



(11) **EP 3 936 808 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.01.2022 Patentblatt 2022/02

(51) Int Cl.:
F28F 1/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21183932.9**

(22) Anmeldetag: **06.07.2021**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Schmöle GmbH**
58730 Fröndenberg (DE)

(72) Erfinder: **Neumann, Till**
58640 Iserlohn (DE)

(74) Vertreter: **Roche, von Westernhagen & Ehresmann**
Patentanwaltskanzlei
Mäuerchen 16
42103 Wuppertal (DE)

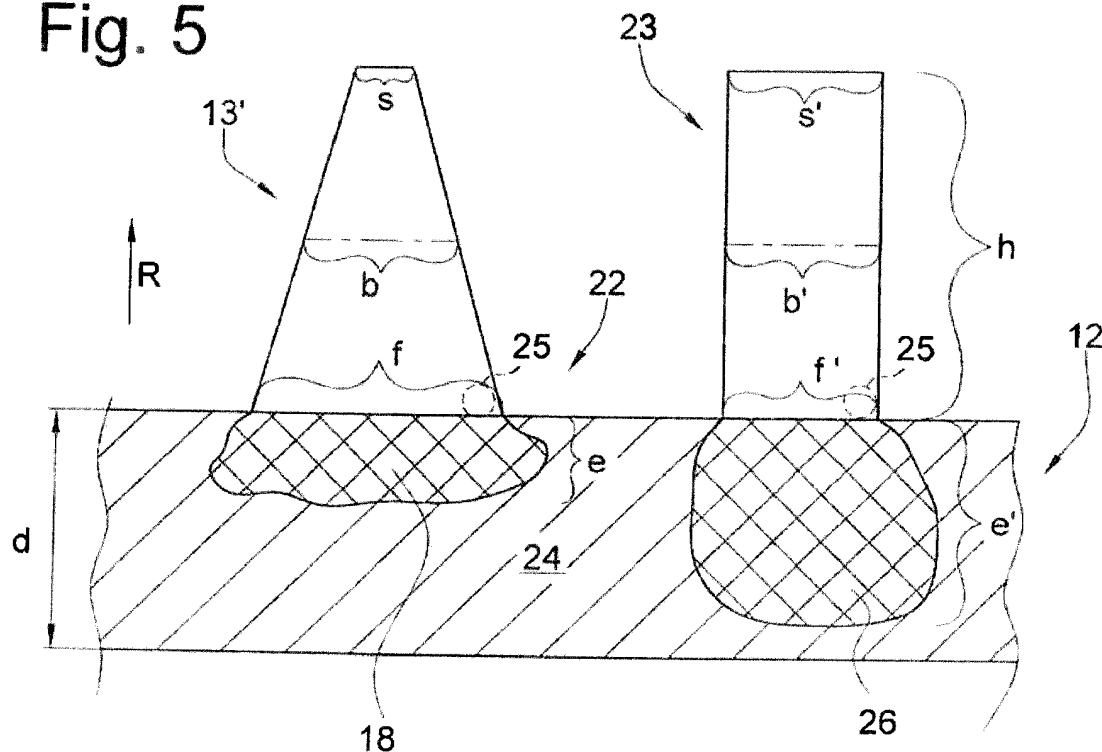
(30) Priorität: **07.07.2020 DE 102020117930**

(54) **RIPPENROHR UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG**

(57) Rippenrohr, umfassend einen Rohrgrundkörper, an dessen Außenseite zwecks Rippenbildung ein Band, insbesondere wendelförmig, festgelegt, vorzugs-

weise verschweißt, ist, dadurch gekennzeichnet, dass das festgelegte Band einen sich, jedenfalls abschnittsweise, verjüngenden Querschnitt aufweist.

Fig. 5



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft zunächst ein Rippenrohr mit einem Rohrgrundkörper. Solche Rippenrohre werden in Wärmetauschern eingesetzt und hierzu typischerweise von Fluid, bspw. erwärmtem Wasser, durchlaufen. Zur Verbesserung der Wärmeleiteigenschaften weisen die Rohre Rippen auf.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind dabei grundsätzlich zwei Arten von Rippenrohren bekannt:

Bei der ersten Art werden die Rippen aus den Wänden des Rohrgrundkörpers, durch Beaufschlagung mit Scheibenpaketen, herausgewalzt, wobei dies den Nachteil aufweist, dass die Rippen dabei nicht besonders hoch ausfallen können, was aber grundsätzlich gewünscht ist.

[0003] Die zweite, für die vorliegende Erfindung gattungsgemäße, Art an Rippenrohren, besteht aus Rohrgrundkörpern, welchen ein separates Band, aus dem gleichen Material wie der Rohrgrundkörper oder aus einem anderen Material, zugeführt wird, wobei das Band an der Außenseite des Rohrgrundkörpers festgelegt, typischerweise mithilfe eines Lasers verschweißt, wird.

[0004] Wie Fig. 1 zeigt, steht das Band dabei normalerweise, jedenfalls im Querschnitt (welcher üblicherweise vollständig homogen ausgebildet ist), in einem 90° Grad Winkel von der Oberfläche des Rohrgrundkörpers ab.

[0005] Auch wenn derartige Rippenrohre der zweitgenannten Art grundsätzlich vorteilhaft und erfolgreich eingesetzt werden, besteht doch ein stetes Bedürfnis nach Verbesserungen. Insbesondere kann im Stand der Technik ein Problem bestehen, nach welchem aufgrund von Korrosion Materialschwächungen im Kontaktbereich zwischen Band und Rohrgrundkörper auftreten, welche insbesondere bei dem Verschweißen mithilfe eines Lasers zu Problemen führen können.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Rippenrohr bereitzustellen, welches insgesamt robuster gegenüber Materialschwächungen aber auch gegenüber Umformvorgängen etc. ist.

[0007] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1, insbesondere mit denen des Kennzeichenteils, und ist demgemäß dadurch gekennzeichnet, dass das festgelegte Band einen sich, jedenfalls abschnittsweise, verjüngenden Querschnitt aufweist.

[0008] Mit anderen Worten besteht die Idee der Erfindung darin, ein Band mit einer stabileren Querschnittsform, insbesondere einem breiteren Fußbereich, bereitzustellen.

[0009] Dies kann bspw. dadurch gelingen, dass das Band (im Gegensatz zu einem herkömmlichen, im Querschnitt punktsymmetrischen Band) einen umgeformten Querschnitt aufweist.

[0010] Der Querschnitt des Bandes kann bspw. trapezförmig sein, jedenfalls nicht mehr punktsymmetrisch.

[0011] Beispielsweise kann auf das Band vor der Befestigung an dem Rohrgrundkörper derart eingewirkt

werden, dass die Bandseiten zueinander hin (keilförmig) umgeformt werden.

[0012] Hierfür kann das Band bspw. durch zwei Walzkörper hindurchbewegt werden, um eine entsprechende Verformung zu erreichen.

[0013] Das Band kann dann einen breiteren Fußbereich aufweisen als Scheitelpunkt.

[0014] Insbesondere wird das Band bei einer entsprechenden Verformung im Fußbereich verbreitert und im Scheitelpunkt schmaler gemacht. Dies führt zu der schon genannten Trapezform.

[0015] Dadurch, dass das Band aufgrund der Verjüngung einen besonders breiten Kontaktbereich, insbesondere im Fußbereich des Bandes, aufweist, kann eine stabilere Anbringung an dem Rohrgrundkörper erfolgen.

