

(19)



(11)

**EP 3 199 901 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**02.08.2017 Patentblatt 2017/31**

(51) Int Cl.:  
**F28F 9/00** (2006.01) **B22D 17/00** (2006.01)  
**B22D 21/00** (2006.01) **F28F 21/08** (2006.01)  
**F28D 7/10** (2006.01) **F25B 9/00** (2006.01)  
**F25B 40/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17152457.2**

(22) Anmeldetag: **20.01.2017**

(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:  
**MA MD**

(72) Erfinder:  
 • **GONZALEZ RECHEA, Pedro**  
**70193 Stuttgart (DE)**  
 • **PFEIFER, Eugen**  
**70567 Stuttgart (DE)**

(74) Vertreter: **BRP Renaud & Partner mbB**  
**Rechtsanwälte Patentanwälte**  
**Steuerberater**  
**Königstraße 28**  
**70173 Stuttgart (DE)**

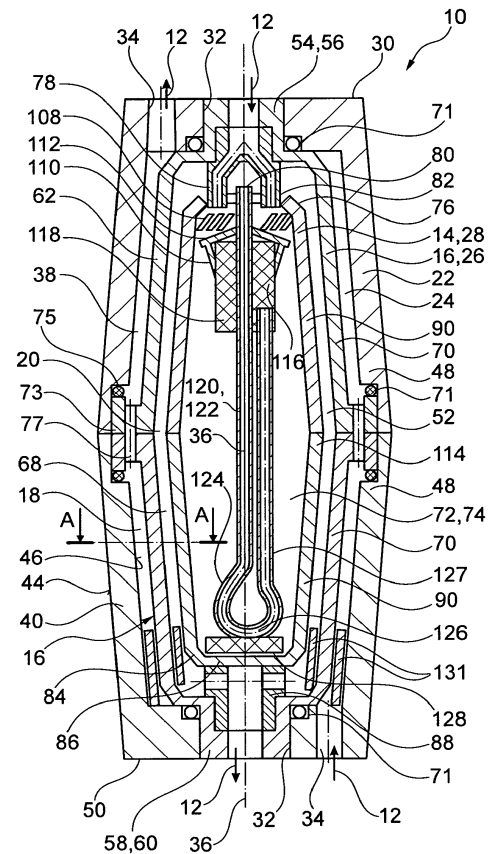
(30) Priorität: **29.01.2016 DE 102016201395**

(71) Anmelder: **Mahle International GmbH**  
**70376 Stuttgart (DE)**

**(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER WÄRMETAUSCHEINRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Wärmetauschereinrichtung (10) für eine Kälteanlage, insbesondere für eine Kälteanlage, die mit CO<sub>2</sub> arbeitet, mit einem Gehäuse (22), in welchem ein Hochdruckkanal (18) und ein Niederdruckkanal (20) für ein Kältemittel (12) ausgebildet sind, mit einem Wärmeübertrager (26), der den Hochdruckkanal (18) und den Niederdruckkanal (20) fluidisch voneinander trennt und thermisch koppelt, und mit einem Kältemittelsammelbehälter (28), der in dem Niederdruckkanal (20) angeordnet wird, wobei zwischen dem Gehäuse (22) und dem Wärmeübertrager (26) ein äußerer Ringraum (38) ausgebildet wird, wobei zwischen dem Wärmeübertrager (26) und dem Kältemittelsammelbehälter (28) ein innerer Ringraum (68) ausgebildet ist.

Um die Bauteilqualität zu verbessern wird vorgeschlagen, dass zur Herstellung des Gehäuses (22), des Wärmeübertragers (26) und/oder des Kältemittelsammelbehälters (28) ein Werkstoff durch Erwärmen in einen thixotropen Zustand versetzt wird, dass als Werkstoff Aluminium oder eine Aluminium-Legierung verwendet wird, und dass der Werkstoff im thixotropen Zustand in eine Negativform geleitet wird.

**Fig. 1****EP 3 199 901 A1**

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Wärmetauschereinrichtung für eine Kälteanlage, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung eine Kälteanlage mit einer Wärmetauschereinrichtung, die durch ein solches Verfahren hergestellt ist und ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Kälteanlage.

[0002] Solche Wärmetauschereinrichtungen werden in Kälteanlagen, insbesondere in Kälteanlagen einer Klimaanlage, bspw. einer Fahrzeugklimaanlage, verwendet. Durch die Verwendung dieser Wärmetauschereinrichtungen kann der Wirkungsgrad der Kälteanlage, insbesondere bei Verwendung von CO<sub>2</sub> (R744) als Kältemittel, verbessert werden. Durch die Wärmetauschereinrichtung kann das niedrige Temperaturniveau des Niederdruckbereichs des Kältekreislaufs genutzt werden, um das wärmere Kältemittel in dem Hochdruckbereich unmittelbar nach dem Gaskühler weiter abzukühlen. Dabei kann die Wärmetauschereinrichtung mit einem Kältemittelsammelbehälter (Akkumulator) kombiniert werden.

[0003] Bei der Verwendung von CO<sub>2</sub> als Kältemittel herrschen relativ hohe Drücke im Kältekreislauf. Daher ist die Herstellung der Wärmetauschereinrichtung, insbesondere des Gehäuses, des Wärmeübertragers und des Kältemittelsammelbehälters aufwendig. Bei üblichen Gusserfahren, wie beispielsweise Aluminiumdruckgussverfahren, treten in dem Bauteil Fehlstellen, so genannte Lunker und Poren, auf. Dadurch ist die Festigkeit des Bauteils reduziert. Bei Druckgefäßen müsste daher mit einer großen Wandstärke gearbeitet werden. Die Verwendung von geschmiedeten oder nachbearbeiteten Gehäuseteilen ist erheblich teurer und aufwendiger.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine verbesserte oder zumindest andere Ausführungsform eines Verfahrens zur Herstellung einer Wärmetauschereinrichtung bereitzustellen, dass sich insbesondere durch geringere Herstellungskosten und eine höhere Bauteilqualität auszeichnet.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken ein Formgebungsverfahren zur Herstellung des Gehäuses, des Wärmeübertragers und/oder des Kältemittelsammelbehälters anzugeben, das die Ausbildung von komplexen und feinen Strukturen erlaubt und gleichzeitig eine hohe Bauteilqualität, bzw. geringe Fehlstellen im Bauteil, erlaubt. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass zur Herstellung des Gehäuses, des Wärmeübertragers und/oder des Kältemittelsammelbehälters ein Werkstoff durch Erwärmen in einen thixotropen Zustand versetzt wird, dass als Werkstoff Aluminium oder eine Aluminiumlegierung verwendet wird und dass der Werk-

stoff im thixotropen Zustand in eine Negativform geleitet wird. In dem thixotropen Zustand liegt eine Mischphase aus festen und flüssigen Phasen des Werkstoffes vor, wobei die festen Phasen klein und fein verteilt sind und von einer durchgehenden flüssigen Phase umgeben sind. Ein thixotroper Zustand zeichnet sich dadurch aus, dass sich die Viskosität durch Einbringung von mechanischer Energie, insbesondere durch Scherspannungen, verringert. Beim Einleiten des Werkstoffs im thixotropen Zustand in die Negativform können dadurch Turbulenzen verhindert werden, so dass Luft einschüsse in den Werkstoff verhindert werden können. Dadurch kann zum einen eine sehr hohe Bauteilqualität und damit hohe Festigkeit des Bauteils erzielt werden. Zum anderen können auf diese Weise sehr feine und filigrane Details an dem Bauteil ausgebildet werden.

[0007] In der Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen beziehen sich die Begriffe Hochdruck und Niederdruck aufeinander, das heißt, dass im Betrieb im Hochdruckbereich ein höherer Druck herrscht als im Niederdruckbereich. Typische Drücke im Hochdruckbereich liegen bei ungefähr 15 MPa. Typische Drücke im Niederdruckbereich liegen bei ungefähr 10 MPa.

[0008] Alternativ oder ergänzend kann vorgesehen sein, dass als Werkstoff für den Kältemittelsammelbehälter Kunststoff verwendet wird und dass der Kältemittelsammelbehälter durch Kunststoffspritzguss hergestellt ist.

