

(19)



(11)

EP 2 136 160 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.12.2009 Patentblatt 2009/52

(51) Int Cl.:
F25B 40/02 (2006.01) F25B 43/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09007585.4**

(22) Anmeldetag: **09.06.2009**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**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 SE SI SK TR**

(30) Priorität: **19.06.2008 DE 102008028853**

(71) Anmelder: **Behr GmbH & Co. KG
70469 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Satrapa, Alexander
71069 Sindelfingen (DE)**

- **Staffa, Karl-Heinz
70567 Stuttgart (DE)**
- **Vedder, Ulrich
70499 Stuttgart (DE)**
- **Walter, Christoph
70469 Stuttgart (DE)**
- **Geiger, Wolfgang
71642 Ludwigsburg (DE)**

(74) Vertreter: **Grael, Andreas et al
Behr GmbH & Co. KG
Intellectual Property, G-IP
Mausersstrasse 3
70469 Stuttgart (DE)**

(54) **Integrierte, einen Sammler und einen inneren Wärmeübertrager umfassende Baueinheit sowie ein Verfahren zur Herstellung der Baueinheit**

(57) Die Erfindung betrifft eine integrierte, einen Sammler (2) und einen inneren Wärmeübertrager (3) umfassende Baueinheit (1) eines Kältemittelkreislaufes, insbesondere für eine Kraftfahrzeug-Klimaanlage, wobei die Baueinheit (1) einen zylindrischen Gehäusemantel (5a) und der Sammler (2) einen zylindrischen, mit dem Gehäusemantel (5a) einen Ringspalt (6) bildenden Behältermantel (2a) aufweisen, wobei in dem Ringspalt (6) eine am Gehäusemantel (5a) und am Behältermantel (2a) anliegende Rohrwendel (4) angeordnet ist.

Es wird vorgeschlagen, dass die Rohrwendel (4) mit dem Gehäusemantel (5a) und dem Behältermantel (2a) eine kraftschlüssige Verbindung bildet.

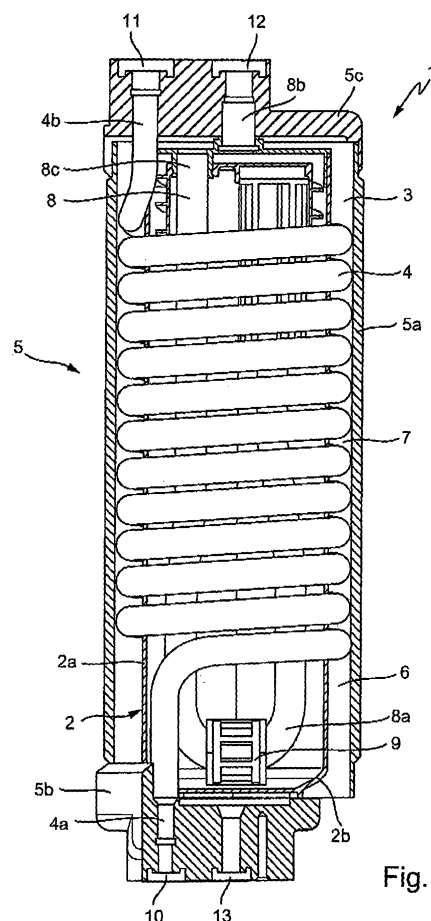


Fig. 1

EP 2 136 160 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine integrierte, einen Sammler und einen inneren Wärmeübertrager umfassende Baueinheit nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie ein Verfahren zur Herstellung der Baueinheit nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 10.

[0002] Integrierte Baueinheiten, die einen Sammler und einen inneren Wärmeübertrager für einen Kältemittelkreislauf umfassen, sind bekannt, insbesondere bei CO₂-Klimaanlagen. Dabei hat der Sammler, welcher in Strömungsrichtung hinter einem Verdampfer des Kältemittelkreislaufes angeordnet ist, die Aufgabe, die flüssige und gasförmige Phase des Kältemitteldampfes voneinander zu separieren und darüber hinaus als Kältemittelspeicher zu fungieren. Der innere Wärmeübertrager, der in Strömungsrichtung hinter einem Gaskühler des Kältemittelkreislaufes angeordnet ist, stellt eine thermische Koppelung der Hochdruckseite (Gaskühler) und der Niederdruckseite (Verdampfer) dar und ermöglicht somit eine Wärmeübertragung von der warmen zur kalten Kältemittelseite.

[0003] Für die integrierte Baueinheit, auch Kombieinheit genannt, sind verschiedene Bauweisen bekannt, z. B. durch die DE 10 2006 031 197 A1, wobei der innere Wärmeübertrager durch ein Glatt- oder auch Rippenrohr (Hochdruckrohr) gebildet wird, welches in einem Ringspalt zwischen äußerem Gehäusemantel und innerem Sammelbehälter angeordnet ist.

[0004] Durch die DE 10 2006 017 432 A1 wurde ein ähnliches wendelförmiges Rippenrohr für das unter Hochdruck stehende Kältemittel bekannt. Bei diesen bekannten Bauarten liegen also nicht das Rohr, sondern die das Rohr umschließenden Rippen am inneren und äußeren Zylinder der Baueinheit an.

[0005] Durch die DE 102 61 886 A1 wurde eine integrierte Baueinheit für eine CO₂-Klimaanlage bekannt, wobei ein äußerer Gehäusezylinder und ein innerer Sammlerzylinder einen Ringspalt bilden, in welchem eine Rohrwendel mit radialem Abstand zu den Zylinderwänden angeordnet ist. Der Niederdruck-Kältemitteldampf kann somit zwischen der Rohrwendel und den Zylinderwandungen hindurchströmen. Für eine vergleichbare Leistung muss die Rohrwendel (Hochdruckrohr) länger ausgebildet sein, was die Kosten erhöht. Der Wärmeübergang zwischen Hochdruck- und Niederdruckkältemittel ist nicht optimal. Darüber hinaus besteht der Nachteil, dass, insbesondere beim Fahrbetrieb in einem Kraftfahrzeug die Rohrwendel aufgrund von Schwingungen an die innere oder äußere Zylinderwand anschlagen kann, was zu unangenehmen Geräuschen (Klingeln) und zu einem vorzeitigen Verschleiß führt.

[0006] Durch die DE 199 08 833 A1 der Anmelderin wurde eine integrierte Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit bekannt, bei welcher ein als Rohrwendel ausgebildetes Hochdruckrohr in einem Ringspalt zwischen einer Sammelbehälteraußenwand und einer Sammlergehäuseinnenwand angeordnet ist und sowohl an der Innen- als auch an der Außenwand fluiddicht anliegt. Dadurch wird ein wendelförmiger Kanal geschaffen, durch welchen das Niederdruckkältemittel im Gegenstrom zum Hochdruckkältemittel in der Rohrwendel strömt. Problematisch bei dieser Bauweise ist die Einbringung der Rohrwendel in den Ringspalt zwischen beiden Zylinderwänden. Beim axialen Einschieben der Rohrwendel in den Ringspalt besteht die Gefahr, dass die Rohrwendel an den Zylinderwänden ankratzt und dabei Späne gebildet werden können, was für den Kältemittelkreislauf sehr schädlich wäre.

[0007] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine integrierte Baueinheit der eingangs genannten Art derart zu gestalten, dass eine kompakte, betriebssichere Bauweise zu niedrigen Kosten und mit einem hohen Wirkungsgrad für den inneren Wärmeübertrager erzielt wird. Es ist auch Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung der Baueinheit bereitzustellen, welches eine einfache, fertigungstechnisch beherrschbare, kostengünstige Montage der Baueinheit erlaubt.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Rohrwendel mit der Innen- und Außenwand, welche den Ringspalt bilden, eine kraftschlüssige Verbindung bildet. Die Rohrwendel liegt somit sowohl innen als auch außen kraftschlüssig an den Zylinderwänden an und bildet mit diesen einen Presssitz. Damit ist die Rohrwendel gegenüber den beiden Zylindern von Gehäusemantel und Sammler kraftschlüssig fixiert. Der Kraftschluss wird durch Radialkräfte bewirkt, welche aus einer elastischen Zugspannung des Gehäusemantels und einer Druckspannung der Sammlerwand resultieren. Durch die kraftschlüssige Anlage der Rohrwendel wird ein definierter wendelförmiger Strömungskanal zwischen den Windungen der Rohrwendel gebildet, sodass sich ein guter Wirkungsgrad für den inneren Wärmeübertrager ergibt. Darüber hinaus werden Klingelgeräusche und Verschleißerscheinungen sicher vermieden. Zusätzliche konstruktive Hilfsmittel, beispielsweise zur Fixierung des Sammelbehälters sind überflüssig. Die Konstruktion wird leichter und einfacher.

[0009] Nach einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird der Kraftschluss zwischen Rohrwendel und den Zylinderwänden durch eine plastische Verformung der Rohrwendel erreicht, d. h. durch eine Verformung, welcher außerhalb des elastischen Bereiches des Werkstoffes der Rohrwendel liegt und keiner Rückverformung unterliegt. Damit wird ein dauerhafter Kraftschluss, verbunden mit einer Kaltverfestigung des Rohrmaterials, erreicht.