[0016] Insbesondere werden Materialschwächungen im Bereich zwischen Rohrgrundkörper und dem Fußbereich des Bandes dadurch aufgefangen, dass sich mehr Bandmaterial im Fußbereich befindet. Materialschwächungen wirken sich daher nicht mehr so stark aus wie bei einem herkömmlichen, unverformten Band. Selbst die Verschweißung des Bandes mithilfe eines Lasers ist aufgrund der relativ weniger ins Gewicht fallenden Materialschwächung problemlos möglich.

[0017] Ein weiterer, vorteilhafter Effekt eines verbreiterten Fußbereichs bzw. eines sich nach außen hin verjüngenden Querschnitts besteht darin, dass bei einem Schweißvorgang (zum Anbringen des Bandes an dem Rohrgrundkörper) ein Schmelzbad entsteht, das im Vergleich zu dem Schmelzbad eines Bandes mit einem herkömmlichen, unverformten Querschnitt flacher ausfällt, sich also nicht so weit in die Wand des Rohrgrundkörpers hinein erstreckt wie bei einem herkömmlichen Band.

[0018] Mit anderen Worten ist das Schmelzbad bei einem herkömmlichen, unverformten Band tiefer und dringt weiter in die Wand des Rohrgrundkörpers ein.

[0019] Hierdurch wird es erfindungsgemäß möglich, einen Rohrgrundkörper mit einer geringeren Wandstärke zu nutzen, was zu reduzierten Gesamtkosten führt.

[0020] Wird eine sich verjüngende Rippe hingegen bei einem Rohrgrundkörper vorgegebener Wandstärke eingesetzt, so ist der Vorteil der erfindungsgemäßen Ausbildung darin zu sehen, dass durch den breiteren Fußbereich eine insgesamt stabilere Ausgestaltung erreicht werden kann, insbesondere derart, dass der Rohrgrundkörper während des Prozesses des Anbringens des Bandes schneller rotierbar ist, da das Band mit verbreitertem Fußbereich toleranter gegenüber hohen Rotationsgeschwindigkeiten des Rohrgrundkörpers ist. Dies führt insgesamt zu einer Zeitersparnis bei der Anbringung des Bandes an dem Rohrgrundkörper.

[0021] Auch ist ein erfindungsgemäß ausgebildetes Band toleranter gegenüber späteren Umformungen des Rippenrohrs. So wird ein Rippenrohr typischerweise durch die Berippung eines im Wesentlichen geraden Rohrgrundkörpers hergestellt, wobei das fertiggestellte, also auch im Wesentlichen gerade, Rippenrohr anschließend - jedenfalls in manchen Einsatzfällen - umgeformt

wird, bspw. hin zu einer Wendelform, in welcher sie in einen Wärmetauscher eingebaut wird.

[0022] Versuche in der Praxis haben jedenfalls ergeben, dass unverformte Bänder als Rippen bei einem Umformprozess des Rippenrohres (z. B. einem Umbiegen) eher zu Problemen führen, als Bänder mit einem verbreiterten Fußbereich.

[0023] Erfindungsgemäß soll das Band einen sich, jedenfalls abschnittsweise, verjüngenden Querschnitt aufweisen. Der gemeinte Querschnitt ist hierbei insbesondere orthogonal zur Längserstreckungsrichtung des Bandes ausgerichtet (im Wesentlichen orthogonal zur Förderrichtung).

[0024] Herkömmliche Bänder weisen typischerweise einen im Wesentlichen rechteckigen (ggf. an den Kanten abgerundeten) Querschnitt auf, mit zwei sich gegenüberliegenden Seiten und zwei sich gegenüberliegenden, kürzeren Kanten. Insbesondere die sich gegenüberliegenden Seiten sind dabei parallel zueinander ausgerichtet.

[0025] Ein verjüngender Querschnitt bedeutet nunmehr erfindungsgemäß zunächst einmal, dass die Seiten nicht mehr (jedenfalls nicht über die gesamte Breite des Bandes) parallel verlaufen.

[0026] Insbesondere bedeutet der sich verjüngende Querschnitt dabei, dass das Band nun an einer Kante, welche insbesondere auch als Fußbereich bezeichnbar ist, breiter ausgebildet ist als an der gegenüberliegenden Kante, welche insbesondere auch als Scheitelbereich zu bezeichnen ist.

[0027] "Jedenfalls abschnittsweise" soll in diesem Zusammenhang bedeuten, dass sich der Querschnitt nicht über die gesamte Breite des Bandes verjüngen muss. Es reicht erfindungsgemäß zunächst aus, dass sich lediglich ein Abschnitt verjüngt, während andere Abschnitte bspw. gleichbleibend ausgebildet sind oder sich im Extremfall sogar verbreitern.

[0028] In diesem Fall ist gemäß der weitesten Ausführungsform der Erfindung also auch ein Rippenrohr mit einem Band zu verstehen, welches sich zwar von seinem Fußbereich hin zu seinem Scheitelbereich insgesamt oder abschnittsweise verjüngt, in einem dazwischen liegenden Bereich aber bspw. breiter wird (insbesondere sofern der Scheitelbereich schmaler ist als der Fußbereich des Bandes).

[0029] Vorzugsweise verjüngt sich das festgelegte Band dabei bzgl. des Rohrgrundkörpers radial nach außen, insbesondere damit der Anbindungsbereich des Rohrgrundkörpers besonders breit ist.

[0030] Das Band wird an dem Rohrgrundkörper festgelegt, das heißt, dass die Rippe nicht aus dem Rohrgrundkörper herausgewalzt ist. Typischerweise wird das Band verschweißt, hierfür wird insbesondere ein Laser verwendet, bspw. ein Faserlaser (oder jeder andere für den Einsatzfall geeignete Laser). Welcher Laser verwendet wird kann insbesondere von den gewählten Materialien für das Band und den Rohrgrundkörper abhängen.

[0031] Der Rohrgrundkörper und das Band können da-

bei grundsätzlich aus unterschiedlichen Materialien bestehen oder in besonderen Fällen auch aus demselben Material.

[0032] Band und/oder Rippenrohr bestehen typischerweise aus Metall.

[0033] Beispielsweise kann das Band aus Kupfer oder Aluminium bestehen, deren Wärmeleitfähigkeit besonders für den Einsatz in Wärmetauschern geeignet ist. In anderen Beispielen kann das Band aber auch aus einem anderen Material, bspw. Edelstahl, Aluminium, Titanium oder C-Stahl bestehen.

[0034] Der Rohrgrundkörper kann typischerweise aus Kupfer bestehen, da dieses als Material gilt, welches besonders gut zur unbedenklichen Kontaktierung bzw. Leitung von Brauchwasser geeignet ist. Alternativ kann der Rohrgrundkörper aus einem anderen geeigneten Material wie bspw. Edelstahl oder Aluminium bestehen.

[0035] Typischerweise wird am Rohrgrundkörper genau ein Band festgelegt.

[0036] Dieses kann sich bspw. wendelförmig um den Rohrgrundkörper herumwickeln.

[0037] Alternativ ist aber auch die Befestigung von mehreren Bändern an einem Rohrgrundkörper möglich. Dies kann insbesondere die Berippungsgeschwindigkeit erhöhen.

[0038] Bei den Bändern kann es sich insbesondere um Bänder gleicher Art (also gleichen Materials, gleichen Querschnitts, etc.) handeln oder auch um unterschiedliche Bänder (bspw. unterschiedlichen Materials und/oder unterschiedlichen Querschnitts).

[0039] Bei der Herstellung eines derartigen Rohres wird ein Laserstrahl typischerweise in den Kontaktbereich zwischen Rohrgrundkörper und Band eingestrahlt. Er bestrahlt sowohl Teile des Rohrgrundkörpers als auch des Bandes (nämlich zum teilweisen Aufschmelzen beider Körper zur Erzeugung eines befestigenden Schweißplasmas bzw. einer Schweißschmelze).

