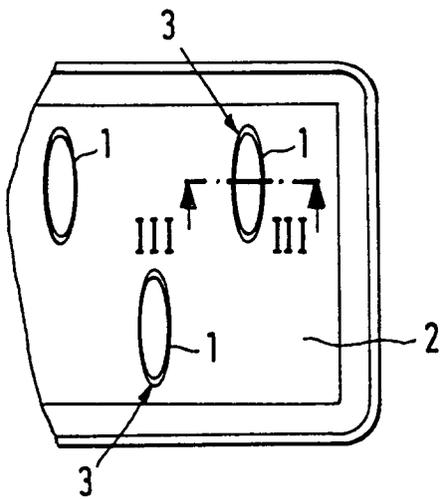


FIG. 2

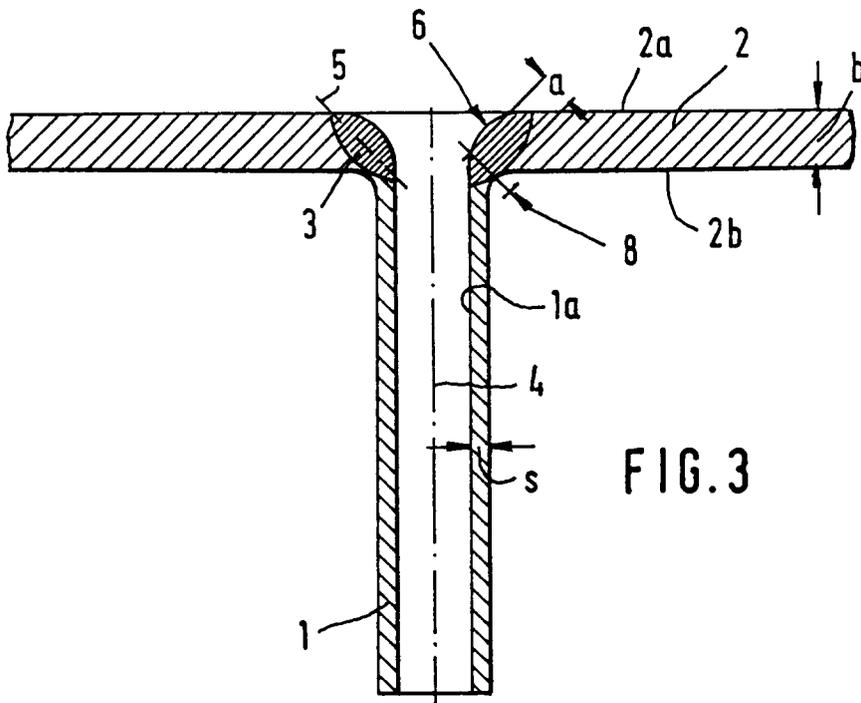
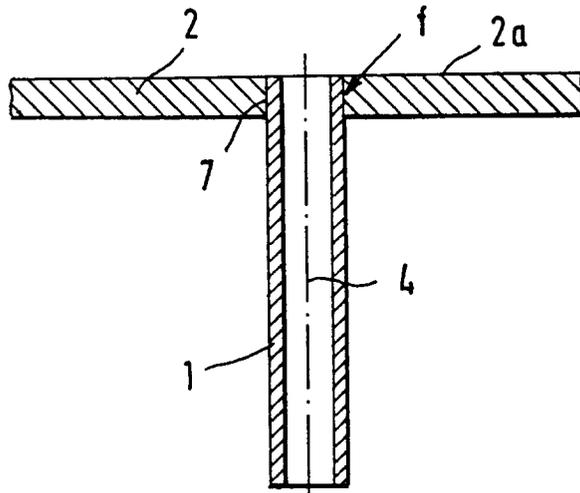


FIG. 3