[0010] Bevorzugt ist der Sammler aus einem Kunststoffmaterial, insbesondere einem Polyamid mit der handelsüblichen Bezeichnung PA66 hergestellt. Damit werden einerseits Kosten eingespart, und andererseits wird ein zu starker Wärmeeintrag vom Hochdruckrohr bzw. der Rohrwendel in den Innenraum des Sammlers, wo sich flüssiges, gespeichertes Kältemittel befindet, verhindert. Ein unzulässiger Wärmeeintrag würde zu einem Aufschäumen des Kältemittels und zu einer unerwünschten Veränderung des Dampfgehaltes auf der Niederdruckausdruckseite führen. Alternativ kann

der Sammler auch doppelwandig ausgebildet sein, z. B. mit einem metallischen Zylinder, welcher durch einen inneren oder äußeren Kunststoffzylinder oder eine sonstige Isolierschicht thermisch isoliert ist.

[0011] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann statt des kreisförmigen Rohrquerschnittes für die Rohrwendel ein profilierter Rohrquerschnitt verwendet werden, z. B. ein auf der Außenseite profiliertes extrudiertes Rohr. Das Profil auf der Außenseite kann rechteckförmig, zahnförmig, wellenförmig oder dreieckförmig ausgebildet sein. Der damit erzielte Vorteil besteht darin, dass die Anlagefläche des Hochdruckrohres am Innenzylinder (dem Sammelbehälter) und damit der Wärmeübergang reduziert werden. Um diesen Effekt zu steigern, kann das Rohr auch mit einem asymmetrischen Profil versehen werden, wodurch am Innenzylinder eine minimale Anlage und am Außenzylinder (Gehäusemantel) eine vergrößerte Anlagefläche erreicht wird. Darüber hinaus kann das Außenprofil des Hochdruckrohres derart ausgebildet sein, dass zwischen den Rohrwindungen ein konstanter Abstand eingehalten wird.

[0012] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist die Rohrwendel Rohrenden auf, welche durch einen Deckel und/oder einen Boden der Baueinheit geführt und in den Deckel bzw. den Boden eingewalzt oder einrolliert sind. Damit wird der Vorteil einer wärmeeintragsfreien fluiddichten, insbesondere gasdichten Verbindung zwischen Rohrwendel und dem Gehäuse der Baueinheit erreicht. Darüber hinaus ergibt sich der Vorteil, dass durch das Einwalzen, d. h. eine plastische Umformung des Rohrmaterials eine Fixierung der Rohrwendel erreicht wird. Im Hinblick auf bekannte Löt- und Schweißverbindungen ist das Einwalzen infolge des fehlenden Wärmeeintrags insbesondere dann von Vorteil, wenn sich in der Baueinheit oder an der Baueinheit Kunststoffteile befinden. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Öffnungen in Boden und Deckel Hinterschneidungen, z. B. Ringnuten oder ein Gewinde oder einen Absatz aufweisen. Dadurch kann das Rohrmaterial beim Einwalzen oder Einrollieren in die Vertiefungen hineinverdrängt werden, sodass sich zusätzlich zum Kraftschluss auch ein Formschluss ergibt. Dadurch kann die Verbindung in axialer Richtung stärker belastet werden, d. h. die Auszugskraft für das Rohr wird vergrößert.

[0013] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform sind zwischen dem Boden des Sammlers (dem Zwischenboden) und dem Boden der Baueinheit Abstandshalter angeordnet, welche als ausgeprägte Noppen oder als Federelement ausgebildet sein können. Damit wird eine Durchflussmöglichkeit für den Niederdruck-Kältemitteldampf unterhalb des Sammelbehälters sichergestellt, sodass das Kältemittel auf der Niederdruckseite abgesaugt werden kann.

[0014] Nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist im Boden der Baueinheit eine umlaufende Ringnut ausgebildet, in dem die Abstandshalter eingreifen. Somit wird eine Zentrierung bei gleichzeitiger freier Drehbarkeit des Sammlers in Relation zum Boden der Baueinheit gewährleistet.

[0015] Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch die Merkmale des Anspruchs 10 gelöst, wobei erfindungsgemäß folgende Verfahrensschritte vorgesehen sind: zunächst wird die Rohrwendel mit radialem Spiel in den Ringspalt eingesetzt und anschließend radial gegen die Innen- und Außenwand aufgeweitet. Damit wird der Vorteil erzielt, dass beim Einsetzen der Rohrwendel keinerlei Materialberührung, d. h. keine Spanbildung und kein Kratzen stattfinden, vielmehr bleiben die zu montierenden Teile auf ihrer Oberfläche sauber. Durch die Aufweitung wird eine kraftschlüssige und fluiddichte Verbindung zwischen Rohrwendel und Zylinderwänden erzielt und ein wendelförmiger Strömungskanal gebildet.

[0016] Nach einer vorteilhaften Ausführungsform erfolgt die Aufweitung mittels eines kompressiblen oder inkompressiblen Druckmediums, welches in die Rohrwendel eingefüllt und unter Druck gesetzt wird. Die Rohrwendel wird mit einem Innendruck, dem so genannten Aufweitdruck, beaufschlagt, welcher zu einer Aufweitung des Rohrquerschnittes und damit zu einer Anlage an den Zylinderwänden des Ringspalt führt. Der Aufweitdruck wird in Abhängigkeit vom Material (Streckgrenze), von der Geometrie des Rohrquerschnittes und der Rohrwandstärke derart gewählt, dass sich ein hinreichender Kraftschluss bzw. Presssitz ergibt.

[0017] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung wird der Aufweitdruck in Abhängigkeit vom Berstdruck gewählt, auf den die Rohrwendel im Hinblick auf den Betriebsdruck ausgelegt ist. Der Berstdruck beträgt etwa das 1,1- bis 1,5-fache des Aufweitdruckes. Bevorzugt ist ein möglichst großes Verhältnis zwischen Berst- und Aufweitdruck, d. h. ein möglichst niedriger Aufweitdruck. Das erfindungsgemäße Aufweitverfahren für die Rohrwendel lässt sich fertigungstechnisch problemlos durchführen, insbesondere, wenn ein nicht kompressibles Medium wie Wasser oder Öl als Druckmedium verwendet wird.

[0018] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird der Rohrquerschnitt der Rohrwendel - vor dem Einsetzen in den Ringspalt und vor dem Aufweiten - in radialer Richtung, d. h. in Ebenen senkrecht zur Wickelachse der Rohrwendel durch Umformung verkürzt: es findet ein so genannter Planiervorgang statt, durch welchen der Rohrquerschnitt abgeplattet, planiert, ovalisiert oder in einen elliptischen Querschnitt umgeformt wird. Dieser Planiervorgang ergibt den Vorteil, dass sich das Rohr einerseits leicht, d. h. mit radialem Spiel in den Ringspalt einsetzen lässt und dass der Rohrquerschnitt beim Aufweiten in eine vorbestimmte Richtung verformt wird, z. B. nach außen oder nach innen oder nach beiden Seiten gleich oder unterschiedlich. Damit wird ein unkontrolliertes Aufweiten der Rohrwendel vermieden und eine gezielte Anlage der Rohrwendel am Innen- und Außenzylinder erreicht.

[0019] Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann anstelle eines Rohres mit Kreisquerschnitt (so genanntes Rundrohr) auch ein profiliertes, vorzugsweise extrudiertes Rohr für das erfindungsgemäße Verfahren, d. h. den Aufweitprozess verwendet werden. Damit ergeben sich die oben bereits genannten Vorteile, u. a. eine geringere Anla-

gefläche am Innenzylinder, d. h. der Wand des Sammlers, wodurch der Wärmeeintrag behindert wird.

[0020] Nach einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform werden die Rohrenden der Rohrwendel - vor dem Aufweiten der Rohrwendel - in den Deckel und/oder den Boden der Baueinheit eingewalzt oder einrolliert. Damit ergibt sich - wie bereits oben erwähnt - einerseits eine fluiddichte und feste Verbindung der Rohrenden mit dem Gehäuse der Baueinheit. Andererseits wird die Rohrwendel vor dem Aufweitprozess innerhalb des Gehäuses der Baueinheit fixiert und positioniert. Für den anschließenden Aufweitprozess sind daher keine weiteren Fixier- oder Positionierungsmaßnahmen erforderlich. Damit ergibt sich der Vorteil einer einfachen, sicheren Montage und Befestigung der Rohrwendel in der Baueinheit.