[0040] Hierbei ist entscheidend, dass das Band insbesondere bereits einen sich (jedenfalls abschnittsweise) verjüngenden Querschnitt aufweist, bevor es am Rohrgrundkörper verschweißt wird. Der sich verjüngende Querschnitt soll also unabhängig von der erstarrten Schmelze feststellbar sein.

[0041] Typischerweise liegt das Bandmaterial zunächst in einer Endlosform (bspw. als Coil oder ähnliches) vor und wird an den Rohrgrundkörper herangeführt, welcher typischerweise rotierend aufgehängt ist. Der Rohrgrundkörper kann das Band während des Berippungsvorgangs also mitnehmen, derart, dass das Band, insbesondere unter Zug, im Wesentlichen wendelförmig an dem Rohrgrundkörper angelegt und dort von dem Laser verschweißt wird.

[0042] Nach Fertigstellung kann das gesamte Rippenrohr in die gewünschte Länge zurechtgeschnitten und/oder dann ggf. noch in eine andere, endgültige Form, bspw. eine Wendelform oder auch eine Ω -Form überführt werden, sofern dies gewünscht ist.

[0043] Der Rohrgrundkörper liegt während des Berip-

pungsvorganges nämlich typischerweise in einer geraden, linearen, stangenartigen Form vor. Er kann - wie bereits genannt - während des Berippungsvorgangs insbesondere rotiert werden, wozu er bspw. an seinen Enden eingespannt oder auf einen Dorn aufgebracht sein kann. Das Band wird hierbei typischerweise quer zur Richtung der Längserstreckung des Rohrgrundkörpers (also tangential) an den Rohrgrundkörper herangeführt.

[0044] Rohrgrundkörper können - je nach Anwendungsfall - völlig unterschiedliche Durchmesser von bspw. zwischen 5 und 150 mm aufweisen. Auch die Wandstärke des Rohrgrundkörpers kann dementsprechend variieren (von Bruchteilen von Millimetern bis hin zu mehreren Millimetern).

[0045] Die Höhe der Rippen bzw. des Bandes beträgt normalerweise zwischen 1 und 40 mm.

[0046] Die Rippen der festgelegten Bänder stehen etwa senkrecht also im 90° Grad Winkel von der (noch geraden) Rohrgrundkörperoberfläche ab. Bezüglich der Rippen mit verjüngenden Querschnitten bedeutet dies im Wesentlichen, dass die Mittelsenkrechte oder Mittelachse (bezogen auf den Querschnitt) in etwa radial von dem Rohrgrundkörper absteht.

[0047] Das erfindungsgemäße Rippenrohr kann insbesondere auch eine Drallstruktur an seiner Rohrinnen-seite vorsehen. Diese kann vor oder nach dem Berippungsvorgang oder während des Berippungsvorgangs hergestellt werden (bspw. durch ein Durchdrücken von der Außenseite her).

[0048] Die fertiggestellten Rippenrohre können insbesondere in Wärmetauschern verbaut oder zu solchen zusammengesetzt werden oder ähnliches.

[0049] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Band in seinem Fußbereich an dem Rohrgrundkörper festgelegt. Hierbei verjüngt sich der Querschnitt des Bandes mit zunehmendem Abstand vom Fußbereich. Mit anderen Worten verjüngt sich der Querschnitt radial vom Rohrgrundkörper weg. Noch anders ausgedrückt ist der Querschnitt im Bereich des Rohrgrundkörpers breiter als entfernt von diesem.

[0050] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung verjüngt sich der Querschnitt im Wesentlichen monoton. Dies bedeutet, dass der Querschnitt von seinem breiteren Bereich hin zu seinem schmalen Bereich nie in der Breite zunimmt. Er kann über einen Bereich durchaus gleichbleiben.

[0051] Insbesondere verjüngt sich der Querschnitt aber streng monoton, was dann heißt, dass der Querschnitt ausschließlich abnimmt (ohne abschnittsweise gleich zu bleiben oder größer zu werden). Vorzugsweise erfolgt diese monotone Verjüngung nach außen hin, also mit zunehmendem Abstand vom Fußbereich.

[0052] Es kann vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass sich der Querschnitt des Bandes über die gesamte Länge des Rohres bzw. Bandes nicht ändert sondern konstant bleibt.

[0053] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Querschnitt im Wesentli-

chen trapezförmig ausgebildet. Er weist also insbesondere zwei Seiten auf, die nicht parallel sind sondern zu einander in einem gewissen Winkel verkippt. Die Ober- und Unterkante können dabei auch im Wesentlichen parallel ausfallen. Die Formulierung "im Wesentlichen" bedeutet in diesem Zusammenhang insbesondere, dass eine Trapezform erkennbar ist. Ganz geringe Abweichungen von einer Trapezform sind natürlich hinnehmbar. Es geht um den Gesamteindruck.

[0054] Mit anderen Worten kann der Querschnitt im Wesentlichen keilförmig ausgebildet sein. Eine Keilform wird auch in diesem Fall von den zwei zueinander verkippten Seiten oder Flanken einer Rippe bzw. eines Bandes beschrieben. Die Keilform kann dabei dem Querschnitt eines Kegels oder eines Kegelstumpfes entsprechen.

[0055] Vorteilhaftweise ist das Band über eine Befestigungsschmelze am Rohrgrundkörper festgelegt. Der im Hauptanspruch beschriebene, sich verjüngende Querschnitt bezieht sich dabei dann gerade nicht auf diesen Schmelzbereich, welcher ja bei jedem üblichen, verschweißten Rohr vorhanden sein kann.

[0056] In diesem Sinne ist die Idee schon so zu verstehen, dass das Band auch abgesehen bzw. unabhängig von der Schmelze einen sich verjüngenden Querschnitt aufweist (ein Band mit rechteckigem Querschnitt, welches einfach durch eine Schmelze breiter wird, ist somit nicht gemeint).

[0057] Es ist vielmehr auf den Querschnitt abseits der Befestigungsschmelze abzustellen bzw. entfernt von der Befestigungsschmelze bzw. beginnend unmittelbar im Anschluss an die Befestigungsschmelze.

[0058] Mit noch anderen Worten kann man sich hierbei zur Festlegung des maßgeblichen Querschnitts eine Fortsetzung des Band- oder Rippenquerschnitts vorstellen, für den Fall dass kein Aufschmelzen erfolgt wäre.

[0059] Es ist also auf das Bandmaterial abzustellen, nicht auf das der Schmelze.

[0060] Noch anders ausgedrückt geht es um den Querschnitt des noch nicht festgelegten Bandes.

[0061] Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Querschnitt im Wesentlichen spiegelsymmetrisch ausgebildet. Insbesondere ist hiermit eine Spiegelung entlang einer Mittelachse des Querschnitts gemeint, wobei diese Mittelachse im Wesentlichen in Bezug auf die größte Längserstreckung des Querschnitts zu verstehen ist.

[0062] An dieser Stelle sei zur weiteren Erklärung klar gestellt, dass mit dem Querschnitt des Bandes derjenige Querschnitt gemeint ist, bei welchem die Höhe die Breite deutlich, insbesondere um das mindestens Zweifache oder Dreifache, übersteigt (lediglich um einer Fehlinterpretation vorzubeugen, nach welcher man den Querschnitt parallel zur Seite des Bandes legen würde).