[0009] Eine günstige Möglichkeit sieht vor, dass der Werkstoff laminar in die Negativform geleitet wird. Durch die laminare Einleitung des Werkstoffes in die Negativform treten keine Wirbel auf, welche Luft in den Werkstoff einleiten könnten und dadurch zu Fehlstellen, Poren oder Lunkern führen könnten. Folglich ist die Qualität des Bauteils dadurch erhöht.

[0010] Eine weitere günstige Möglichkeit sieht vor, dass an einer Außenseite des Wärmeübertragers Rippen ausgebildet werden, die in den äußeren Ringraum ragen. Diese Rippen sind dabei schon in der Negativform ausgebildet, so dass der derart gebildete Teil des Wärmeübertragers nur wenige Nachbearbeitungsschritte benötigt.

[0011] Eine weitere besonders günstige Möglichkeit sieht vor, dass der Wärmeübertrager derart in dem Gehäuse angeordnet wird, dass sich die Rippen an der Außenseite des Wärmeübertragers bis zu dem Gehäuse erstrecken. Dadurch kann die radiale Rippenlänge vergrößert werden, wodurch die Oberfläche des Wärmeübertragers an der Außenseite vergrößert wird. Folglich kann somit die Wärmekopplung zu dem Kältemittel im äußeren Ringraum verbessert werden.

[0012] Eine vorteilhafte Lösung sieht vor, dass an einer Innenseite des Wärmeübertragers Rippen ausgebildet werden, die in den inneren Ringraum ragen. Dadurch vergrößert sich die Wärmeübertragungsfläche auf das Kältemittel in dem Niederdruckkanal. Vorzugsweise sind die Rippen bereits in der Negativform des Wärmeübertragers vorgesehen, so dass für die Rippen kein Nach-

bearbeitungsschritt notwendig ist.

**[0013]** Eine besonders vorteilhafte Lösung sieht vor, dass der Kältemittelsammelbehälter derart in dem Wärmeübertrager angeordnet wird, dass sich die Rippen an der Innenseite des Wärmeübertragers bis zu dem Kältemittelsammelbehälter erstrecken. Dadurch wird die radiale Rippelänge vergrößert, sodass die Wärmeübertragungsfläche an der Innenseite des Wärmeübertragers noch weiter vergrößert wird. Des Weiteren wird dadurch der innere Ringraum zwischen dem Kältemittelsammelbehälter und dem Wärmeübertrager in mehrere Kanäle unterteilt wird, wodurch die Wärmeübertragung auf das Kältemittel ebenfalls verbessert wird.

**[0014]** Eine weitere besonders vorteilhafte Lösung sieht vor, dass eine Wandstärke des Wärmeübertragers zwischen 0,5 mm und 2 mm beträgt. Eine solche Wandstärke ist durch das erfindungsgemäße Verfahren herstellbar. Aufgrund der hohen Festigkeit des derart hergestellten Wärmeübertragers ist eine derartige Wandstärke ausreichend um den Drücken des Kältemittels standzuhalten. Gleichzeitig führt die relativ geringe Wandstärke zu einer hohen Wärmeübertragung zwischen dem Niederdruckkanal und dem Hochdruckkanal.

**[0015]** Eine günstige Variante sieht vor, dass zwei Gleichteile des Wärmeübertragers hergestellt werden, und dass die Gleichteile des Wärmeübertragers miteinander verbunden werden. Auf diese Weise kann für beide Gleichteile die gleiche Negativform verwendet werden um aus den beiden Gleichteilen den Wärmeübertrager herzustellen. Um einen weitgehend geschlossenen Hohlkörper herzustellen ist bei einem Gießverfahren notwendig, das Bauteil in zwei Teile zu unterteilen, da ansonsten das Bauteil nicht aus der Negativform entfernt werden kann. Durch die Bildung von zwei Gleichteilen kann dennoch erheblich der Herstellungsaufwand reduziert werden, da dieselbe Negativform für beide Gleichteile verwendet werden kann.

**[0016]** Eine weitere günstige Variante sieht vor, dass an einer Außenseite des Kältemittelsammelbehälters Rippen ausgebildet werden, die in den inneren Ringraum ragen. Dadurch ist die Wärmeübertragung von dem Kältemittelbehälter zu dem Kühlmittel in dem inneren Ringraum verbessert. Vorzugsweise werden die Rippen bereits in der Negativform vorgesehen, so dass für die Rippen keine Nachbearbeitungsschritte notwendig sind.

**[0017]** Eine besonders günstige Variante sieht vor, dass der Kältemittelsammelbehälter derart in dem Wärmeübertrager angeordnet wird, dass sich die Rippen an der Außenseite des Kältemittelsammelbehälters bis zu dem Wärmeübertrager erstrecken. Dadurch wird der innere Ringraum zwischen dem Kältemittelsammelbehälter und dem Wärmeübertrager in mehrere Kanäle unterteilt wird, wodurch die Wärmeübertragung auf das Kältemittel ebenfalls verbessert wird.

**[0018]** Eine weitere besonders günstige Variante sieht vor, dass zwei Gleichteile des Kältemittelsammelbehälters hergestellt werden, und dass die Gleichteile des Kältemittelsammelbehälters miteinander verbunden wer-

den. Auf diese Weise wird nur eine Negativform benötigt, um den Kältemittelsammelbehälter herzustellen.

**[0019]** Vorzugsweise sind die beiden Gleichteile des Kältemittelsammelbehälters miteinander verschweißt. Dadurch kann eine Fluiddichte und stabile Verbindung zwischen den beiden Gleichteilen hergestellt werden.

**[0020]** Eine vorteilhafte Möglichkeit sieht vor, dass an einer Innenseite des Gehäuses Rippen ausgebildet werden, die in den äußeren Ringraum ragen. Dadurch wird die Steifigkeit des Gehäuses verbessert, sodass die Wandstärke reduziert und somit Material eingespart werden kann. Darüber hinaus erzeugen die Rippen in dem äußeren Ringraum Turbulenzen in dem Kältemittel, sodass die Wärmeübertragung zwischen dem Kältemittel und dem Wärmeübertrager verbessert wird.

**[0021]** Vorzugsweise werden die Rippen bereits in der Negativform des Gehäuses vorgesehen, so dass für die Rippen kein weiterer Nachbearbeitungsschritt notwendig ist.

**[0022]** Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit sieht vor, dass der Wärmeübertrager derart in dem Gehäuse angeordnet wird, dass die Rippen an der Innenseite des Gehäuses an dem Wärmeübertrager anliegen. Auf diese Weise kann sich der Wärmeübertrager radial nach außen an dem Gehäuse abstützen, so dass die Wandstärke des Wärmeübertragers weiter reduziert werden kann.

**[0023]** Eine besonders vorteilhafte Möglichkeit sieht vor, dass zwei Gleichteile des Gehäuses hergestellt werden, und dass die Gleichteile des Gehäuses miteinander verbunden werden. Dadurch kann bei der Herstellung des Gehäuses eine Form genutzt werden. Vorzugsweise werden die beiden Gleichteile des Gehäuses miteinander verschweißt, um das Gehäuse zu bilden.

**[0024]** Eine günstige Lösung sieht vor, dass an einer Außenseite des Gehäuses eine Gitterstruktur ausgebildet wird. Vorzugsweise ist die Gitterstruktur bereits in der Negativform des Gehäuses ausgebildet, so dass zur Ausbildung der Gitterstruktur keine Nachbearbeitungsschritte notwendig sind. Die Gitterstruktur an der Außenseite erhöht die Druckstabilität des Gehäuses.

**[0025]** Eine weitere günstige Lösung sieht vor, dass die Gitterstruktur an der Außenseite des Gehäuses ein Dreiecks- oder Viereckgitter bildet, so genannte Isogrid- oder Orthogrid-Strukturen. Solche Gitter sind regelmäßige Strukturen, die sich leicht entwerfen lassen und die die Stabilität erhöhen.