[0021] Ausführungsbeispiele der Erfindung, weitere Merkmale, insbesondere Bemessungs- und Dimensionierungsangaben sowie weitere Vorteile ergeben sich aus der Zeichnung und der nachfolgenden Beschreibung. Es zeigen

- | | |
|---------------------|--|
| Fig. 1 | eine erfindungsgemäße integrierte Baueinheit mit Sammler und innerem Wärmeübertrager, |
| Fig. 2 | den Sammler gemäß Fig. 1 als Baugruppe, |
| Fig. 3a | einen Rundrohrquerschnitt für eine Rohrwendel, |
| Fig. 3b | einen elliptischen, planierten Rohrquerschnitt vor dem Aufweiten, |
| Fig. 3c | einen einseitig abgeplatteten planierten Rohrquerschnitt vor dem aufweiten, |
| Fig. 3d | einen ovalisierten, planierten Rohrquerschnitt vor dem Aufweiten, |
| Fig. 4 | einen elliptischen Querschnitt mit einer kleinen Halbachse d und einer Ringsspaltweite S, |
| Fig. 5 | einen Rundrohrquerschnitt mit dem Durchmesser D und einen planierten elliptischen Rohrquerschnitt mit kleiner Halbachse d, |
| Fig. 6, Fig. 6a | ein profiliertes Rohr mit Stegen auf dem Umfang, |
| Fig. 7 | einen Rundrohrquerschnitt mit einer Wandstärke w und einem planierten Rohrquerschnitt mit einer kleinen Halbachse d (Planierhöhe), |
| Fig. 8a, 8b, 8c | verschiedene Ausführungsformen zur Isolierung des Sammlers, |
| Fig. 9, 10, 11, 12 | verschiedene Ausführungsformen von profilierten Rohrquerschnitten und deren Anordnung im Ringspalt, |
| Fig. 13, 14, 15, 16 | verschiedene Ausführungsformen für das Einwalzen von Rohrenden in einen Deckel, |
| Fig. 17, 18 und 19 | verschiedene Ausführungsformen für Abstandshalter zwischen Behälter- und Gehäuseboden. |

[0022] Fig. 1 zeigt - in einem Halbschnitt - eine integrierte Baueinheit 1 als Komponente eines nicht dargestellten Kältemittelkreislaufes für eine Klimaanlage eines Kraftfahrzeuges, wobei als Kältemittel bevorzugt CO₂, auch unter der Bezeichnung R744 bekannt, verwendet wird. Die integrierte Baueinheit 1 stellt eine Kombination eines Kältemittelsammlers 2, auch kurz Sammler 2 oder Sammelbehälter 2 genannt, und eines inneren Wärmeübertragers 3 dar, welcher eine Rohrwendel 4 mit einem eintrittsseitigen Rohrende 4a und einem austrittsseitigen Rohrende 4b umfasst. Die Baueinheit 1 weist ein Gehäuse 5 auf, welches einen zylindrischen Gehäusemantel 5a, einen Boden 5b und einen Deckel 5c umfasst. Innerhalb des Gehäusemantels 5a ist der Sammler 2 mit einem zylindrischen Behältermantel 2a koaxial unter Bildung eines Ringspaltes 6 angeordnet. Die Rohrwendel 4 ist in dem Ringspalt 6 angeordnet und bildet jeweils mit der Innenwand des Gehäusemantels 5a und der Außenwand des Behältermantels 2a eine kraftschlüssige Verbindung, d. h. einen Presssitz, der eine Fixierung der Teile 2, 4, 5a gegeneinander bewirkt. Durch diese Anordnung entsteht zwischen den Windungen der Rohrwendel 4 ein wendelförmiger Strömungskanal 7, begrenzt durch die Außenwandungen der Rohrwendel 4, die Innenwandung des Gehäusemantels 5a und die Außenwandung des Behältermantels 2a. Die Rohrwendel 4 wird auch als Hochdruckrohr bezeichnet. Im Sammler 2 ist ein etwa U-förmig ausgebildetes Saugrohr 8 angeordnet, welches einen Rohrbogen 8a mit einem daran befestigten ÖlfILTER 9 aufweist, dessen Funktion aus dem eingangs genannten Stand der Technik bekannt ist. Der Gehäuseboden 5b und der Gehäusedeckel 5c, die vorzugsweise mit dem Gehäusemantel 5a verschweißt sind, weisen vier Durchgangsbohrungen 10, 11 für den Hochdruckeinlass und Hochdruckauslass des Kältemittels sowie 12, 13 für den Niederdruckeinlass und Niederdruckauslass des Kältemittels auf. Über die Durchgangsbohrungen 10, 11, 12, 13 wird die Baueinheit 1 an den nicht dargestellten Kältemittelkreislauf angeschlossen, wobei sich der hochdruckeinlass 10 stromabwärts von einem nicht dargestellten Gaskühler und der Niederdruckeinlass 12 stromabwärts von einem nicht dargestellten Verdampfer des Kältemittelkreislaufes bzw. der zugehörigen Klimaanlage befindet.

[0023] Die Rohrenden 4a, 4b sind teilweise in die Durchgangsbohrungen 10, 11 eingesetzt und in den Boden 5b sowie in den Deckel 5c eingewalzt oder einrolliert. Durch dieses an sich bekannte Fügeverfahren des Einwalzens (mit einem Walz- oder Rollierwerkzeug) wird eine fluid-, insbesondere gasdichte Verbindung der Rohrenden 4a, 4b gegenüber Boden 5b und Deckel 5c erreicht. Gleichzeitig erfolgt eine axiale Fixierung der Rohrwendel 4. In der Durchgangsbohrung 12 ist im unteren Teil ein Rohrabschnitt 8b eingepresst oder auch eingewalzt. Wie anhand der folgenden Figur erläutert wird, kommuniziert der Rohrabschnitt 8b des Niederdruckeinlasses 12 mit dem Inneren des Behälters 2.

[0024] Fig. 2 zeigt den Behälter 2, auch Sammler oder Sammelbehälter genannt, als einzelne Baugruppe, wobei für gleiche Teile gleiche Bezugszahlen wie in Fig. 1 verwendet werden. Der Behälter 2 ist vorzugsweise aus Kunststoff

hergestellt, beispielsweise PA66, und weist neben dem zylindrischen Behältermantel 2a und dem Boden 2b einen Deckel 2c auf, welcher zwei Öffnungen für den Durchtritt eines Austrittsendes 8c des Saugrohrs 8 und des Rohrabschnittes 8b aufweist, welcher mit dem Deckel 2c verbunden ist. Das Saugrohr 8 weist ein Eintrittsende 8d auf, welches in einen Gasfilter 14 mündet. Ferner ist im obersten Bereich des Behälters 2, unmittelbar unterhalb des eintrittsseitigen Rohrabschnittes 8b, ein Flüssigkeitsabscheider 15 angeordnet.

[0025] Die Funktion einer integrierten Sammler-Wärmeübertrager-Baueinheit ist grundsätzlich aus dem eingangs genannten Stand der Technik bekannt, dennoch soll die Arbeitsweise der in den Figuren 1 und 2 dargestellten integrierten Baueinheit 1 im Folgenden kurz beschrieben werden: Das unter Hochdruck stehende Kältemittel, vorzugsweise CO_2 , tritt beim Hochdruckeinlass 10 in die Baueinheit 1 ein, durchströmt die Rohrwendel 4 (das Hochdruckrohr) von unten nach oben und tritt über den Hochdruckauslass 11 wieder aus der Baueinheit 1 aus. Das unter Niederdruck stehende Kältemittel tritt beim Niederdruckeinlass 12 in die Baueinheit 1 ein, strömt durch den Rohrabschnitt 8b in das Innere des Sammelbehälters 2, wo es auf den Flüssigkeitsabscheider 15 trifft und diesen zunächst radial nach außen und anschließend in axialer und tangentialer Richtung umströmt. Der Flüssigkeitsabscheider 15 ist Gegenstand einer zeitgleichen Anmeldung der Anmelderin. Im Inneren des Behälters 2 wird flüssiges von gasförmigem Kältemittel getrennt: das flüssige Kältemittel sammelt sich am Boden 2b, das gasförmige Kältemittel tritt durch den Gasfilter 14 in das Saugrohr 8 ein, aus dem es über das Austrittsende 8c wieder austritt. Außerhalb des Deckels 2c des Behälters 2 strömt der Niederdruck-Kältemitteldampf radial nach außen und tritt in den wendelförmigen Strömungskanal 7 zwischen den Windungen der Rohrwendel 4 ein und durchströmt den Strömungskanal 7 - von oben nach unten - im Gegenstrom zu dem Hochdruck-Kältemittel in der Rohrwendel 4. Nach dem Austritt aus dem wendelförmigen Strömungskanal 7 strömt der Niederdruck-Kältemitteldampf unter dem Boden 2b hindurch, von wo er über den Niederdruckauslass 13 abgesaugt wird.

[0026] Der Aufweitvorgang der Rohrwendel 4 soll anhand der Figuren 3a bis 3d erläutert werden.

[0027] **Fig. 3a** zeigt einen kreisförmigen Rohrquerschnitt 16 einer Rohrwendel, welche in einem durch zwei Zylinderwandungen 18, 19 gebildeten Ringspalt 17 angeordnet ist. Bei einer Beaufschlagung des kreisförmigen Rohrquerschnittes 16 mit einem Innendruck p_1 würde sich der Rohrquerschnitt (im Idealfall) gleichmäßig radial aufweiten und dabei auch zur Anlage an den beiden Zylinderwänden 18, 19 kommen. Wegen toleranzbedingter Abweichungen der Rohrwandstärke kann es jedoch teilweise zu unkontrollierten Aufweitungen kommen.