[0063] Gemäß einer weiteren besonderen Ausgestaltung der Erfindung verjüngt sich der Querschnitt um maximal 50 Prozent. Dies heißt insbesondere, dass der Rippen- oder Bandquerschnitt in seinem Scheitelbereich

maximal halb so breit ist wie in seinem Fußbereich.

[0064] Gemäß einer weiteren noch vorteilhafteren Ausgestaltung der Erfindung verjüngt sich der Querschnitt um maximal 35 Prozent, sodass der Scheitelbereich seiner Breite nach im Vergleich zum Fußbereich mindestens 65 Prozent der Breite oder mehr beträgt.

[0065] Vorteilhafterweise weist das Band verkippt zu einander gewalzte Flanken auf. Die Flanken können also derart bearbeitet, nämlich gewalzt, sein, dass sie nicht mehr parallel verlaufen, sondern verkippt zueinander angeordnet sind, also im Bereich einer Kante einen geringeren Abstand haben als im Bereich der gegenüberliegenden Kante.

[0066] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe außerdem mit einem Verfahren gemäß Patentanspruch 9 und ist demnach insbesondere durch die Schritte des Festlegens eines Bandes an einem Rohrgrundkörper gekennzeichnet, wobei das festzulegende Band einen sich, jedenfalls abschnittsweise, verjüngenden Querschnitt aufweist. Alle im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Rippenrohr bisher vorgestellten Vorteile und Ausführungen sollen an dieser Stelle nicht explizit für den Anspruch 9 wiederholt werden, für diesen aber gleichfalls gelten. Bei dem Verfahren kann das Band also bspw. in seinem Fußbereich an dem Rohrgrundkörper festgelegt werden, wobei sich der Querschnitt mit zunehmendem Abstand vom Fußbereich verjüngt.

[0067] Gemäß einer ganz besonders vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens umfasst dieses einen Verfahrensschritt, nach welchem das Band vor dem Festlegen (an dem Rohrgrundkörper) eine Querschnittsumformung hin zu einem sich verjüngenden Querschnitt erfährt. Das so im Querschnitt umgeformte Band kann danach an dem Rohrgrundkörper auf herkömmliche Weise festgelegt werden.

[0068] Insbesondere kann ein Walz-Prozess verwendet werden bzw. ein Walz-Werkzeug.

[0069] Das verwendete Werkzeug kann vorteilhafterweise zwei Kontakt-, Walz- oder Pressflächen aufweisen, welche jeweils auf eine gegenüberliegende Seite des Bandes einwirken, um die Umformung zu erreichen.

[0070] Die beiden besagten Flächen können dabei vorteilhafterweise einen Anstellwinkel zueinander einnehmen, welcher später im Wesentlichen dem Verkippwinkel der beiden Seiten des Bandes zueinander entspricht.

[0071] Die Flächen können bspw. von Walzen oder Pressen oder ähnlichem bereitgestellt werden.

[0072] Besonders vorteilhafterweise wird ein Walzwerkzeug genutzt, bei welchem zwei Walzen bezüglich ihrer Achse verkippt zueinander angeordnet sind.

[0073] Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den gegebenenfalls nicht zitierten Unteransprüchen sowie aus der nun folgenden Figurenbeschreibung.

[0074] Darin zeigen

Fig. 1 in einer schematischen, vergrößerten Darstellung einen Ausschnitt aus einem Schnitt durch

ein Rippenrohr des Standes der Technik unter Darstellung einer einzelnen Rippe,

Fig. 2 in einer sehr schematischen, teilgeschnittenen Seitenansicht ein erfindungsgemäßes Rippenrohr in einer geraden (oder noch ungeformten) Ausführung,

Fig. 3 einen ebenfalls schematischen, vergrößerten Ausschnitt eines erfindungsgemäßen Rippenrohres unter Darstellung einer einzelnen Rippe, etwa gemäß einer Ansicht nach Fig. 1,

Fig. 4 ein Rohrabschnitt, etwa gemäß Kreis IV in Fig. 2, in vergrößerter Darstellung unter Hinzufügung einer weiteren, noch nicht verschweißten Rippe, links von der bereits befestigten Rippe,

Fig. 5 in einer Ansicht, etwa gemäß Fig. 4, einen Vergleich zweier Rippen, von welchen eine auf einem Band mit umgeformten Querschnitt beruht und eine auf einem Band mit herkömmlichem Querschnitt, wobei beide lediglich exemplarisch an demselben Rohrgrundkörper angeordnet sind (die Figur könnte aber auch so aufgefasst werden, dass die Rippen an unterschiedlichen Rohrgrundkörpern angeordnet sind),

Fig. 6 in einer sehr schematischen Seitenansicht die Darstellung eines Walz-Prozesses eines Bandes zur Erlangung des gewünschten, sich verjüngenden Querschnitts,

Fig. 7 eine sehr schematische Seitenansicht des in Fig. 6 dargestellten Prozesses im Bereich der Walz-Vorrichtung, etwa entlang Ansichtspfeil VII in Fig. 6, und

Fig. 8 ein Beispiel für ein umgeformtes, erfindungsgemäßes Rippenrohr unter zusätzlicher Darstellung von Anschlüssen.

[0075] Der nachfolgenden Figurenbeschreibung sei vorangestellt, dass gleiche oder vergleichbare Teile gegebenenfalls mit identischen Bezugszeichen versehen sind, teilweise unter Hinzufügung kleiner Buchstaben oder von Apostrophs.

[0076] Fig. 2 zeigt zunächst ein bereits fertig gestelltes Rippenrohr 10, welches dem Grunde nach aus zwei separaten Stücken hergestellt worden ist: So ist zunächst ein Rohrgrundkörper 12 vorgesehen, welcher als gerades Rundrohr ausgebildet ist. Um den Grundkörper 12 ist ein (Kupfer-)Band 13 (alternativ ein Aluminiumband) wendelförmig gewickelt und an dem Rohrgrundkörper 12 verschweisst. Das Band 13 bildet hierdurch also eine endlose Rippe 13' aus (wobei die Rippe 13' natürlich tatsächlich eine endliche, festgelegte Länge aufweist; die Rippe 13' ist mit anderen Worten durchgängig ausgebil-

det).

[0077] Das Band 13 lässt ausweislich Fig. 1 die Enden 14 und 15 des Rohrgrundkörpers 12 freistehen und ist an der Oberfläche 16 des Rohrgrundkörpers 12 verschweisst. Dieser ist, wie bereits erwähnt und insbesondere an dem linken Ende 15 des Rohrgrundkörpers in der teiltransparenten Darstellung ersichtlich, hohl ausgebildet mit einer Wandstärke d und einem Durchmesser D . Die Rippe 13' weist hierbei eine Rippenhöhe h auf.

[0078] Der mittlere Abstand a zwischen zwei benachbarten Rippenabschnitten kann - je nach Anwendungsfall - variieren.

[0079] Die eigentliche Erfindung ist in Fig. 2 noch nicht sichtbar und soll anhand der nachfolgenden Figur erläutert werden.

[0080] Hierbei zeigt Fig. 3 zunächst in einer rein schematischen, teilgeschnittenen Darstellung die vergrößerte Einzeldarstellung eines bereits verschweissten Abschnittes 17 der Rippe 13'. Die Rippe 13' ist in dem dargestellten Bereich an der Rohroberfläche 16 verschweißt.

[0081] In Fig. 3 lässt sich dabei, insbesondere im Vergleich zu Fig. 1 (welche den Stand der Technik darstellt), die Besonderheit der vorliegenden Erfindung erkennen: So weist die Rippe 13' bzw. das Band 13 erfindungsgemäß eine sich mit zunehmendem Abstand vom Rohrgrundkörper 12 verjüngende Querschnittsform auf. Mithin ist der Querschnitt des Bandes 13 gemäß Fig. 3 im Wesentlichen trapezförmig ausgestaltet.