**[0026]** Eine besonders günstige Lösung sieht vor, dass das Gehäuse, der Wärmeübertrager und der Kältemittelsammelbehälter derart angeordnet werden, dass die jeweiligen einander zugewandten Rippen ineinander greifen. Auf diese Weise kann eine platzsparende Anordnung gefunden werden, bei welcher eine ausgezeichnete Erhöhung der Wärmeübertragungsfläche erzielt werden kann.

**[0027]** Eine weitere besonders günstige Lösung sieht vor, dass der innere Ringraum zumindest teilweise den Niederdruckkanal bildet. Dadurch muss das Kühlmittel, welches durch den Niederdruckkanal strömt auch durch

den inneren Ringraum strömen und kann dadurch Wärme von dem Wärmeübertrager aufnehmen.

**[0028]** Eine vorteilhafte Variante sieht vor, dass der äußere Ringraum zumindest teilweise den Hochdruckkanal bildet. Dadurch muss das Kühlmittel, das durch den Hochdruckkanal strömt auch durch den äußeren Ringraum strömen und kann somit Wärme an den Wärmeübertrager abgeben.

**[0029]** Eine weitere vorteilhafte Variante sieht vor, dass in dem Hochdruckkanal im Bereich des Hochdruckeinlasses ein Trockenmittel angeordnet wird. Dadurch kann Wasser, das sich in dem Kältemittel befindet, aufgefangen werden. Durch die, durch das Verfahren erzielte, hohe Festigkeit des Werkstoffes können die Wandstärken des Gehäuses und des Wärmeübertragers reduziert werden, so dass der äußere und der innere Ringraum vergrößert sein können. Daher ist es möglich, in den äußeren Ringraum ein Trockenmittel anzuordnen. Entsprechend kann auch in dem Niederdruckkanal im Bereich des Niederdruckauslasses ein Trockenmittel angeordnet werden.

**[0030]** Ferner beruht die Erfindung auf dem allgemeinen Gedanken eine Kälteanlage für CO<sub>2</sub> mit einem Kältemittelkreislauf zu verwenden, in welchem Kältemittel im Betrieb zirkuliert, mit einem Kompressor zum Antreiben des Kältemittels, mit einem Expansionsventil, das einen Hochdruckbereich und einen Niederdruckbereich des Kältemittelkreislaufs voneinander trennt, mit einem Gaskühler zum Kühlen des Kältemittels im Hochdruckbereich, mit einem Verdampfer, mit einer Wärmetauschereinrichtung, die durch ein Verfahren gemäß der vorstehenden Beschreibung hergestellt ist, wobei der Hochdruckkanal der Wärmetauschereinrichtung in dem Hochdruckbereich des Kältemittelkreislaufs stromab des Gaskühlers und stromauf des Expansionsventils angeschlossen ist, und wobei der Niederdruckkanal der Wärmetauschereinrichtung in dem Niederdruckbereich des Kältemittelkreislaufs stromab des Expansionsventils angeordnet ist. Dadurch können sich die Vorteile des Herstellungsverfahrens der Wärmetauschereinrichtung optimal ausgenutzt werden, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**[0031]** Ferner ist es günstig, wenn die Wärmetauschereinrichtung derart in dem Kältemittelkreislauf angeschlossen ist, dass der Hochdruckkanal und der Niederdruckkanal im Gegenstrom oder Kreuzstrom oder einer Mischform daraus durchströmt werden. Dadurch kann die Wärme zwischen zwei Medien optimal ausgetauscht werden.

**[0032]** Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn das Kältemittel CO<sub>2</sub> ist. Bisher übliche Kältemittel sind häufig umweltschädlich. Schon seit langem sind FCKW-haltige Kältemittel verboten, die das Ozonloch angreifen. Die daraufhin verwendeten Austauschmittel sind allerdings sehr stark klimaaktiv. Das heißt, sie haben einen sehr hohen Treibhauskoeffizienten. CO<sub>2</sub> ist zwar auch treibhausaktiv, allerdings deutlich geringer als die bisher verwendeten Kältemittel.

**[0033]** Darüber hinaus beruht die Erfindung auf dem allgemeinen Gedanken eine Kälteanlage gemäß der vorstehenden Beschreibung in einem Kraftfahrzeug zu verwenden. Die Vorteile der Kälteanlage übertragen sich somit auf das Kraftfahrzeug auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**[0034]** Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

**[0035]** Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0036]** Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

**[0037]** Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine Schnittdarstellung entlang eines Längsschnittes durch eine erfindungsgemäße Wärmetauschereinrichtung,

Fig. 2 eine Längsschnittdarstellung durch eine erste Variante eines Gleichteils des Gehäuses,

Fig. 3 eine Längsschnittdarstellung durch eine zweite Variante eines Gleichteils des Gehäuses,

Fig. 4 ein Ausschnitt einer Schnittdarstellung entlang der Schnittebene A-A aus Fig. 1, bei einer ersten Variante der Rippenanordnung,

Fig. 5 eine der Fig. 4 entsprechende Schnittdarstellung gemäß einer zweiten Variante der Rippenanordnung,

Fig. 6 eine der Fig. 4 entsprechende Schnittdarstellung einer dritten Variante der Rippenanordnung,

Fig. 7 eine der Fig. 4 entsprechende Schnittdarstellung einer vierten Variante der Rippenanordnung,

Fig. 8 eine Längsschnittdarstellung durch einen Niederdruckeinlassadapter, in einer ersten Variante,

Fig. 9 eine Längsschnittdarstellung durch einen Niederdruckeinlassadapter einer zweiten Variante, bei welcher ein Filterelement vorgesehen ist,

- Fig. 10 eine Längsschnittdarstellung durch einen Niederdruckauslassadapter einer ersten Variante,
- Fig. 11 eine Längsschnittdarstellung durch einen Niederdruckauslassadapter gemäß einer zweiten Variante, bei welcher ein Filterelement an dem Niederdruckauslassadapter angeordnet ist,
- Fig. 12 eine Schnittdarstellung einer Ölaustrageinrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 13 eine Schnittdarstellung durch eine Ölaustrageinrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform, und
- Fig. 14 eine Schnittdarstellung durch eine Ölaustrageinrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform.

**[0038]** Eine in den Fig. 1 bis 11 dargestellte erste Ausführungsform einer Wärmetauschereinrichtung 10 wird in Klimaanlage für Kraftfahrzeuge verwendet, die insbesondere CO<sub>2</sub> als Kältemittel 12 verwenden. Die Wärmetauschereinrichtung 10 umfasst einen Kältemittelsammelbehälter 28 und einen Wärmeübertrager 26. Die Wärmetauschereinrichtung 10 wird üblicherweise in einen Kältemittelkreislauf der Kälteanlage eingebaut, wobei eine typische Reihenfolge wie folgt ist. Vom Kompressor wird das Kältemittel zu einem Gaskühler geleitet, in welchen es Wärme an die Umgebung abgeben kann, weiter zu einem inneren Wärmetauscher 16, der zumindest teilweise durch den Wärmeübertrager 26 gebildet ist und an welchem das Kältemittel 12 noch weitere Wärme abgeben kann. Insbesondere strömt das Kältemittel 12 durch einen Hochdruckkanal 18 der Wärmetauschereinrichtung 10. Von der Wärmetauschereinrichtung 10 aus wird das Kältemittel 12 zu einem Expansionsventil geleitet, welches einen Hochdruckbereich des Kältemittelkreislaufs von einem Niederdruckbereich des Kältemittelkreislaufs trennt. Hinter dem Expansionsventil kann das Kältemittel 12 expandieren und sich dadurch abkühlen. Nach dem Expansionsventil wird das Kältemittel 12 wieder zu der Wärmetauschereinrichtung 10, insbesondere zu dem inneren Wärmetauscher 16 in einen Niederdruckkanal 20 geleitet, in welchem das Kältemittel Wärme aus dem Hochdruckkanal 18 aufnehmen kann. Von dort wird das Kältemittel 12 zu einem Wärmetauscher geleitet, der dazu dient, Wärme von einem zu kühlenden Objekt oder Bauteil oder Medium aufzunehmen. Von diesem Wärmetauscher wird das Kältemittel 12 wieder zu dem Kompressor geleitet, der das Kältemittel 12 antreibt und somit den Kreislauf schließt.