[0028] **Fig. 3b** zeigt einen elliptischen Rohrquerschnitt 20, welcher mit Spiel im Ringspalt 17 angeordnet ist. Der elliptische Rohrquerschnitt 20 ist durch Umformung, einen so genannten Planivorgang, aus einem kreisförmigen Rohrquerschnitt hergestellt. Bei einer Beaufschlagung des elliptischen Rohrquerschnittes 20 mit einem Innendruck p_1 , dem Aufweitdruck, wird sich der Rohrquerschnitt in Richtung der kleinen Achse vergrößern und in Richtung der großen Achse verkleinern. Damit wird eine definierte Aufweitrichtung, senkrecht zu den zylindrischen Wandungen 18, 19, für die Rohrwendel erreicht. Darüber hinaus ist der Aufweitdruck für den elliptischen Querschnitt 20 geringer als für den kreisförmigen Querschnitt 16 (Fig. 3a).

[0029] **Fig. 3c** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines planierten Rohrquerschnittes 21, welcher eine abgeplattete, parallel zur äußeren Zylinderwand 19 verlaufende Seite 21a aufweist. Wenn der Rohrquerschnitt 21 mit dem Innen- oder Aufweitdruck p_1 beaufschlagt wird, wird zunächst die flache Seite 21a ausgebeult werden, wodurch wiederum eine in radialer Richtung definierte Aufweitung des Rohrquerschnittes 21 erzielt wird.

[0030] **Fig. 3d** zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, nämlich einen ovalen Querschnitt 22, welcher durch Umformung aus einem kreisförmigen Rohrquerschnitt hergestellt wurde und hier vor dem Aufweiten mit Spiel im Ringspalt 17 angeordnet ist. Bei Innendruckbeaufschlagung werden sich auch hier die flachen Seiten 22a, 22b zunächst ausbeulen, während die Länge des Ovals verkürzt wird. Somit wird auch hier eine definierte Anlage an den Zylinderwänden 18, 19 durch Aufweiten erreicht. Der Umformvorgang bzw. das so genannte Planieren kann durch ein entsprechend geformtes Walzenpaar durchgeführt werden, und zwar unmittelbar vor dem Wickeln der Rohrwendel.

[0031] **Fig. 4** zeigt eine Vermaßung des elliptischen Querschnittes 20 (vgl. Fig. 3b) und des Ringspalt 17 mit den Zylinderwänden 17, 18. Die kleine Achse der Ellipse 20 ist mit d und die Spaltweite des Ringspalt 17 mit S angegeben. Das Maß d wird auch als Planierhöhe bezeichnet, d. h. als das Maß, auf welches der Ausgangsquerschnitt zusammengedrückt wird. Ein bevorzugtes Verhältnis von Spaltbreite S zu Planierhöhe d liegt im Bereich von 1,05 bis 1,15.

[0032] **Fig. 5** zeigt einen kreisförmigen Ausgangsrohrquerschnitt mit dem Durchmesser D und einen planierten elliptischen Querschnitt mit der kleinen Achse bzw. der Planierhöhe d . Ein für das Planieren und den Aufweitvorgang bevorzugtes Verhältnis des Rohrdurchmesser D zur Planierhöhe d liegt im Bereich von 1,10 bis 1,25.

[0033] **Fig. 6** zeigt ein profiliertes Rohr 23, welches auf seinem Umfang in Rohrlängsrichtung verlaufende Stege oder Rippen 23a aufweist. Das profilierte Rohr 23 kann vorzugsweise durch Extrusion hergestellt werden.

[0034] In **Fig. 6a** ist als Einzelheit die Wandstärke w und die Steghöhe s (radiale Erstreckung) der Stege 23a dargestellt. Ein bevorzugtes Verhältnis von Steghöhe s zur Wandstärke w liegt im Bereich von 1,30 bis 1,60.

[0035] **Fig. 7** zeigt die Wandstärke w eines kreisförmigen Rohrquerschnittes und die Planierhöhe d eines elliptischen Rohrquerschnittes. Bevorzugte Verhältnisse für die Planierhöhe d zur Wandstärke w liegen im Bereich von 6,50 bis 10, 50.

[0036] Die Figuren 8a, 8b, 8c zeigen verschiedene Ausführungsformen für die Isolation eines Behältermantels.

[0037] **Fig. 8a** zeigt einen doppelwandigen zylindrischen Behältermantel 24, der auf seiner Innenseite eine Isolati-

onsschicht 24a aufweist; die Außenseite wird durch einen metallischen Zylinder, z. B. ein Aluminiumrohr gebildet.

[0038] Fig. 8b zeigt einen doppelwandigen Behältermantel 25, auf dessen Außenseite eine Isolationsschicht 25a angeordnet ist. Die Isolationsschichten 24a oder 25a können auch Innen- oder Außenzylinder aus einem Kunststoffmaterial sein, welche in den metallischen oder über den metallischen Zylinder geschoben werden.

[0039] Fig. 8c zeigt einen voll isolierten Behältermantel 26, bei welchem eine Außenschicht 26a und eine Innenschicht 26b als Isolationsschichten- oder-Zylinder ausgebildet sind. Wie oben bereits ausgeführt, soll durch die Isolation des Behältermantels ein Wärmeeintrag vom warmen Hochdruckrohr in den kalten Kältemittelsammler, welcher auch flüssiges Kältemittel enthält, weitestgehend unterbunden werden.

[0040] Fig. 9 zeigt einen Querschnitt 27 eines profilierten Rohres für eine Rohrwendel, welche im Ringspalt 17 zwischen einem inneren Zylinder 18 und einem äußeren Zylinder 19 angeordnet ist. Das Profil 27 ist unsymmetrisch ausgebildet und weist einen spitz auf den Innenzylinder 18 zulaufenden Steg 27a auf, wodurch die Anlagefläche und damit die Wärmeleitung reduziert werden. Bei der Aufweitung gräbt sich die Spitze 27a in die Zylinderwand 18 ein und verbessert so die Abdichtung.

[0041] Fig. 10 zeigt eine weitere Querschnittsform 28 für eine Rohrwendel, wobei der Rohrquerschnitt auf der Seite zum Innenzylinder 18 unberippt und auf der Seite zum Außenzylinder 19 mit mehreren Rippen 28a, 28b versehen ist. Dadurch wird die Wärmeleitung nach innen zur Zylinderwand 18 reduziert und zum Außenzylinder 19 hin verstärkt.

[0042] Fig. 11 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel mit zwei im Ringspalt 17 übereinander angeordneten profilierten Rohrquerschnitten 29, 30, wobei die Stege oder Rippen 29a, 30a von benachbarten Rohrwindungen als Abstandshalter dienen und damit einen definierten Abstand der Rohrwindungen sicherstellen, insbesondere nach dem Aufweitprozess. Dadurch werden Strömungskanäle mit einem definierten Querschnitt und dem zufolge mit einem definierten Druckabfall für das Strömungsmedium (Niederdruck-Kältemitteldampf) geschaffen.

[0043] Fig. 12 zeigt einen profilierten Rohrquerschnitt 31, der eine Kombination der Querschnitte 27, 28, 29 (Fig. 9, 10, 11) darstellt.

[0044] Wie oben in der Beschreibung zu Fig. 1 erwähnt, sollen die Rohrenden 4a, 4b der Rohrwendel 4 in den Boden 5b und den Deckel 5c und der Rohrabschnitt 8b in den Deckel 5c eingewalzt oder einrolliert werden. Einzelheiten zu diesem Verfahren sind in den Figuren 13 bis 16 dargestellt

[0045] Fig. 13 zeigt einen Deckel 32, vergleichbar mit dem Deckel 5c in Fig. 1. Der Deckel 32 weist eine Durchgangsbohrung 33 auf, in welche ein Rohrende 34 einer nicht dargestellten Rohrwendel eingesetzt ist. In die Innenwand der Bohrung 33 ist eine Ringnut 35 (Hinterschnitt) eingearbeitet, und zwar im Bereich des eingesteckten Rohrendes 34. Das Rohrende 34 wird durch Einwalzen mit dem Deckel 32 gasdicht verbunden. Hierfür wird ein nicht dargestelltes Rollier- oder Walzwerkzeug in das Rohrende 34 eingeführt und drückt das Rohrmaterial mittels kreisender Bewegungen radial nach außen, was durch einen Doppelpfeil P angedeutet ist. Dabei fließt das Rohrmaterial auch in die Hinterschnittöffnung 35, was zu einem verbesserten Sitz und Dichtigkeit führt.

[0046] Fig. 14 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, wobei zwei Hinterschnittöffnungen in Form von Ringnuten 36, 37 vorgesehen sind. Das Rohrmaterial des Rohrendes 34 wird somit in beide Hinterschnittöffnungen 36, 37 verdrängt, sodass sich eine Verbesserung des Formschlusses und auch der Dichtigkeit ergibt.