[0082] Dies bedeutet insbesondere, dass die beiden Seitenkanten 20 und 21 nicht, wie im Stand der Technik, parallel verlaufen, sondern "aufeinander zukippen". Die Seitenkanten 20 und 21 bilden mithin eine keilförmige Anordnung aus.

[0083] Dieser Effekt wird insbesondere dadurch erreicht, dass das Band 13 vor dem Anbringen an dem Rohrgrundkörper 12 hinsichtlich seines Querschnittes einen Umformprozess durchlaufen hat, welcher später noch genauer beschrieben werden wird.

[0084] Dies führt jedenfalls dazu, dass das Band 13 bzw. die Rippe 12' einen verbreiterten Fußbereich 22 aufweist, welcher besonders stabil ist und eine spätere Umformung des gesamten Rippenrohres 10 dahingehend erleichtert, dass das Band 13 bei dem Umformprozess aufgrund seines verbreiterten Fußbereichs 22 nicht so zu Abrisserscheinungen neigt, wie bei einer Konfiguration gemäß Fig. 1.

[0085] Fig. 4 zeigt in ihrem rechten Darstellungsbe-
reich besagten Abschnitt 17 der Rippe 13' im bereits verschweissten Zustand. Fig. 3 lässt dabei die bereits erstarrte Schmelze 18 im Kontaktbereich 19 zwischen Rohrgrundkörper 12 und Band 13 erkennen. Die Schmelze 18 kann anteilig aus Material sowohl des Rohrgrundkörpers 12 als auch des Bandes 13 bzw. der Rippe 13' (an deren Unterseite) bestehen.

[0086] Der in Fig. 4 rechtsseitig dargestellte Abschnitt 17 der Rippe 13' befindet sich in Berippungsrichtung B (als bereits festgelegter Abschnitt) weiter vorne als ein

in Fig. 4 ebenfalls dargestellter Abschnitt 17'. Dieser Abschnitt 17' der Rippe 13' bzw. des Bandes 13 wird in Fig. 3 gerade in dem Kontaktbereich 19 (welcher aufgrund der geraden Rohroberfläche 16 und der geraden Seitenkante 20 der Rippe 13' im Wesentlichen winkeltartig ausgebildet ist) verschweißt.

[0087] Hierzu fällt ein Laserstrahl 21 eines in Fig. 3 nicht dargestellten Lasers unter einem Winkel δ , insbesondere einem geringen Winkel δ , auf den Kontaktbereich 19. Der Laserstrahl 21 bestrahlt hierbei sowohl Material des Bandes 13 bzw. der Rippe 13' bzw. des Abschnittes 17' als auch Material des Rohrgrundkörpers 12, insbesondere an dessen Oberfläche 16.

[0088] Da sich der Abschnitt 17 des Bandes 13 in Berippungsrichtung B vor dem Abschnitt 17' befindet, stellt der linke Abschnitt gemäß Fig. 4 sozusagen den Zustand des Verschweisens eines Abschnittes des Bandes dar und die rechte Seite gemäß Fig. 4 dann den fertigen, angeschweissten Zustand eines Abschnittes des Bandes. Weitere Abschnitte des Bandes würden sich natürlich insbesondere in Berippungsrichtung B (und somit bereits verschweisst) mit definierter Rippensteigung anschließen.

[0089] Fig. 5 zeigt dann in einer Ansicht, etwa gemäß Fig. 4, einen vergrößerten, exemplarischen Ausschnitt aus einem abgewandelten Rippenrohr mit einer Rippe 13' eines ersten Bandes 13 (welche Rippe etwa derjenigen aus Fig. 4 entspricht), sowie mit einer zweiten Rippe 23 eines zweiten, separaten, herkömmlichen Bandes.

[0090] Hierbei fällt auf, dass die Rippe 13' die erfindungsgemäße Verjüngung bzw. Trapezform aufweist und sich mit zunehmendem Abstand vom Rohrgrundkörper 12 in Radialrichtung R verjüngt.

[0091] Die Rippe 23 hingegen hat eine im Wesentlichen rechteckige Querschnittsform und verjüngt sich nicht.

[0092] Der Unterschied in den Querschnittsformen der Rippen 13' und 23 liegt insbesondere darin begründet, dass die Rippe 13' von einem umgeformten bzw. verformten Band 13 stammt, während die Rippe 23 von einem herkömmlichen, unverformten Band ausgebildet wird. Mithin können beide, im Querschnitt unterschiedliche Bänder aber natürlich (abwechselnd) an demselben Rohrgrundkörper 12 festgelegt sein.

[0093] Eine solche Konfiguration wird zwar in der Praxis nicht häufig vorkommen, erscheint an dieser Stelle aber geeignet, um auf die erfinderische Besonderheit eines bearbeiteten oder umgeformten Bandes 13 im Vergleich zu einem herkömmlichen Band einzugehen:

So weisen in Fig. 5 beide Rippen 13' und 23 bzw. Bänder eine identische, durchschnittliche Breite b bzw. b' auf.

[0094] Allerdings weist die Rippe 13' in ihrem Fußbereich 22 eine größere Fußbreite f auf, als die Fußbreite f' der Rippe 23.

[0095] Hingegen fällt die Scheitelbreite s bei der Rippe 13' geringer aus, als bei der Rippe 23 mit der Scheitelbreite s' .

[0096] Während somit für die (erfindungsgemäße)

Rippe 13' bzw. das Band 13 gilt, dass $s < b < f$, gilt für das herkömmliche Band zur Ausbildung der herkömmlichen Rippe 23, dass $s' \approx b' \approx f'$.

[0097] Mithin lässt sich also feststellen, dass die Rippe 13' einen breiteren Fußbereich 22 aufweist als die Rippe 23, obwohl zur Ausbildung der Rippe 13' bzw. des Bandes 13 genau das gleiche Material (quantitativ) verwendet wird, wie zur Ausbildung der Rippe 23.

[0098] Dieser Fußbereich 22 sorgt insbesondere für einen stabileren und festeren Halt der Rippe 13' an der Wand 24 des Rohrgrundkörpers 12 und des Weiteren auch für eine höhere Toleranz gegenüber Materialschwächungen, wie bspw. Korrosionserscheinungen im Fußbereich 22.

[0099] So ist für beide Rippen 13' und 23 mit einer gestrichelten Linie eine Materialschwächung 25 angedeutet. Fig. 5 lässt erkennen, dass, obwohl diese Materialschwächungen 25 absolut gesehen im Wesentlichen gleich groß sind, sie sich prozentual doch unterschiedlich weit über den Fußbereich 22 der Rippen 13' bzw. 23 erstrecken. Mit anderen Worten hat eine derartige Materialschwächung 25 (prozentual) einen viel größeren Einfluss auf die Stabilität des Fußbereichs 22 der Rippe 23 als auf jene der Rippe 13'.

[0100] Auch ein weiterer Effekt lässt sich in Fig. 5 erkennen: Da beide Rippen 13' und 23 an der Wand 24 des Rohrgrundkörpers 12 (mit einem Laser) fest verschweißt sind, ist unterhalb jeder der beiden Rippen eine erstarrte Schmelze 18 bzw. 26 angedeutet (diese ist schematisch dargestellt und kann alternativ auch aussehen wie in Fig. 4).