**[0039]** Durch den inneren Wärmetauscher 16 wird das Kältemittel 12 am Expansionsventil auf tieferes Temperaturniveau gebracht. Bei der Verwendung von CO<sub>2</sub> als

Kältemittel 12 kann dadurch der Wirkungsgrad der Kälteanlage verbessert werden.

**[0040]** Die Wärmetauschereinrichtung 10 weist ein Gehäuse 22 auf, das einen Innenraum 24 umschließt. In dem Innenraum 24 sind der Wärmeübertrager 26 und der Kältemittelsammelbehälter 28 angeordnet.

**[0041]** An einem ersten axialen Ende 30 sind eine Niederdrucköffnung 32 und eine Hochdrucköffnung 34 angeordnet. Die Niederdrucköffnung 32 ist vorzugsweise koaxial zu einer Längsmittelachse 36 der Wärmetauschereinrichtung 10 angeordnet. Die Hochdrucköffnung 34 ist vorzugsweise exzentrisch zu der Längsmittelachse 36 angeordnet.

**[0042]** Die Niederdrucköffnung 32 bietet eine Fluidverbindung zu dem Niederdruckkanal 20. Entsprechend bietet die Hochdrucköffnung 34 eine Fluidverbindung zu dem Hochdruckkanal 18. Der Niederdruckkanal 20 und der Hochdruckkanal 18 sind wärmegekoppelt und medientrennt ausgebildet. Die Wärmekopplung und die Medientrennung werden durch den Wärmeübertrager 26 bewirkt. Somit bilden der Hochdruckkanal 18, der Niederdruckkanal 20 und der Wärmeübertrager 26 den inneren Wärmetauscher 16.

**[0043]** Zwischen dem Wärmeübertrager 26 und dem Gehäuse 22 ist ein äußerer Ringraum 38 gebildet. Es besteht eine Fluidverbindung von dem äußeren Ringraum 38 zu der Hochdrucköffnung 34. Somit bildet der äußere Ringraum 38 zumindest einen Teil des Hochdruckkanals 18. An einer Außenwand 40 des Gehäuses 22 können Rippen 42 vorgesehen sein. Dabei können Rippen 42 an einer Außenseite 44 angeordnet sein und die Stabilität des Gehäuses 22 erhöhen. Beispielsweise können die Rippen 42 an der Außenseite 44 der Außenwand 40 in Form eines Gitters angeordnet sein, bspw. eines Dreiecksgitters oder eines Vierecksgitters.

**[0044]** Des Weiteren können Rippen 42 an einer Innenseite 46 der Außenwand 40 angeordnet sein, welche ebenfalls die Stabilität des Gehäuses verbessern. Darüber hinaus können die Rippen 42 in dem äußeren Ringraum 38 Turbulenzen in das Kältemittel 12 induzieren, so dass die Wärmeübertragung zwischen dem Kältemittel 12 und dem Wärmeübertrager 26 verbessert wird.

**[0045]** Das Gehäuse 22 weist vorzugsweise zwei Gleichteile 48 auf. Die Gleichteile 48 weisen eine leicht konische Form auf, so dass sie durch ein Gießverfahren oder durch ein in einem Gießverfahren ähnliches Herstellungsverfahren hergestellt werden können. Insbesondere können die Gleichteile 48 dadurch hergestellt werden, das Material in eine Negativform eingebracht wird. Durch die leicht konische Form können die Gleichteile 48 aus der Negativform einfach herausgenommen werden.

**[0046]** Die Gleichteile 48 sind miteinander verbunden, um das Gehäuse 22 zu bilden und somit den Innenraum 24 zu umschließen.

**[0047]** Die Verbindung der Gleichteile 48 kann dabei bspw. durch Formschluss, Stoffschluss oder Reibschluss, besonders bevorzugt durch Verschweißen oder Verschrauben hergestellt sein. Beide Gleichteile 48 wei-

sen jeweils eine der Niederdrucköffnungen 32 und eine der Hochdrucköffnungen 34 auf.

**[0048]** Durch die Ausbildung des Gehäuses 22 aus zwei Gleichteilen 48 sind die Herstellungskosten reduziert, da durch eine identische Negativform beide für die Herstellung des Gehäuses 22 benötigte Gleichteile 48 hergestellt werden können.

**[0049]** An einem zweiten axialen Ende 50 weist das Gehäuse 22 ebenfalls eine Niederdrucköffnung 32 und eine Hochdrucköffnung 34 auf. Auch im zweiten axialen Ende 50 ist die Niederdrucköffnung 32 vorzugsweise koaxial angeordnet und die Hochdrucköffnung 34 vorzugsweise exzentrisch angeordnet. Dadurch kann eines der Gleichteile 48 das erste axiale Ende 30 und das andere Gleichteil 48 das zweite axiale Ende 50 des Gehäuses 22 bilden.

**[0050]** In den Fig. 2 und 3 sind zwei Varianten der Gleichteile 48 des Gehäuses 22 dargestellt. Bei der in Fig. 2 dargestellten Variante sind Anschlüsse 51 für die Niederdrucköffnung 32 und die Hochdrucköffnung 34 axial gerichtet. Bei der in Fig. 3 dargestellten Variante sind die Anschlüsse 51 radial gerichtet. Andere schräge Ausrichtungen der Anschlüsse 51 sind ebenfalls möglich. Dadurch kann die Wärmetauschereinrichtung 10 an verschiedenen Anordnungen der der Kälteanlage angepasst werden.

**[0051]** In dem Innenraum 24 des Gehäuses 22 ist der Wärmeübertrager 26 angeordnet und umschließt seinerseits einen Innenraum 52 des Wärmeübertragers 26. In dem Innenraum 52 des Wärmeübertragers 26 ist der Kältemittelsammelbehälter 28 angeordnet.

**[0052]** Der Wärmeübertrager 26 weist an einem ersten axialen Ende 54 des Wärmeübertragers 26 einen Einlassstutzen 56 auf, welcher eine Öffnung zu dem Innenraum 52 bildet. Ferner greift der Einlassstutzen 56 in eine der Niederdrucköffnungen 32 des Gehäuses 22. Dadurch bildet der Einlassstutzen eine Fluidverbindung von dem Innenraum 52 des Wärmeübertragers 26 nach außen.

**[0053]** Ferner weist der Wärmeübertrager 26 an einem zweiten axialen Ende 58 einen Auslassstutzen 60 auf, welcher eine Öffnung in den Innenraum 52 des Wärmeübertragers 26 bildet. Der Auslassstutzen 60 greift in eine der Niederdrucköffnungen 32 des Gehäuses 22 ein, vorzugsweise in die Niederdrucköffnung 32 am zweiten axialen Ende 50 des Gehäuses 22. Somit bildet der Auslassstutzen 60 eine Fluidverbindung von dem Innenraum 52 des Wärmeübertragers 26 nach außen.

**[0054]** Eine Außenwand 62 begrenzt mit einer Außenseite 64 der Außenwand 62 den äußeren Ringraum 38 nach innen. Mit einer Innenseite 66 begrenzt die Außenwand 62 einen inneren Ringraum 68 nach außen. Der innere Ringraum 68 ist zwischen dem Wärmeübertrager 26 und dem Kältemittelsammelbehälter 28 ausgebildet. Der innere Ringraum 68 bildet zumindest teilweise den Niederdruckkanal 20.

**[0055]** An der Außenseite 64 der Außenwand 62 können Rippen 42 vorgesehen sein, die in den äußeren Ringraum 38 ragen.

Dadurch kann die Wärmeübertragung zwischen dem Kältemittel 12 in dem äußeren Ringraum 38 und dem Wärmeübertrager 26 verbessert werden.

**[0056]** Des Weiteren kann an der Innenseite 66 der Außenwand 62 Rippen 42 vorgesehen sein, welche in den inneren Ringraum 68 greifen, um die Wärmeübertragung zwischen dem Kältemittel 12 im inneren Ringraum 68 und dem Wärmeübertrager 26 zu verbessern.