[0047] Fig. 15 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für das Einwalzen des Rohrendes 34. Die Wandung der Durchgangsbohrung 33 ist hier mit einem Gewinde 38 versehen. Beim Einwalzen des Rohrendes 34, angedeutet durch den Doppelpfeil P, wird das Rohrmaterial in die Gewinderillen verdrängt, wodurch ein gewindeähnlicher Formschluss erreicht wird. Vorteilhaft hierbei ist, dass sich das Gewinde 38 relativ einfach in die Durchgangsbohrung 33 einbringen lässt.

[0048] Fig. 16 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel für das Einwalzen des Rohrendes 34, wobei die Durchgangsbohrung 33 einen Absatz bzw. eine Verengung 33a aufweist, sodass das Rohrende zusätzlich in einer Richtung fixiert ist.

[0049] Wie oben in der Beschreibung zur Fig. 1 erwähnt, sollte unter dem Behälterboden 2b eine Abflussmöglichkeit für den Kältemitteldampf bestehen. Vorzugsweise ist zwischen dem Behälterboden 2b und dem Gehäuseboden 5b (vgl. Fig. 1) ein Spalt belassen, welcher durch geeignete Abstandshalter gebildet werden kann. Die Figuren 17, 18 und 19 zeigen Möglichkeiten für die Ausbildung derartiger Abstandshalter.

[0050] Fig. 17 zeigt angedeutet eine Ansicht eines Innenbehälters 39, der dem Behälter 2 in Fig. 1 bzw. Fig. 2 entspricht. Der Innenbehälter 39 weist einen Boden 40 auf, aus welchem Noppen 40a, 40b, 40c nach außen ausgeprägt sind, die als Abstandshalter fungieren.

[0051] Fig. 18 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei welchem ein Gehäuseboden 41 angedeutet ist, welcher dem Boden 5b in Fig. 1 entspricht. Aus dem Boden 41 sind Noppen 41 a, 41 b, 41 c nach oben ausgeprägt, welche als Abstandshalter zu dem darüber liegenden, nicht dargestellten Behälterboden dienen.

[0052] Fig. 19 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem ein Boden 42 eines Innenbehälters angedeutet ist, welcher in seinem Zentrum eine runde Aufnahmeöffnung 43 für ein Federelement 44 aufweist. Das Federelement 44, welches als Druckfeder ausgebildet sein kann, wirkt hier als Abstandshalter zu dem nicht dargestellten Boden des Außenzylinders.

[0053] Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Montage- und Aufweitverfahren zur Fixierung und Positionierung der Rohrwendel 4 erläutert, wobei Bezug auf die Figuren 1 und 2 genommen wird. Zunächst werden der Gehäusemantel

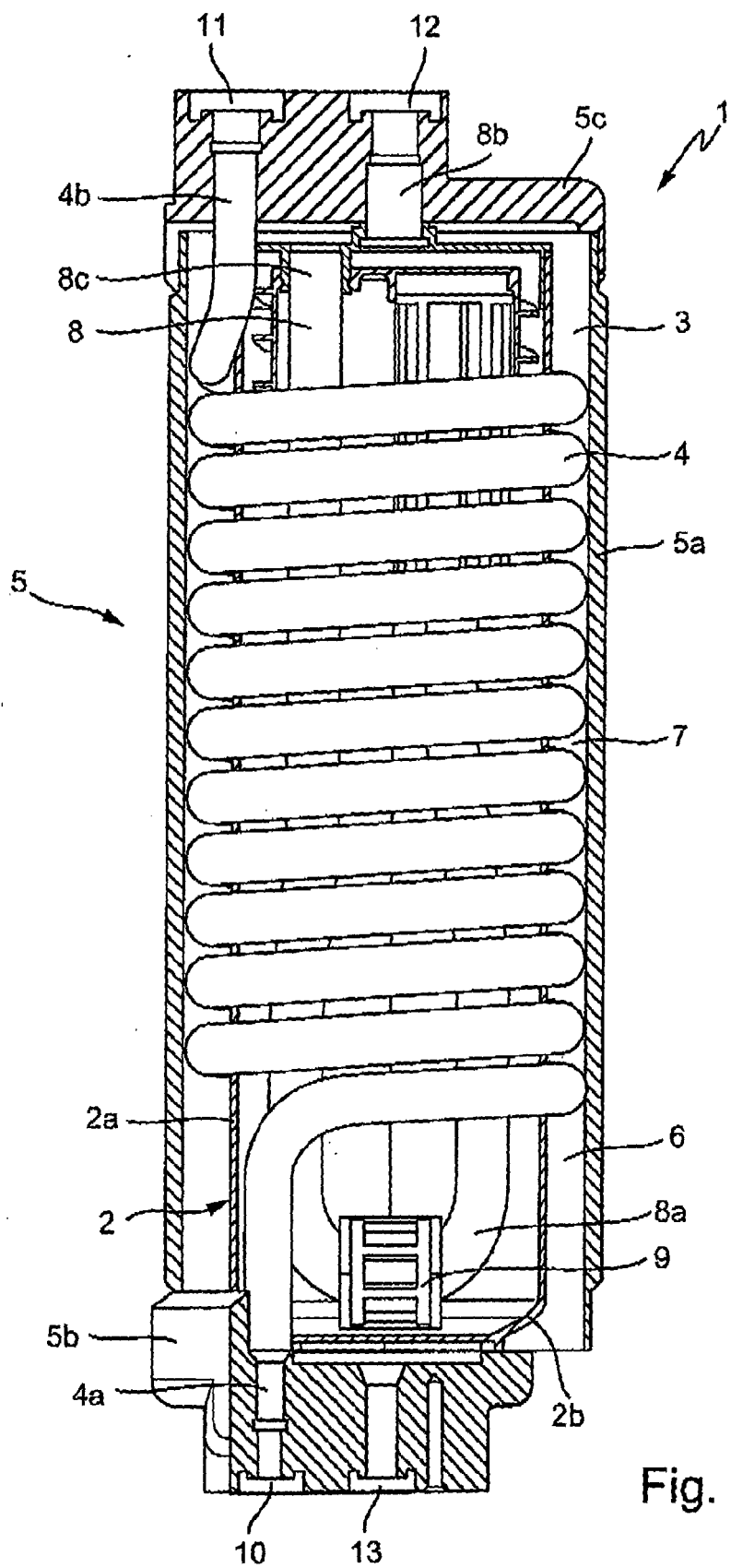
5a und der Gehäuseboden 5b miteinander verbunden. Vor dem Einsetzen der Rohrwendel 4 in den Gehäusemantel 5a wird der Rohrquerschnitt der Rohrwendel 4 planiert, wie oben erläutert. Das Ausgangsmaterial für die Herstellung der Rohrwendel 4 ist ein Rohr mit kreisförmigem Querschnitt, vorzugsweise aus einem Aluminiumwerkstoff. Die Rohrwendel 4 wird durch Wickeln hergestellt, wobei das Planieren auf die erforderliche Planierhöhe unmittelbar vor dem Wickeln erfolgt. Die Rohrenden 4a, 4b behalten ihren kreisförmigen Querschnitt und werden in axialer Richtung abgebogen. Die planierte Rohrwendel 4 wird dann in den Gehäusemantel 5a eingesetzt, wobei das Rohrende 4a in die Durchgangsbohrung 10 eingesteckt wird. Dann wird der Sammelbehälter 2, (komplettiert wie in Fig. 2 dargestellt) in die Rohrwendel 4 eingesetzt, wobei hinreichend radiales Spiel vorhanden ist. Alternativ kann der Sammelbehälter 2 auch vor dem Einsetzen der Rohrwendel 4 in den Gehäusemantel 5a eingesetzt werden. Anschließend wird der Deckel 5c auf den Gehäusemantel 5a aufgesetzt und befestigt, beispielsweise durch Verschweißen. Beim Aufsetzen des Deckels 5c wird das obere Rohrende 4b in die Durchgangsbohrung 11 eingesteckt. Die Rohrenden 4a, 4b werden anschließend in den Boden 5b und den Deckel 5c eingewalzt, sodass eine gasdichte und feste Verbindung geschaffen wird. Gleichzeitig ist die Rohrwendel 4 in axialer Richtung (und auch in Umfangsrichtung) fixiert. Als nächster Verfahrensschritt erfolgt die Druckbeaufschlagung der Rohrwendel 4 mit einem Druckmedium, welches über die Durchgangsbohrungen 10 und/oder 11 zugeführt werden kann. Durch den Aufweitprozess erfolgt eine Verringerung des Innendurchmessers und eine Vergrößerung des Außendurchmessers der Rohrwendel 4 mit der Folge, dass sich diese unter Ausbildung eines Kraftschlusses an den Behältermantel 2a und den Gehäusemantel 5a anlegt. Die Aufweitung erfolgt nach den oben angegebenen Kennzahlen, d. h. der Aufweitdruck, welcher in der Rohrwendel als Innendruck herrscht, bewirkt eine plastische, d. h. bleibende Verformung, welche einen dauerhaften Presssitz zur Folge hat. Die Rohrwendel 4 sitzt somit fest in der Baueinheit 1. Der Fluidkanal 7 ist somit als durchgehender wendelförmiger Strömungskanal ausgebildet, sodass eine definierte wendelförmige Strömung gewährleistet ist. Eine Bypassströmung um die Rohrwindungen herum findet wegen der fluiddichten Anlage der Rohrwendel 4 nicht statt. Daraus ergibt sich ein hoher und definierter Wirkungsgrad für den inneren Wärmeübertrager 3, welcher durch die metallische Rohrwendel 4, den Gehäusemantel 5a und den isolierten Behältermantel 2a gebildet wird.