[0101] Tests haben hierbei ergeben, dass die Energie des Laserstrahls bei einer sich verjüngenden Rippe 13' (aufgrund des breiten Fußbereichs 22) mehr für eine sich in die Breite erstreckende Schmelze 18 sorgt, während sie bei einer herkömmlichen Konfiguration gemäß Rippe 23 für eine schmalere aber mehr in die Tiefe der Wand 24 des Rohrgrundkörpers 12 hineinreichende Schmelze 26 sorgt.

[0102] Fig. 5 lässt sich dabei schematisch entnehmen, dass die Wandstärke d des Rohrgrundkörpers 12 für ein Rippenrohr, welches nur Rippen 13' aus dem Band 13 aufweisen würde, deutlich geringer gewählt werden könnte, ohne dass die Schmelze 18 durch die Wand 24 hindurchtreten würde.

[0103] Die Nutzung von Rippen 23 aus herkömmlichen Bändern benötigt hingegen eine dickere Wandstärke der Wand 24, nämlich bspw. diejenige welche in Fig. 5 mit d angedeutet ist. Mit anderen Worten kann die Wandstärke d bei Nutzung von Rippen 23 nicht mehr oder kaum noch reduziert werden, während dies bei der reinen Nutzung von umgeformtem Bandmaterial 13 ohne weiteres möglich wäre.

[0104] In einem solchen Fall, welchen bspw. Fig. 4 darstellt, könnte also ein sehr viel schmalwandigerer und damit auch kostengünstigerer Rohrgrundkörper verwendet werden.

[0105] Soll hingegen trotzdem ein relativ dickwandiger

Rohrgrundkörper verwendet werden, so ist die Nutzung von Rippen 13' im Gegensatz zu der Nutzung von Rippen 23 trotzdem vorteilhaft, denn in diesem Fall kann der Rohrgrundkörper 12 während der Berippung mit Bandmaterial schneller rotiert werden und es kann somit eine schnellere Berippung erfolgen. Dies hat insbesondere damit zu tun, dass die Rippe 13' einen breiteren Fußbereich 22 aufweist und möglicherweise auch damit, dass die erstarrte Schmelze sich nicht ganz so weit in die Wand 24 des Rohrgrundkörpers 12 hineinreckt.

[0106] Zur Fig. 5 soll abschließend noch angemerkt werden, dass diese eine lediglich schematische Darstellung zeigt. Insbesondere ist die Darstellung der Rippenhöhe h im Vergleich zur Fußbreite 22 (bzw. durchschnittlichen Breite b oder Scheitelbreite s) verkürzt dargestellt (die Breiten sind also überhöht dargestellt).

[0107] Eine übliche Rippenhöhe kann dabei typischerweise einen Wert h von zwischen 1 mm und 50 mm annehmen, typischerweise von zwischen 3 mm und 33 mm.

[0108] Typische, durchschnittliche Breiten b bzw. b' können bspw. Werte von 0,1 bis 2 mm aufweisen.

[0109] Hierbei ist zu Fig. 5 anzumerken, dass auch das Verhältnis von Scheitelbreite s zu Fußbreite f in Fig. 5 nicht maßstabsgetreu dargestellt ist. Typischerweise übersteigt die Fußbreite f die Scheitelbreite s um maximal 50 Prozent, insbesondere maximal 35 Prozent. In dem Beispiel möge bspw. eine Scheitelbreite von $s \approx 0,5$ mm und eine Fußbreite f von etwa 0,6 mm bis 0,8 mm für die Rippe 13' bzw. das Band 13 angenommen werden.

[0110] Anhand der Fig. 6 und 7 soll jetzt noch kurz auf die Umformung des Bandes 13 zur Verwendung an einem erfindungsgemäßen Rippenrohr eingegangen werden: So zeigt Fig. 6 zunächst in einer Seitenansicht sehr exemplarisch, dass das Bandmaterial zunächst gelagert und als Endlosmaterial von einer Coil 27 bereitgestellt werden kann. Von der Coil 27 kann das Band 13 (noch mit herkömmlichem, typischerweise rechteckigem Querschnitt), insbesondere maschinell, einer Walz-Vorrichtung 28 zugeführt werden. Die Walz-Vorrichtung 28 kann bspw. zwei einander zugeordnete Walzkörper 5 und 6 vorsehen (insbesondere nach Art von Zylinderwalzen), durch welche das Band 13 hindurchgeführt wird.

[0111] Fig. 7 zeigt dabei die Besonderheit, dass die beiden Walzkörper 5 und 6 in einem Winkel α gegeneinander verstellt bzw. verkippt zueinander angeordnet sind.

[0112] Hierdurch bildet sich zwischen den beiden Walz-Kontaktflächen 29 und 30 ein im Wesentlichen keilförmiger Spalt 31 aus, durch den das Band bzgl. der Figurenebene der Fig. 7 orthogonal hindurchgeführt wird.

[0113] Hierbei erfolgt ein Walz-Prozess, der dafür sorgt, dass sich die Breite des Bandes 13 an einer ersten Bandkante 32 vermindert. Je nach Ausführungsform kann sich die Bandbreite an einer gegenüberliegenden zweiten Bandkante 33 vergrößern (oder in einem alternativen Ausführungsbeispiel auch gleich bleiben, bspw. sofern es zu einer Materialverdichtung kommt). Dies ist für die Erfindung aber überhaupt nicht entscheidend.

[0114] Vielmehr ist entscheidend, dass durch die Keilform des Spaltes 31, ein Band 13 mit einem sich verjüngenden, im Wesentlichen trapezförmigen Querschnitt entsteht. Dieses kann dann auf herkömmliche Weise an einem Rohrgrundkörper verschweißt werden.

[0115] Durch eine derartige Ausformung des Bandes 13 mit insbesondere breitem Fußbereich 22 erhöht sich insgesamt auch die Qualität der Umformbarkeit des gesamten Rippenrohres 10 aus einer geraden, linearen Form, bspw. hin in eine wendelartige Form, wie sie in Fig. 8 dargestellt ist.

[0116] Aufgrund des verbreiterten Fußbereichs ist erfindungsgemäßes Band 13 für solche Verformungen des Rippenrohres 10 toleranter, insbesondere da der Kontaktbereich 19 zwischen Rippe und Rohrgrundkörper größer ist.

[0117] Zuletzt sei angemerkt, dass die Erfindung sämtliche Ausführungen umfasst, bei welchen mindestens ein Band mit sich verjüngendem Querschnitt an einem Rohrgrundkörper festgelegt wird (vgl. Fig. 4) oder auch mehrere Bänder, teilweise mit unterschiedlichen Querschnitten (vgl. Fig. 5).

[0118] Insbesondere sei angemerkt, dass sämtliche beschriebenen Vorteile der sich verjüngenden Querschnittsform für sämtliche beschriebenen Ausführungsbeispiele gelten sollen, unabhängig davon, wie die konkrete Berippung eines Rohres ausfällt. Die Merkmale sollen dabei unabhängig voneinander als offenbart gelten.

Patentansprüche

1. Rippenrohr (10), umfassend einen Rohrgrundkörper (12), an dessen Außenseite (16) zwecks Rippenbildung ein Band (13), insbesondere wendelförmig, festgelegt, vorzugsweise verschweißt, ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das festgelegte Band (13) einen sich, jedenfalls abschnittsweise, verjüngenden Querschnitt aufweist.
2. Rippenrohr (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band (13) in seinem Fußbereich (22) an dem Rohrgrundkörper (12) festgelegt ist, wobei sich der Querschnitt mit zunehmendem Abstand vom Fußbereich (22) verjüngt.
3. Rippenrohr (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Querschnitt im Wesentlichen monoton, insbesondere streng monoton, verjüngt.
4. Rippenrohr (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querschnitt im Wesentlichen trapezförmig oder keilförmig ausgebildet ist.
5. Rippenrohr (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das

Band (13) über eine Befestigungsschmelze (18) am Rohrgrundkörper (12) festgelegt ist, wobei sich der verjüngende Querschnitt auf den Bereich des Bandes (13) abseits der Befestigungsschmelze (18) bezieht.