**[0057]** Auch der Wärmeübertrager 26 weist vorzugsweise zwei Gleichteile 70 auf, die miteinander verbunden sind. An einem ersten der Gleichteile 70 ist dabei der Einlassstutzen 56 gebildet und an einem zweiten der Gleichteile 70 des Wärmeübertragers 26 ist der Auslassstutzen 60 gebildet, die geometrisch an sich gleich sind. Die Verbindung der Gleichteile 70 des Wärmeübertragers 26 zu dem Wärmeübertrager 26 kann dabei durch Formschluss, Stoffschluss oder Reibschluss erfolgen. Besonders bevorzugt werden die Gleichteile 70 miteinander verschweißt oder verschraubt.

**[0058]** Zwischen dem Wärmeübertrager 26 und dem Gehäuse 22 sind mehrere, beispielweise vier, Dichtelemente 71 vorgesehen. An dem ersten axialen Ende 54 ist eines der Dichtelemente 71 angeordnet. Es liegt in einer an der entsprechenden Niederdrucköffnung 32 des Gehäuses 22 gebildeten Nut und dichtet somit den Einlassstutzen 56 gegen die Niederdrucköffnung 32 ab. Somit ist der äußere Ringraum 38 und somit der Hochdruckkanal 18 gegen die Niederdrucköffnung 32 abgedichtet. Entsprechend ist am zweiten axialen Ende 58 des Wärmeübertragers 26 eines der Dichtelemente 71 angeordnet.

**[0059]** Des Weiteren sind im Bereich einer Verbindungsstelle der jeweiligen Gleichteile 48 und 70 des Gehäuses 22 und des Wärmeübertragers 26 solche Dichtelemente 71 angeordnet. Die Gleichteile 70 des Wärmeübertragers 26 weisen an der Verbindungsstelle jeweils einen umlaufenden Kragen 73 auf, zu dem jeweiligen axialen Ende 54, 58 hin gerichtete Dichtflächen bilden. An diesen Dichtflächen liegt jeweils eines der ringförmigen Dichtelemente 71 an.

**[0060]** In den Gleichteilen 48 des Gehäuses 22 ist an der Verbindungsstelle eine Ausnehmung angeordnet, an welcher eine axiale Dichtfläche 75 gebildet ist an welcher eines der Dichtelemente 71 anliegt. Somit wird durch die Dichtelemente 71 an der Verbindungsstelle eine zusätzliche Abdichtung des Hochdruckkanals 18 gegen die Umgebung gebildet.

**[0061]** In dem umlaufenden Kragen 73 sind mehrere Durchgangsbohrungen 77 ausgebildet, welche in axialer Richtung die äußeren Ringräume 38, die jeweils in einer Hälfte der Wärmetauschereinrichtung 10 gebildet sind, miteinander verbinden.

**[0062]** In dem Innenraum 52 des Wärmeübertragers 26 ist der Kältemittelsammelbehälter 28 angeordnet und umschließt seinerseits einen Innenraum 72, der einen Kältemittelsammelbereich 74 bildet.

**[0063]** An einem ersten axialen Ende 76 des Kältemittelsammelbehälters 28 sind mindestens eine, vorzugs-

weise zwei Einlassbohrungen 78 angeordnet, die exzentrisch zu der Längsmittelachse 36 der Wärmetauscheinrichtung 10 angeordnet sind. Die Einlassbohrungen 78 bilden somit einen Kältemittelinlass 79 des Kältemittelsammelbehälters 28. Des Weiteren weist der Kältemittelsammelbehälter 28 am ersten axialen Ende 76 eine Auslassbohrung 80 auf, welche vorzugsweise coaxial zur Längsmittelachse 36 angeordnet ist.

**[0064]** Um Kältemittel, dass durch eine Niederdrucköffnung 32 am ersten axialen Ende 30 des Gehäuses 22 einströmt direkt in den Kältemittelsammelbereich 74 des Kältemittelsammelbehälters 28 leiten zu können, ist ein Niederdruckeinlassadapter 82 vorgesehen. Der Niederdruckeinlassadapter 82 bietet eine Fluidverbindung von der Niederdrucköffnung 32 am ersten axialen Ende 30 in den Innenraum 72 und damit in den Kältemittelsammelbereich 74 des Kältemittelsammelbehälters 28.

**[0065]** Der Niederdruckeinlassadapter 82 greift in die mindestens eine Einlassbohrung 78 ein, so dass eine Fluidverbindung in den Innenraum 72 des Kältemittelsammelbehälters 28 erreicht werden kann. Des Weiteren greift der Niederdruckeinlassadapter 82 in den Einlassstutzen 56 des Wärmeübertragers 26 ein, so dass die Fluidverbindung zu der Niederdrucköffnung 32 des Gehäuses 22 hergestellt ist.

**[0066]** An einem zweiten axialen Ende 84 ist der Kältemittelsammelbehälter 28 geschlossen ausgebildet. Insbesondere ist am zweiten axialen Ende 84 ein Boden 86 ausgebildet, an welchem sich Kältemittel in fester und/oder flüssiger Form ansammeln kann.

**[0067]** Am zweiten axialen Ende 84, außerhalb des Kältemittelsammelbehälters 28, ist ein Niederdruckauslassadapter 88 angeordnet. Der Niederdruckauslassadapter 88 ist also zwischen dem Kältemittelsammelbehälter 28 und dem Wärmeübertrager 26 angeordnet. Vorzugsweise greift der Niederdruckauslassadapter 88 in den Auslassstutzen 60 des Wärmeübertragers 26 ein und bietet somit eine Fluidverbindung zu der Niederdrucköffnung 32 am zweiten axialen Ende 50 des Gehäuses 22. Ferner bietet der Niederdruckauslassadapter 88 eine Fluidverbindung zu dem inneren Ringraum 68.

**[0068]** Somit ist der Niederdruckkanal 20 zwischen den beiden Niederdrucköffnungen 32 des Gehäuses 22 gebildet. Der Niederdruckkanal 20 erstreckt sich von der Niederdrucköffnung 32 am ersten axialen Ende 76 in den Kältemittelsammelbehälter 28 hinein und am ersten axialen Ende 76 wieder aus dem Kältemittelsammelbehälter 28 heraus in den inneren Ringraum 68 hinein. Weiter erstreckt sich der Niederdruckkanal 20 entlang des inneren Ringraums 68 bis zum zweiten axialen Ende 84 des Kältemittelsammelbehälters 28 und dort durch den Niederdruckauslassadapter 88 und durch den Auslassstutzen 60 des Wärmeübertragers 26.

**[0069]** Auch der Kältemittelsammelbehälter 28 weist zwei Gleichteile 90 auf, die miteinander verbunden sind. Die beiden Gleichteile 90 des Kältemittelsammelbehälters 28 unterscheiden sich durch die Einlassbohrung 78 und die Auslassbohrung 80 an dem ersten axialen Ende

76 des Kältemittelsammelbehälters 28 voneinander. Dennoch können die beiden Gleichteile 90 durch eine gemeinsame Negativform hergestellt werden. Lediglich kleine Nachbearbeitungsschritte, nämlich das Bohren der Einlassbohrung 78 und der Auslassbohrung 80 sind notwendig, um die Gleichteile 90 anzupassen.

**[0070]** Der Niederdruckeinlassadapter 82 und der Niederdruckauslassadapter 88 bewirken die benötigte Asymmetrie für die Strömungsführung. So können das Gehäuse 22, der Wärmeübertrager 26 und der Kältemittelsammelbehälter 28 aus den Gleichteilen 48, 70 und 90 hergestellt sein.

**[0071]** An einer Außenseite 92 kann der Kältemittelsammelbehälter 28 Rippen 42 aufweisen, die in den inneren Ringraum 68 greifen. Dadurch kann zum einen die Stabilität des Kältemittelsammelbehälters 28 verbessert werden. Zum anderen werden durch die Rippen 42 Turbulenzen in das Kältemittel im inneren Ringraum 68 induziert, die auch eine verbesserte Wärmeübertragung zum dem Wärmeübertrager 26 ermöglichen. Dadurch ist die Wärmeübertragung zwischen dem Kältemittel 12 in dem Niederdruckkanal 20 und dem Kältemittel 12 in dem Hochdruckkanal 18 verbessert.