Patentansprüche

1. Integrierte, einen Sammler (2) und einen inneren Wärmeübertrager (3) umfassende Baueinheit (1) eines Kältemittelkreislaufes, insbesondere für eine Kraftfahrzeug-Klimaanlage, wobei die Baueinheit (1) einen zylindrischen Gehäusemantel (5a) und der Sammler (2) einen zylindrischen, mit dem Gehäusemantel (5a) einen Ringspalt (6) bildenden Behältermantel (2a) aufweisen und wobei in dem Ringspalt (6) eine am Gehäusemantel (5a) und am Behältermantel (2a) anliegende Rohrwendel (4) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrwendel (4) mit dem Gehäusemantel (5a) und dem Behältermantel (2a) eine kraftschlüssige Verbindung bildet.
2. Baueinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kraftschlüssige Verbindung durch eine plastische Verformung der Rohrwendel (4) gebildet ist.
3. Baueinheit nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sammler (2) aus einem Kunststoff, insbesondere einem Polyamid hergestellt ist.
4. Baueinheit nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Behältermantel (24, 25, 26) doppelwandig und mindestens eine Wand als Isolierschicht (24a, 25a, 26a) ausgebildet ist.
5. Baueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rohrquerschnitt (23; 27, 28, 29, 30, 31) der Rohrwendel (4) ein Profil, insbesondere mit auf der Außenseite angeordneten Stegen (23a; 27a, 28a, 28b, 29a, 30a) aufweist.
6. Baueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anlagefläche zwischen der Rohrwendel (4) und dem Behältermantel (2a) durch dünne, von der Rohrwendel abragende Stege (27a) gebildet wird.
7. Baueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrwendel (4) Rohrenden (4a, 4b) und die Baueinheit (1) einen Boden (5b) und/oder einen Deckel (5c) mit Öffnungen (10, 11) aufweist und dass die Rohrenden (4a, 4b) in den Öffnungen (10, 11) aufgenommen und in den Boden (5b) und den Deckel (5c) eingewalzt sind.
8. Baueinheit nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnungen (10, 11, 33) Wandungen aufweisen, und dass in die Wandungen Vertiefungen, Hinterschneidungen (35, 36, 37) oder ein Gewinde (38) eingearbeitet

sind, in welche das Material der Rohrenden (4a, 4b, 34) einwalzbar ist.

- 5
9. Baueinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sammler (2) einen Behälterboden (40) aufweist und dass zwischen dem Boden (5b) der Baueinheit (1) und dem Behälterboden (40) Abstandshalter (44), insbesondere in Form von Ausprägungen (40a, 40b, 40c, 41 a, 41 b, 41 c) im Behälterboden (40) und/oder im Gehäuseboden (5b) vorgesehen sind.
- 10
10. Verfahren zur Herstellung einer Baueinheit (1) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrwendel (4) mit radialem Spiel in den Ringspalt (6) eingesetzt und anschließend radial gegen den Gehäusemantel (5a) und den Behältermantel (2a) aufgeweitet wird.
- 15
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrwendel (4) zur Aufweitung mittels eines kompressiblen oder inkompressiblen Druckmediums mit einem Innendruck (p_i), dem so genannten Aufweitdruck, beaufschlagt wird.
- 20
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrwendel (4) auf einen Berstdruck ausgelegt ist, und dass das Verhältnis von Berstdruck zu Aufweitdruck in einem Bereich von 1,1 bis 1,5 liegt.
- 25
13. Verfahren nach Anspruch 10, 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rohrquerschnitt der Rohrwendel (4) vor dem Einsetzen in den Ringspalt (6) in radialer Richtung durch Umformung verkürzt, insbesondere abgeplattet, planiert, ovalisiert oder in einen elliptischen Rohrquerschnitt umgeformt wird.
- 30
14. Verfahren nach Anspruch 10, 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Herstellung der Rohrwendel (4) ein außen profiliertes, vorzugsweise extrudiertes Rohr (23, 27, 28, 29, 30, 31) verwendet wird.
- 35
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohrenden (4a, 4b) der Rohrwendel (4) vor dem Aufweiten der Rohrwendel (4) in den Boden (5b) und/oder den Deckel (5c) eingewalzt werden.
- 40
- 45
- 50
- 55