6. Rippenrohr (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querschnitt im Wesentlichen spiegelsymmetrisch ausgebildet ist.
7. Rippenrohr (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Querschnitt um maximal 50%, insbesondere maximal 35% weiter insbesondere maximal 30%, verjüngt.
8. Rippenrohr (10) nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band (13) verkippt zueinander gewalzte Flanken (20, 21) aufweist.
9. Verfahren zur Herstellung eines Rippenrohres (10), insbesondere nach einem der voranstehenden Ansprüche, umfassend das, insbesondere wendelartige, Festlegen, vorzugsweise Verschweißen, eines Bandes (13) an einem Rohrgrundkörper (12), **dadurch gekennzeichnet, dass** das festzulegende Band (13) einen sich, jedenfalls abschnittsweise, verjüngenden Querschnitt aufweist.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band (13) vor dem Festlegen eine Querschnittsumformung, hin zu einem sich, jedenfalls abschnittsweise, verjüngenden Querschnitt, erfährt, insbesondere durch einen Walzprozess.

Fig. 2

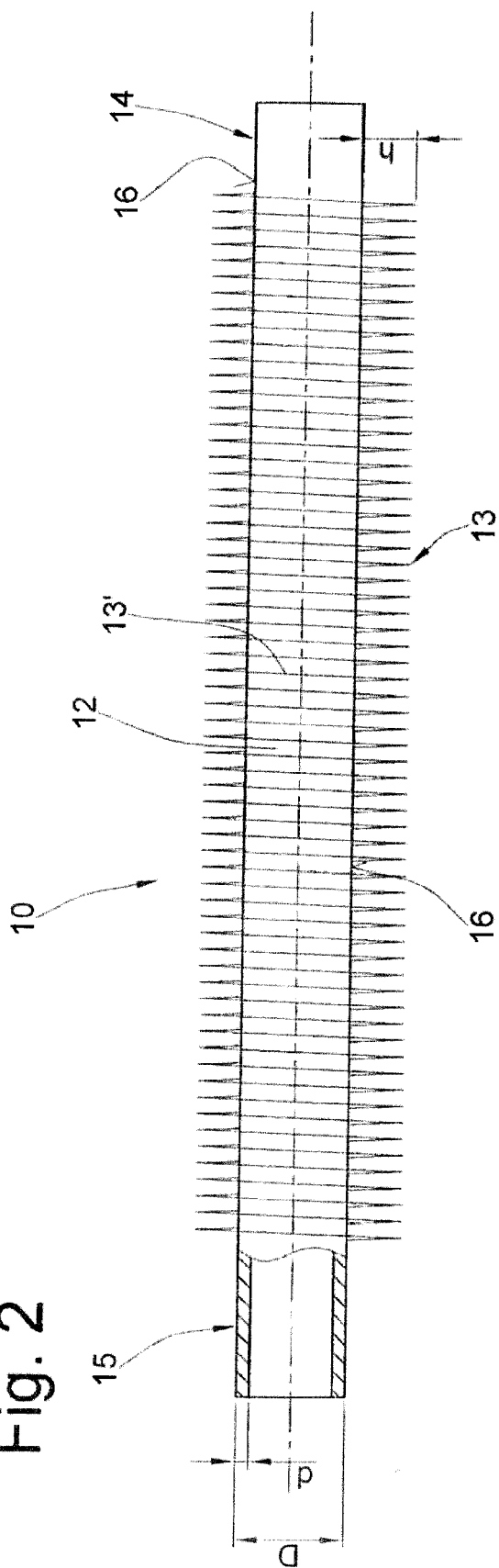


Fig. 1

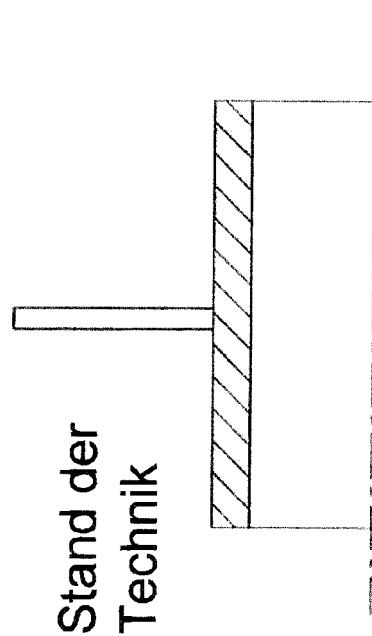


Fig. 3

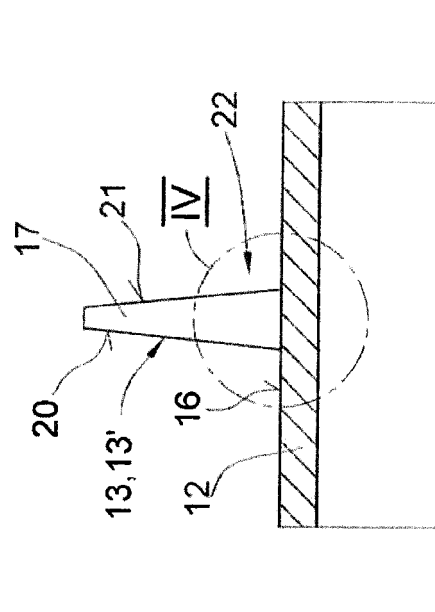


Fig. 4

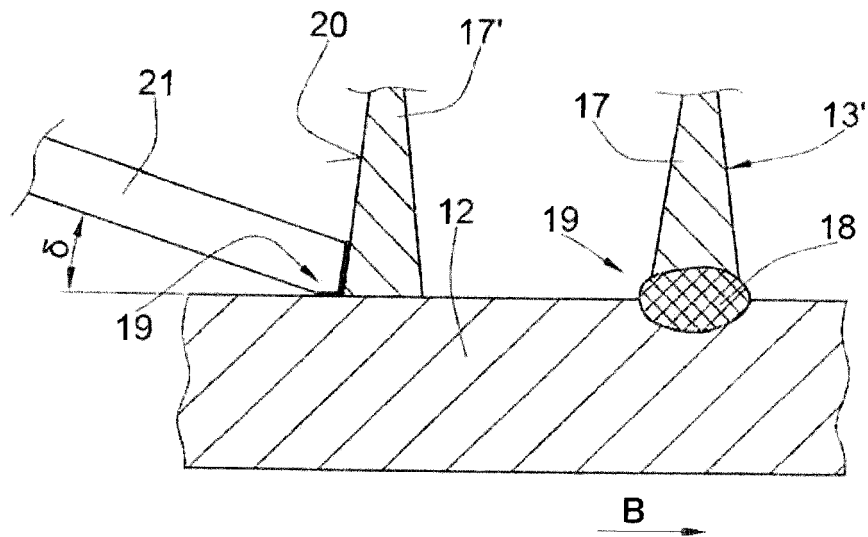


Fig. 5

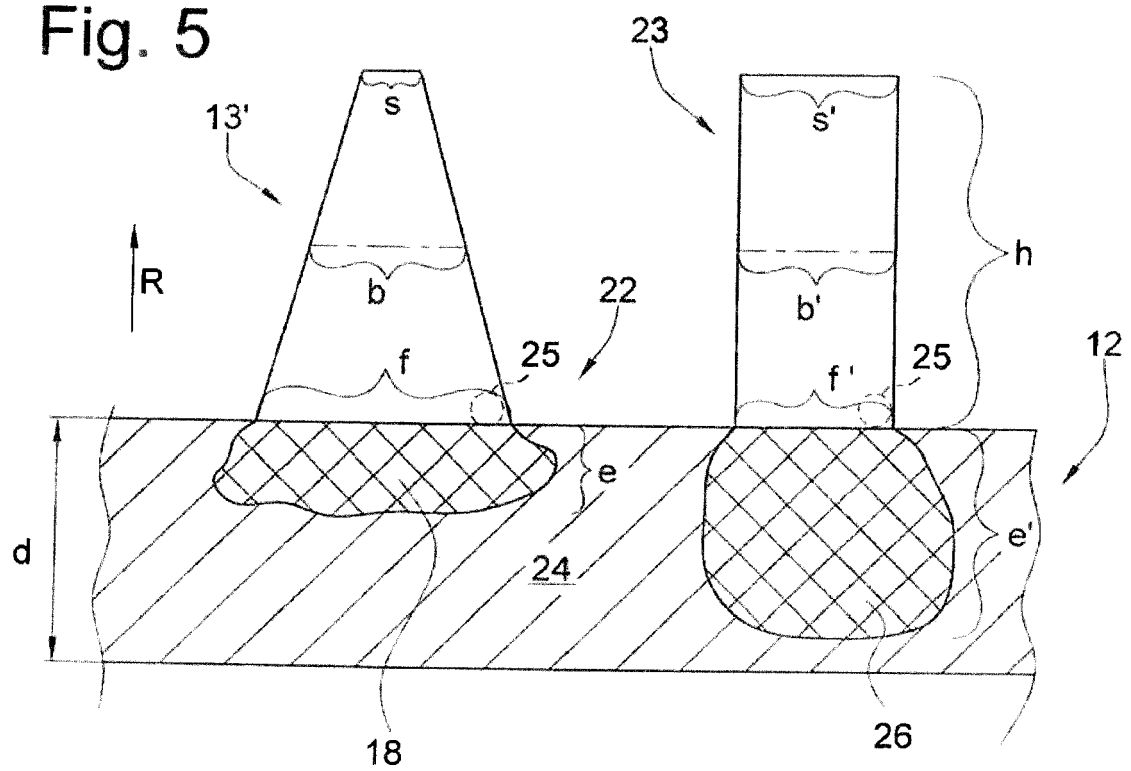


Fig. 6

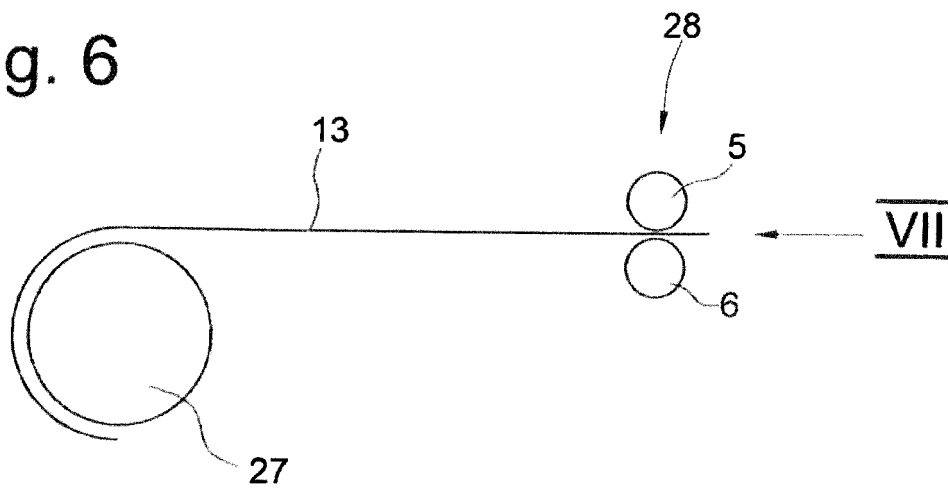


Fig. 7

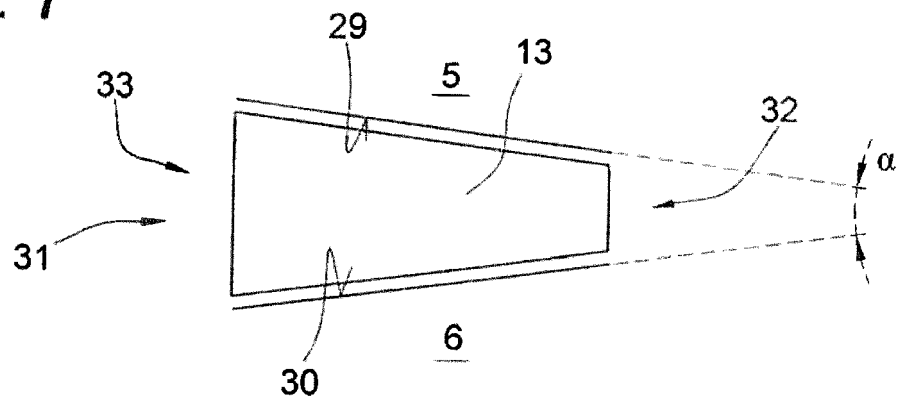