**[0072]** In den Fig. 4 bis 7 sind vier verschiedene beispielhafte Varianten für die Anordnung der Rippen 42 an dem Gehäuse 22, an dem Wärmeübertrager 26 und dem Kältemittelsammelbehälter 28 dargestellt. Bei der in Fig. 4 dargestellten Variante sind an der Außenwand 40 des Gehäuses 22 sowohl an der Außenseite 44 als auch an der Innenseite 46 Rippen 42 angeordnet. Ebenfalls sind an der Außenwand 62 des Wärmeübertragers 26 sowohl an der Außenseite 64 als auch an der Innenseite 66 Rippen 42 angeordnet. Auch am Kältemittelsammelbehälter 28 sind an der Außenseite Rippen 42 angeordnet. Der Kältemittelsammelbehälter 28, der Wärmeübertrager 26 und das Gehäuse 22 sind derart angeordnet, dass die Rippen 42 ineinander greifen.

**[0073]** Bei der in Fig. 5 dargestellten Variante sind an der Außenseite 44 der Außenwand 40 des Gehäuses 22 keine Rippen angeordnet. Ebenso sind an der Außenseite 92 des Kältemittelsammelbehälters 28 keine Rippen 42 angeordnet. Die am Wärmeübertrager 26 angeordneten Rippen und die am Gehäuse 22 angeordneten Rippen 42 erstrecken sich soweit in den jeweiligen Ringraum 38, 68, dass sie die gegenüberliegende Wand berühren.

**[0074]** Die an der Außenwand 40 des Gehäuses 22 angeordneten Rippen 42 ragen in den äußeren Ringraum 38 hinein und berühren die Außenseite 64 des Wärmeübertragers 26. Die an der Außenseite 64 des Wärmeübertragers 26 angeordneten Rippen 42 ragen in den äußeren Ringraum 38 und berühren die Innenseite 46 des Gehäuses 22. Die an der Innenseite 66 der Außenwand 62 des Wärmeübertragers 26 angeordneten Rippen 42 ragen in den inneren Ringraum 68 hinein und berühren die Außenseite 92 des Kältemittelsammelbehälters 28.

**[0075]** Bei der in Fig. 6 dargestellten Variante sind nur

Rippen 42 vorgesehen, die in den äußeren Ringraum 38 ragen. Dabei sind sowohl am Wärmeübertrager als auch am Gehäuse 22 zwei verschiedene Sorten von Rippen vorgesehen. Eine erste Sorte erstreckt sich durch den gesamten äußeren Ringraum 38 und berührt die jeweils gegenüberliegende Wand. Die andere Sorte der Rippen 42 ragt nur zu einem Teil in den äußeren Ringraum 38 hinein.

**[0076]** Bei einer in Fig. 7 dargestellten Variante sind nur in den äußeren Ringraum 38 ragende Rippen 42 vorgesehen. Die Rippen sind im Querschnitt T-förmig ausgebildet und hintergreifen sich dadurch gegenseitig. Dadurch kann eine besonders hohe Oberfläche für die Wärmeübertragung zwischen dem Kältemittel 12 in dem äußeren Ringraum 38 und den entsprechenden Wänden erzielt werden.

**[0077]** In Fig. 8 und Fig. 9 sind zwei verschiedene Varianten für den Niederdruckeinlassadapter 82 dargestellt. Bei der in Fig. 8 dargestellten Variante weist der Niederdruckeinlassadapter 82 einen zylinderförmigen Einlassabschnitt 94 auf, der eine zentrale Bohrung 96 aufweist. Von der zentralen Bohrung 96 verzweigen sich zwei Teilkanäle 98, die jeweils in zwei Auslassabschnitten 100 münden. Der Einlassabschnitt 94 ist derart ausgebildet, dass er von dem Innenraum 52 des Wärmeübertragers 26 in den Einlassstutzen 56 eingesetzt werden kann. Die beiden Auslassabschnitte 100 sind derart ausgebildet, dass sie von außen in die Einlassbohrungen 78 des Kältemittelsammelbehälters 28 eingreifen können.

**[0078]** Bei der in Fig. 9 dargestellten Variante ist am Einlassabschnitt 94 zusätzlich ein Filterelement 102 vorgesehen, welches das durch den Niederdruckeinlassadapter 82 einströmende Kältemittel 12 filtert.

**[0079]** In den Fig. 10 und 11 sind zwei Varianten eines Niederdruckauslassadapters 88 dargestellt. Der Niederdruckauslassadapter 88 weist eine zentrale Längsbohrung 104 und eine quer dazu verlaufende Querbohrung 106 auf. Die Querbohrung 106 liegt im späteren eingebauten Zustand im inneren Ringraum 68. Die Längsbohrung 104 stößt an einer Seite an den Boden 86 des Kältemittelsammelbehälters 28 und ist damit durch den Boden 86 verschlossen. Eine gegenüberliegende Öffnung der Längsbohrung 104 liegt im Auslassstutzen 60 des Wärmeübertragers 26. Dadurch bietet der Niederdruckauslassadapter 88 eine Fluidverbindung von dem inneren Ringraum 68 zu dem Auslassstutzen 60.

**[0080]** Bei der in Fig. 11 dargestellten Variante des Niederdruckauslassadapters 88 ist ein Filterelement 102 vorgesehen, welches aus dem Niederdruckauslassadapter 88 ausströmendes Kältemittel 12 filtert.

**[0081]** In dem Innenraum 72 des Kältemittelsammelbehälters 28 ist ein Wirbelgenerator 108 vorgesehen, welcher am ersten axialen Ende 76 des Kältemittelsammelbehälters 28 angeordnet ist. Der Wirbelgenerator 108 ist derart angeordnet, das Kältemittel, das durch die Einlassbohrungen 78 in den Innenraum 72 einströmt, verwirbelt, insbesondere in Rotation versetzt wird.

**[0082]** Axial angrenzend dazu ist ein Strömungsleite-

lement 110 angeordnet. Das Strömungsleitelement 110 weist eine den Einlassbohrungen 78 zugewandte konische Fläche 112 auf. Die konische Fläche 112 ist zu den Einlassbohrungen 78 hin konvex, so dass das Kältemittel 12, das durch die Einlassbohrungen 78 in den Innenraum 72 einströmt an der konischen Fläche 112 radial nach außen geleitet wird, so dass es zu der Außenwand 114 des Kältemittelsammelbehälters 28 gelenkt wird. Dadurch werden feste und flüssige Phasen des Kältemittels 12 sich an der Außenwand 114 niederschlagen, so dass sie entlang der Außenwand 114 in Richtung Boden 86 des Kältemittelsammelbehälters 28 befördert werden.

**[0083]** Das Strömungsleitelement 110 weist ferner eine Einströmöffnung 116 auf, welche zu einer Mitte des Innenraums 72 gerichtet ist. Vorzugsweise ist die Einströmöffnung 116 koaxial angeordnet.

**[0084]** Um Verunreinigungen zurückhalten zu können ist ein Filterelement 118 vorgesehen, welches in der Einströmöffnung 116 angeordnet ist.

**[0085]** Kältemittel 12, das aus dem Kältemittelsammelbehälter 28 ausströmt muss durch das Strömungsleitelement 110 strömen. Folglich muss das Kältemittel 12 dazu in die Einströmöffnung 116 einströmen und wird somit durch das Filterelement 118 gereinigt.

**[0086]** Ferner ist in dem Innenraum 72 ein Rohr 120 angeordnet, welches als Saugrohr 122 ausgebildet ist. Das Rohr 120 bildet eine Fluidverbindung zwischen dem Innenraum 72 des Kältemittelsammelbehälters 28 und dem inneren Ringraum 68. Dazu durchgreift das Rohr 120 die Auslassbohrung 80 im Kältemittelsammelbehälter 28.

**[0087]** Das Rohr 120 verläuft ausgehend vom Strömungsleitelement 110 in Richtung Boden 86 des Kältemittelsammelbehälters 28. In der Nähe des Bodens 86 weist das Rohr 120 eine Biegung 124 auf, durch welche das Rohr 120 im Wesentlichen um 180° umgelenkt ist.

**[0088]** Im Wesentlichen 180° bedeutet dabei eine Abweichung von 180° von weniger als 10°, bevorzugt weniger als 5°, besonders bevorzugt weniger als 2°. Von der Biegung 124 aus erstreckt sich das Rohr 120 bis zu dem Strömungsleitelement 110 und durch dieses hindurch bis zu der Auslassbohrung 80.