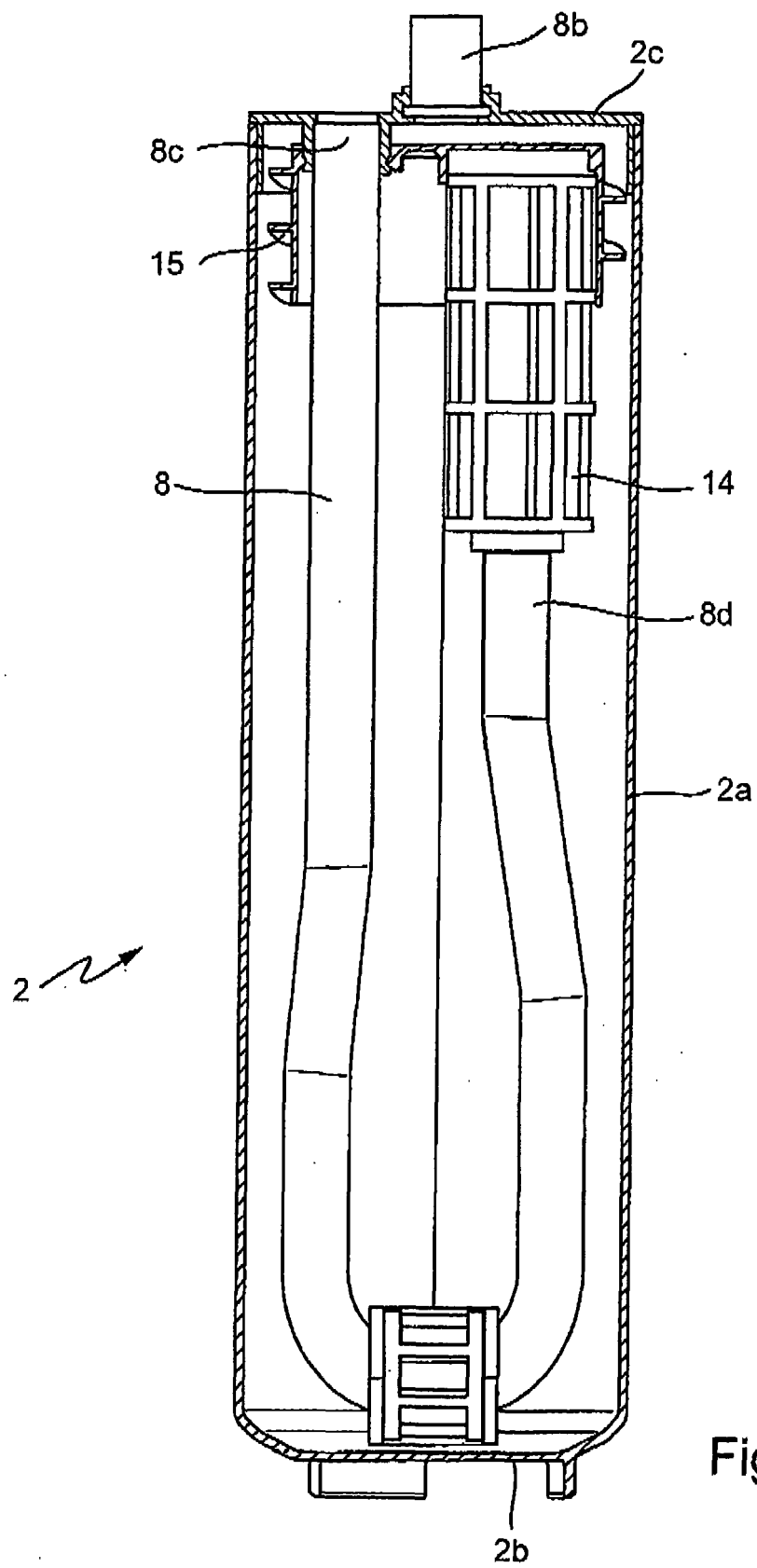


Fig. 2

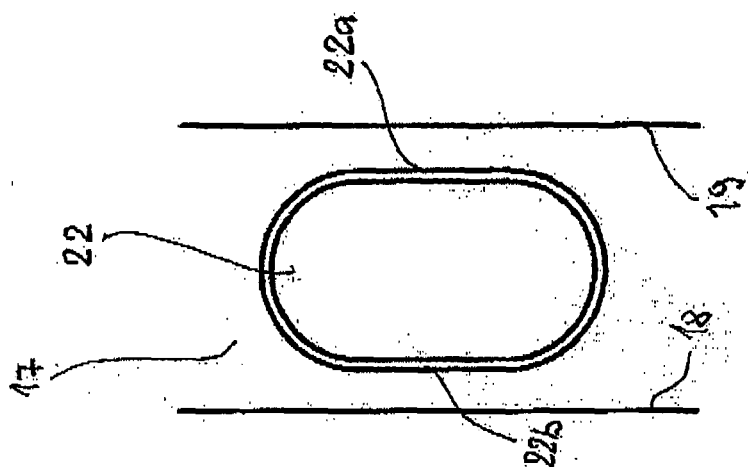


Fig. 3a

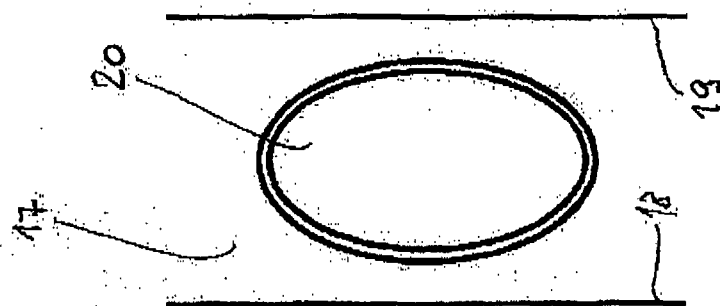


Fig. 3b

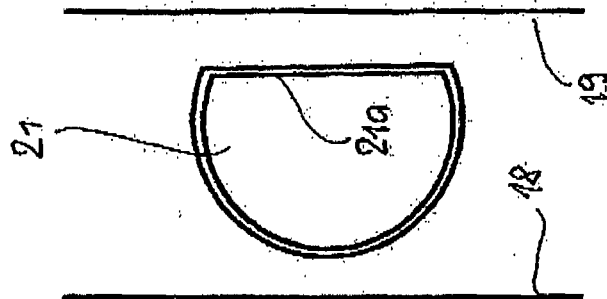


Fig. 3c

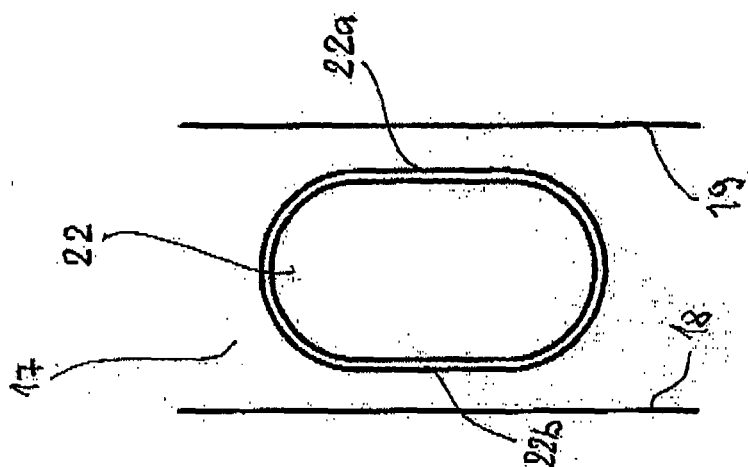


Fig. 3d

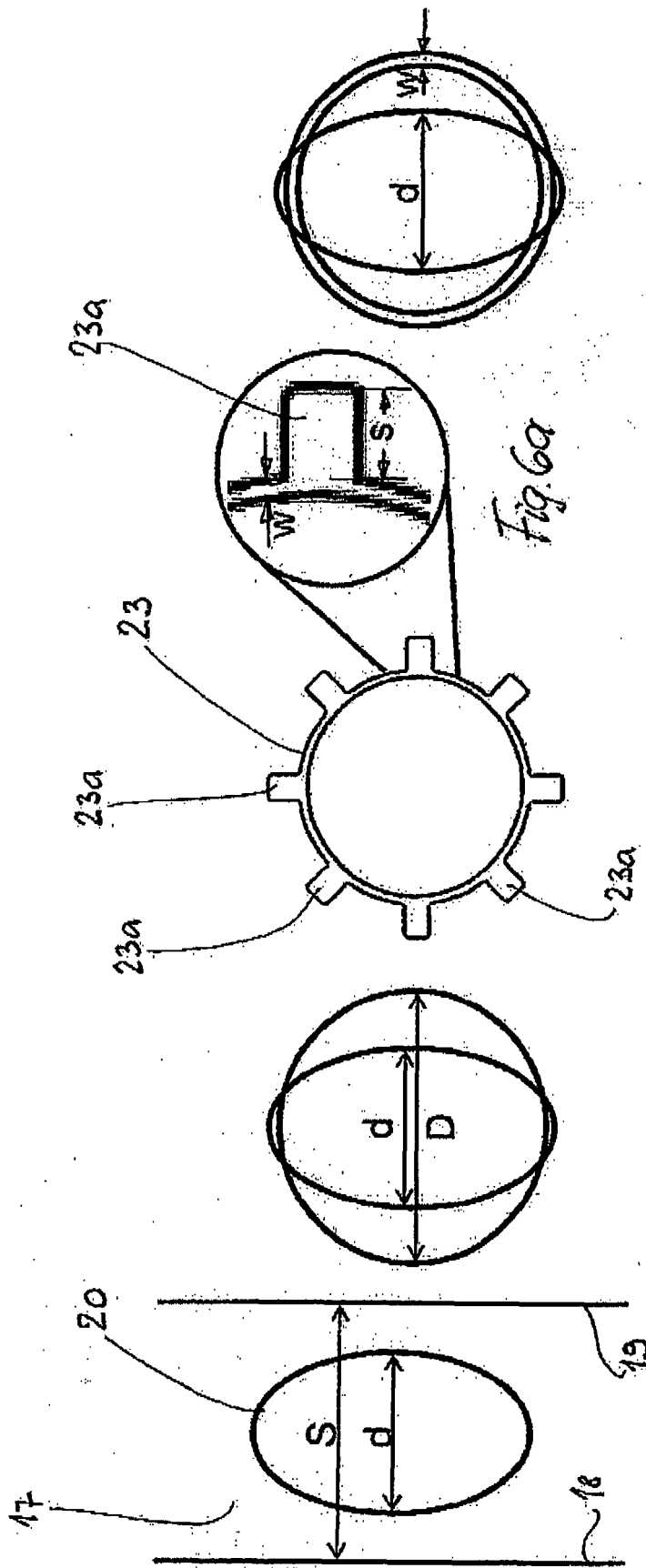


Fig. 7

Fig. 6

Fig. 5

Fig. 4

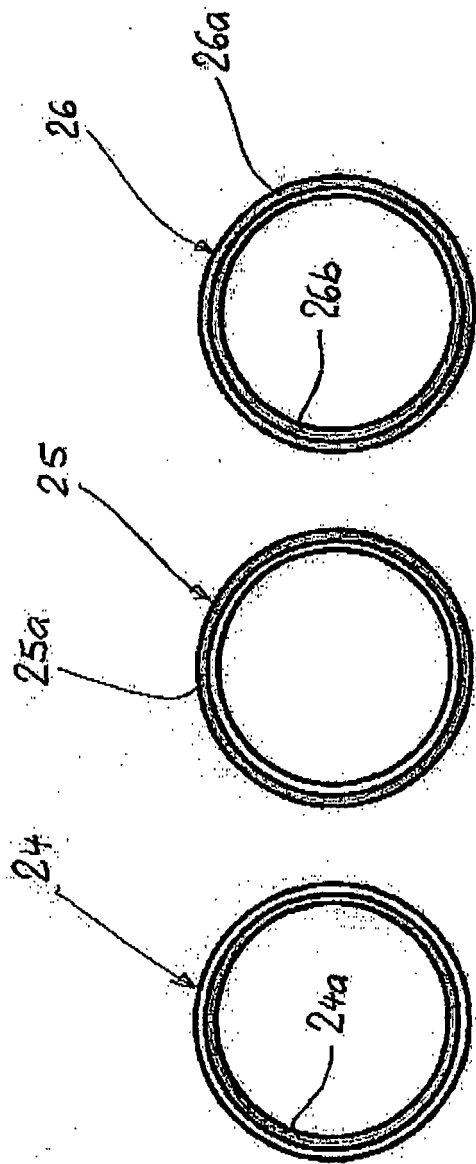


Fig. 8a

Fig. 8b

Fig. 8c

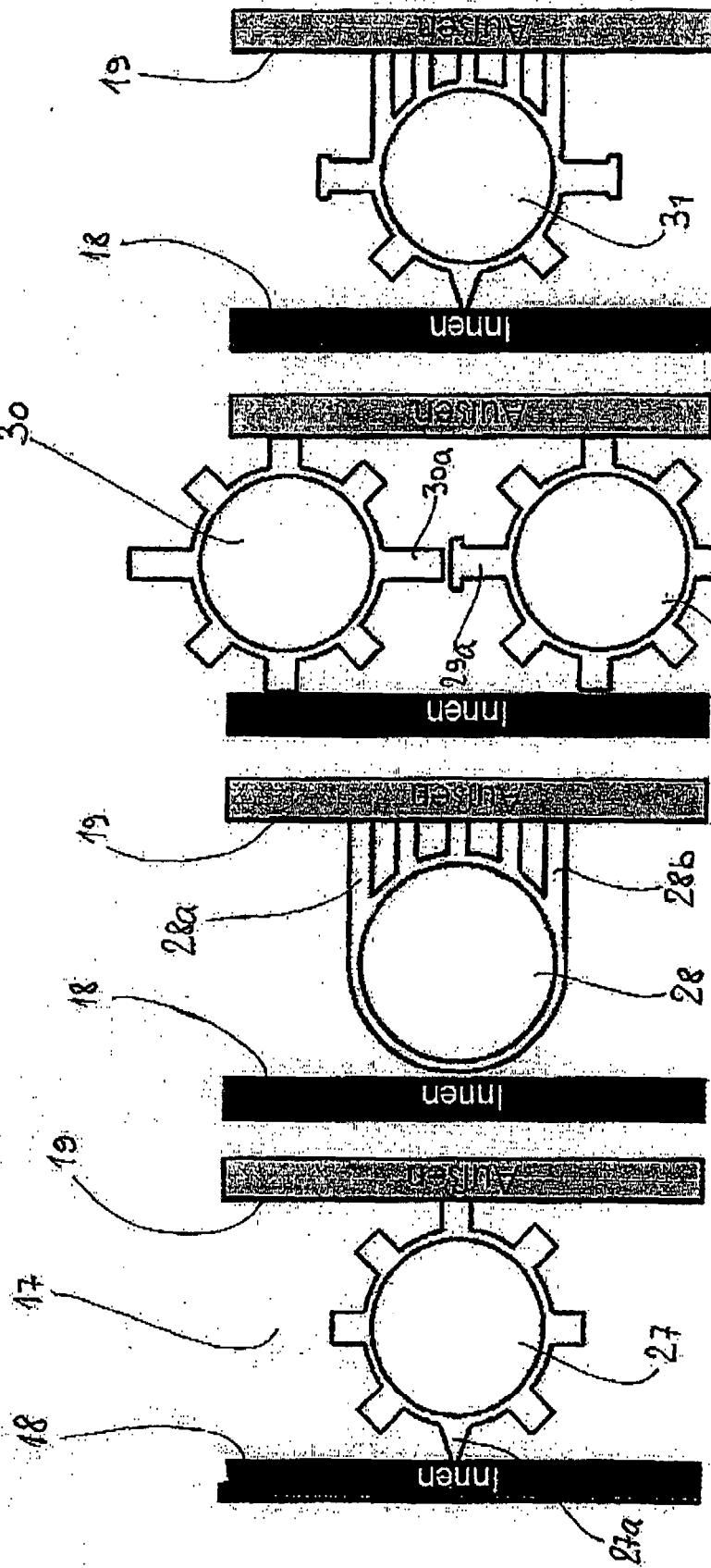


Fig. 12