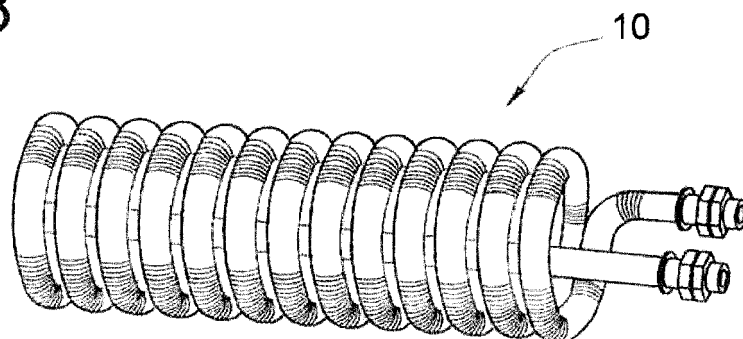


Fig. 8





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 18 3932

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)
X	US 2 667 337 A (EVERETT CHAPMAN) 26. Januar 1954 (1954-01-26) * Abbildung 4 *	1-10	INV. F28F1/00
X	US 3 047 712 A (JACK MORRIS) 31. Juli 1962 (1962-07-31) * Abbildung 3 *	1-4,6-10	
X	EP 1 729 079 A1 (SON S R L [IT]) 6. Dezember 2006 (2006-12-06) * Absatz [0018]; Abbildung 4 * * Absatz [0024] *	1-4,6-10	
X	WO 02/33340 A2 (IBC CORP [US]) 25. April 2002 (2002-04-25) * Abbildung 2 *	1-4,6-10	
X	US 4 227 572 A (HARLAN COURTNEY S) 14. Oktober 1980 (1980-10-14) * Abbildung 2 *	1-4,6-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F28F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 25. November 2021	Prüfer Bain, David
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 21 18 3932

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.

25-11-2021

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2667337	A	26-01-1954	KEINE
US 3047712	A	31-07-1962	CH 375807 A 15-03-1964 GB 933848 A 14-08-1963 US 3047712 A 31-07-1962
EP 1729079	A1	06-12-2006	EP 1729079 A1 06-12-2006 WO 2007027247 A2 08-03-2007
WO 0233340	A2	25-04-2002	CA 2426678 A1 25-04-2002 US 2002104216 A1 08-08-2002 WO 0233340 A2 25-04-2002
US 4227572	A	14-10-1980	KEINE

EPO FORM P0461

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