**[0089]** Kältemittel 12, das aus dem Kältemittelsammelbehälter 28 ausströmt, wird am Strömungsleitelement 110 in das Rohr 120 einströmen durch das Rohr in Richtung Boden strömen an der Biegung 124 umgelenkt werden und durch das Rohr 120 aus dem Kältemittelsammelbehälter 28 in den inneren Ringraum 68 einströmen.

**[0090]** An der Biegung 124 ist eine Saugöffnung 126 in dem Rohr 120 ausgebildet. Durch die Saugöffnung 126 kann Flüssigkeit, insbesondere Schmiermittel, bspw. Öl des Kompressors, das sich in dem Kältemittelsammelbereich 74 des Kältemittelsammelbehälters 28 ansammelt, angesaugt werden. Durch die Strömung des Kältemittels 12 in dem Rohr 120 wird das Öl durch den Venturi-Effekt in das Rohr 120 geleitet. Das Öl wird somit zusammen mit dem Kältemittel 12 aus dem Kältemittelsammelbehälter 28 befördert. Somit ist eine Ölaustrag-

seinrichtung 127 gebildet.

**[0091]** Am Boden 86 des Kältemittelsammelbehälters 28 kann ein Ölfilterelement 128 vorgesehen sein, bevorzugt deckt das Ölfilterelement 128 die Saugöffnung 126 ab, so dass das Öl, das in das Rohr 120 angesaugt wird von Verschmutzungen befreit wird.

**[0092]** Bei der Herstellung der Gleichteile 48, 70, 90 wird für die Gleichteile eine Negativform hergestellt. In die Negativform wird ein Werkstoff, aus welchem die entsprechenden Bauteile gefertigt werden sollen, eingeleitet.

**[0093]** Als Werkstoff ist Aluminium oder eine Aluminiumlegierung vorgesehen. Vor dem Einleiten des Werkstoffs in die Negativform wird der Werkstoff in einen pastösen, thixotropen Zustand versetzt. Dies erfolgt insbesondere durch Erhitzen. Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen, dass der Werkstoff zusätzlich geknetet wird.

**[0094]** Der thixotrope Zustand zeichnet sich insbesondere durch eine Mischphase zwischen flüssigen und festen Teilen aus. Die festen Teile sind dabei fein in einer durchgängigen flüssigen Phase verteilt. In Ruhe ist der Werkstoff dadurch fest, da sich die festen Phasen gegeneinander verkeilen. Sobald Scherkräfte auf den Werkstoff ausgeübt werden, beginnen die festen Partikel gegeneinander sich zu verschieben, so dass der Werkstoff sich wie eine Flüssigkeit verhält. Dieses Verhalten wird auch als thixotrop bezeichnet.

**[0095]** Vor dem Einbringen des Werkstoffs in die Negativform wird die Negativform vorgeheizt, insbesondere auf eine Temperatur bei welcher der Werkstoff einen thixotropen Zustand erreichen kann.

**[0096]** Die Einbringung des Werkstoffs in die Negativform erfolgt so langsam, dass eine laminare Strömung des Werkstoffs ermöglicht ist. Dadurch können Fehlstellen, wie Lunker oder Poren vermieden werden. Dennoch ist eine Ausbildung von sehr feinen Strukturen möglich.

**[0097]** Durch das Fehlen von Fehlstellen weist der fertige Körper eine höhere Festigkeit auf, als bspw. ein durch Aluminiumdruckguß hergestelltes Bauteil. Somit können geringere Wandstärken der Bauteile erzielt werden. Darüber hinaus sind die derart gefertigten Bauteile schweißbar.

**[0098]** Alternativ oder ergänzend kann vorgesehen sein, dass als Werkstoff für den Kältemittelsammelbehälter 28 Kunststoff verwendet wird und dass der Kältemittelsammelbehälter 28 durch Kunststoffspritzguss hergestellt ist.

**[0099]** Aufgrund der geringeren Wandstärke der Bauteile kann in den äußeren Ringraum 38 und den inneren Ringraum 68 jeweils ein Trockenmittel 131 vorgesehen sein, die ansonsten üblicherweise in dem Kältemittelsammelbereich 74 angeordnet sind und dadurch das Volumen des Kältemittelsammelbereichs 74 verringern.

**[0100]** Eine in Fig. 12 dargestellte zweite Ausführungsform der Wärmetauschereinrichtung 10 unterscheidet sich von der in den Fig. 1 bis 11 dargestellten ersten Ausführungsform der Wärmetauschereinrichtung 10 da-

durch, dass das Rohr 120 der Ölaustrageeinrichtung 127 gerade verläuft. Das Rohr 120 erstreckt sich von dem Strömungsleitelement 110 in Richtung Boden 86 des Kältemittelsammelbehälters. Wenn Kältemittel 12 aus dem Kältemittelsammelbehälter 28 ausströmt muss dieses nicht zwangsläufig durch das Rohr 120 strömen. Das Kältemittel 12 kann durch die Einströmöffnung 116 in das Strömungsleitelement 110 einströmen und über eine Ausströmöffnung 117 aus dem Strömungsleitelement 110 und damit aus dem Kältemittelsammelbehälter 28 ausströmen.

**[0101]** Wenn das Kältemittel 12 durch die Einströmöffnung 116 in das Strömungsleitelement 110 strömt, strömt es an einem ersten Ende des Rohrs 120 vorbei und kann auf diese Weise an der Öffnung des Rohrs 120 einen Unterdruck erzeugen, durch welchen Flüssigkeit, insbesondere Schmiermittel, beispielsweise Öl, aus dem Rohr 120 angesaugt werden kann.

**[0102]** Der Durchmesser des Rohrs 120 ist derart gewählt, dass aufgrund des Kapillareffekts das Öl zumindest teilweise in das Rohr 120 gesaugt wird. Durch die kombinierte Wirkung aus Kapillareffekt und Venturi-Effekt kann das Öl vom Boden 86 des Kältemittelsammelbehälters 28 abgesaugt werden. Somit ist das Rohr 120 ein Saugrohr 122.

**[0103]** An einem bodenseitigen Ende des Rohrs 120 ist das Ölfilterelement 128 angeordnet und bedeckt die an dem Ende des Rohrs 120 gebildete Saugöffnung 126.

**[0104]** Im Übrigen stimmt die in Fig. 12 dargestellte zweite Ausführungsform der Wärmetauschereinrichtung 10 mit der in den Fig. 1 bis 11 dargestellten ersten Ausführungsform der Wärmetauschereinrichtung 10 hinsichtlich Aufbau und Funktion überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

**[0105]** Eine in Fig. 13 dargestellte dritte Ausführungsform der Wärmetauschereinrichtung 10 unterscheidet sich von der in den Fig. 1 bis 11 dargestellten ersten Ausführungsform der Wärmetauschereinrichtung 10 dadurch, dass die Ölaustrageeinrichtung 127 ein gerades Rohr 120 aufweist, das in dem Kältemittelsammelbehälter 28 angeordnet ist. Das Rohr 120 dient dabei als Führung für eine Steuerstange 130, welche einen Antriebsteller 132 mit einem Ventilkörper 134 verbindet.

**[0106]** Der Ventilkörper 134 bildet zusammen mit einer Ölaustragsöffnung 136, welche im Boden 86 des Kältemittelsammelbehälters 28 gebildet ist ein Ölaustragsventil 138, wenn der Ventilkörper 134 durch die Steuerstange 130 von der Ölaustragsöffnung 136 abgehoben wird, kann Öl, das sich am Boden 86 des Kältemittelsammelbehälters 28 angesammelt hat, aus dem Kältemittelsammelbehälter 28 ausströmen.

**[0107]** Der Antriebsteller 132 bedeckt eine Ausströmöffnung 117 des Strömungsleitelements 110. Kältemittel 12, das aus dem Kältemittelsammelbehälter 28 ausströmt, muss durch diese Ausströmöffnung 117 strömen. Dabei hebt das Kältemittel 12 den Antriebsteller 132 an, um die Ausströmöffnung 117 zu öffnen. Durch das Anheben des Antriebstellers 132 wird über die Steuerstan-

ge 130 auch der Ventilkörper 134 angehoben, so dass das Ölaustragsventil 138 geöffnet wird. Somit wird das Ölaustragsventil 138 durch die Strömung des Kältemittels 12 gesteuert.