Fig. 11

Fig. 10

Fig. 9

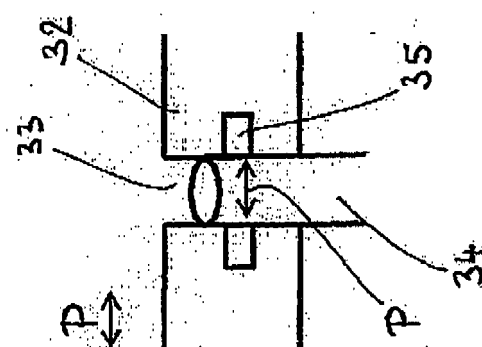


Fig. 13

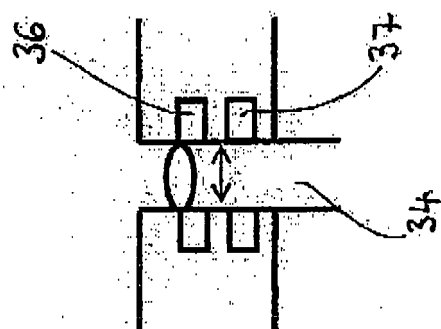


Fig. 14

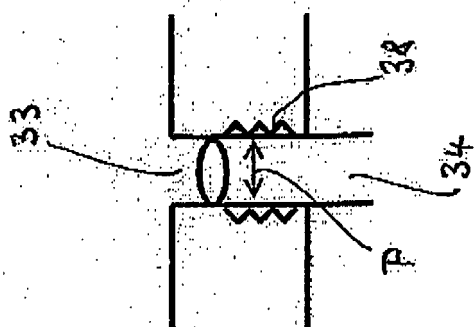


Fig. 15

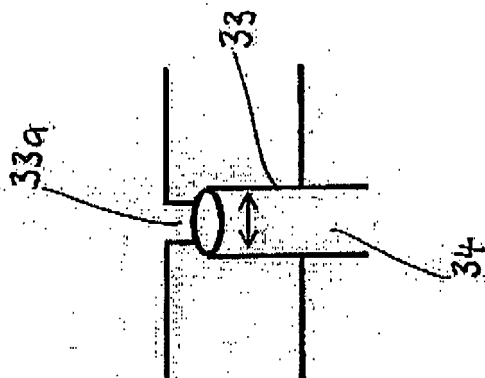


Fig. 16

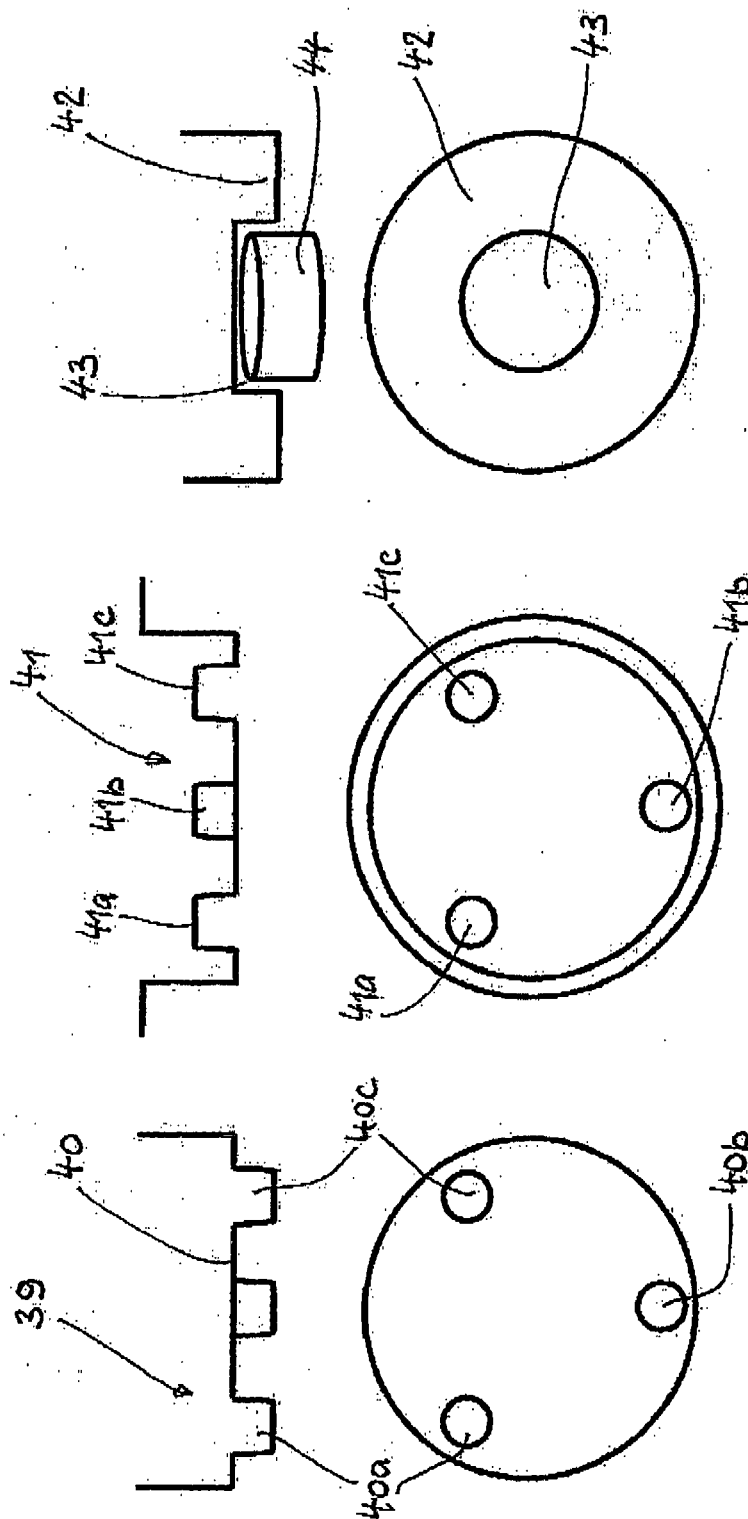


Fig. 19

Fig. 18

Fig. 17

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 102006031197 A1 [0003]
- DE 102006017432 A1 [0004]
- DE 10261886 A1 [0005]
- DE 19908833 A1 [0006]