[0108] Auf diese Weise kann erreicht werden, dass in regelmäßigen Abständen, Öl aus dem Kältemittelsammelbehälter abgelassen wird und dadurch dem Kompressor zurückgeführt werden kann.

[0109] Im Übrigen stimmt die in Fig. 13 dargestellte dritte Ausführungsform der Wärmetauschereinrichtung 10 mit der in den Fig. 1 bis 11 dargestellten ersten Ausführungsform der Wärmetauschereinrichtung 10 hinsichtlich Aufbau und Funktion überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

[0110] Eine in Fig. 14 dargestellte vierte Ausführungsform der Wärmetauschereinrichtung 10 unterscheidet sich von der in Fig. 13 dargestellten dritten Ausführungsform der Wärmetauschereinrichtung 10 dadurch, dass die Ölaustrageeinrichtung 127 statt eines Ölaustragsventils 138 eine Hubkolbenpumpe 140 aufweist. Die Hubkolbenpumpe 140 wird über den Antriebssteller 132 und die Steuerstange 130 angetrieben.

[0111] Die Steuerstange 130 ist mit einem Kolben 142 der Hubkolbenpumpe 140 verbunden. Der Kolben 142 kann in einem Zylinder 144, welcher in dem Rohr 120 gebildet ist, hin und her bewegt werden. In dem Rohr 120 ist im Bereich des Zylinders 144 eine Ölansaugöffnung 146 seitlich angeordnet, durch welche Öl in den Zylinder 144 angesaugt werden kann. In einer Ruhestellung, ist der Kolben 142 an einer tiefsten Position, bei welcher der Kolben 142 dem Boden 86 nahe ist. In dieser tiefsten Position ist die Ölansaugöffnung 146 freigegeben. Wird der Kolben 142 durch den Antriebssteller 132 vom Boden 86 weg gehoben, verschließt der Kolben 142 die Ölansaugöffnung 146. Auf dem weiteren Weg bis zu einer oberen Endlage kann somit ein Druck aufgebaut werden, um das Öl aus dem Kältemittelsammelbehälter 28 zu befördern.

[0112] In dem Rohr ist ein Rückschlagventil 148 ausgebildet, durch welches das Öl aus dem Zylinder 144 ausströmen kann. Durch die Ausbildung als Rückschlagventil 148 verhindert das Rückschlagventil 148, dass das Öl zurück in den Zylinder 144 strömen kann. Dadurch kann durch eine Auf- und Ab-Bewegung des Kolbens 142 das Öl nach und nach abgepumpt werden.

[0113] Vorzugsweise weist das Rückschlagventil 148 eine Ventilkugel 150 auf, welche durch eine Feder 152 gegen einen konisch ausgebildeten Ventilsitz 154 gedrückt ist. Der konisch ausgebildete Ventilsitz 154 umschließt dabei eine Ventilöffnung 156, welche eine Öffnung zu dem Zylinder 144 darstellt.

[0114] Im Übrigen stimmt die in Fig. 14 dargestellte vierte Ausführungsform der Wärmetauschereinrichtung 10 mit der in Fig. 13 dargestellten dritten Ausführungsform der Wärmetauschereinrichtung 10 hinsichtlich Aufbau und Funktion überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Wärmetauschereinrichtung (10) für eine Kälteanlage, insbesondere für eine Kälteanlage, die mit CO<sub>2</sub> arbeitet,

- mit einem Gehäuse (22), in welchem ein Hochdruckkanal (18) und ein Niederdruckkanal (20) für ein Kältemittel (12) ausgebildet sind,
- mit einem Wärmeübertrager (26), der den Hochdruckkanal (18) und den Niederdruckkanal (20) fluidisch voneinander trennt und thermisch koppelt, und
- mit einem Kältemittelsammelbehälter (28), der in dem Niederdruckkanal (20) angeordnet wird, - wobei zwischen dem Gehäuse (22) und dem Wärmeübertrager (26) ein äußerer Ringraum (38) ausgebildet wird,
- wobei zwischen dem Wärmeübertrager (26) und dem Kältemittelsammelbehälter (28) ein innerer Ringraum (68) ausgebildet ist,

### dadurch gekennzeichnet,

- **dass** zur Herstellung des Gehäuses (22), des Wärmeübertragers (26) und/oder des Kältemittelsammelbehälters (28) ein Werkstoff durch erwärmen in einen thixotropen Zustand versetzt wird,
- **dass** als Werkstoff Aluminium oder eine Aluminium-Legierung verwendet wird, und
- **dass** der Werkstoff im thixotropen Zustand in eine Negativform geleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** der Werkstoff laminar in die Negativform geleitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** an einer Außenseite (64) des Wärmeübertragers (26) Rippen (42) ausgebildet werden, die in den äußeren Ringraum (38) ragen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** an einer Innenseite (66) des Wärmeübertragers (26) Rippen (42) ausgebildet werden, die in den inneren Ringraum (68) ragen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,**
  - **dass** zwei Gleichteile (70) des Wärmeübertragers (26) hergestellt werden, und
  - **dass** die Gleichteile (70) des Wärmeübertragers (26) miteinander verbunden werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** an einer Außenseite (92) des Kältemittelsammelbehälters Rippen (42) ausgebildet werden, die in den inneren Ringraum (68) ragen. 5
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** zwei Gleichteile (90) des Kältemittelsammelbehälters (28) hergestellt werden, und 10
  - **dass** die Gleichteile (90) des Kältemittelsammelbehälters (28) miteinander verbunden werden. 15
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** an einer Innenseite (46) des Gehäuses (22) Rippen (42) ausgebildet werden, die in den äußeren Ringraum (38) ragen. 20
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** zwei Gleichteile (48) des Gehäuses (22) hergestellt werden, und 25
  - **dass** die Gleichteile (48) des Gehäuses (22) miteinander verbunden werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** an einer Außenseite (44) des Gehäuses (22) eine Gitterstruktur ausgebildet wird. 30
11. Verfahren nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Gitterstruktur an der Außenseite (44) des Gehäuses (22) ein Dreiecks- oder Viereckgitter, bildet. 35
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 11,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Gehäuse (22), der Wärmeübertrager (26) und der Kältemittelsammelbehälter (28) derart angeordnet werden, dass die jeweiligen einander zugewandten Rippen (42) ineinander greifen. 40
13. Kälteanlage für CO<sub>2</sub> mit einem Kältemittelkreislauf, in welchem Kältemittel (12) im Betrieb zirkuliert, mit einem Kompressor zum Antreiben des Kältemittels (12), mit einem Expansionsventil, das einen Hochdruckbereich und einen Niederdruckbereich des Kältemittelkreislaufes voneinander trennt, mit einem Gaskühler zum Kühlen des Kältemittels (12) im Hochdruckbereich, mit einem Verdampfer und mit einer Wärmetauschereinrichtung (10), die durch ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12 hergestellt ist, wobei der Hochdruckkanal (18) der Wär- 50
- metauschereinrichtung (10) in dem Hochdruckbereich des Kältemittelkreislaufes stromab des Gaskühlers und stromauf des Expansionsventils angeschlossen ist, und wobei der Niederdruckkanal (20) der Wärmetauschereinrichtung (10) in dem Niederdruckbereich des Kältemittelkreislaufes stromab des Expansionsventils angeordnet ist.
14. Kälteanlage nach Anspruch 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Wärmetauschereinrichtung (10) derart in dem Kältemittelkreislauf angeschlossen ist, dass der Hochdruckkanal (18) und der Niederdruckkanal (20) im Gegenstrom oder Kreuzstrom oder einer Mischform daraus durchströmt werden.
15. Kälteanlage nach Anspruch 13 oder 14,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Kältemittel (12) CO<sub>2</sub> ist.
16. Kraftfahrzeug mit einer Kälteanlage nach einem der Ansprüche 13 bis 15.

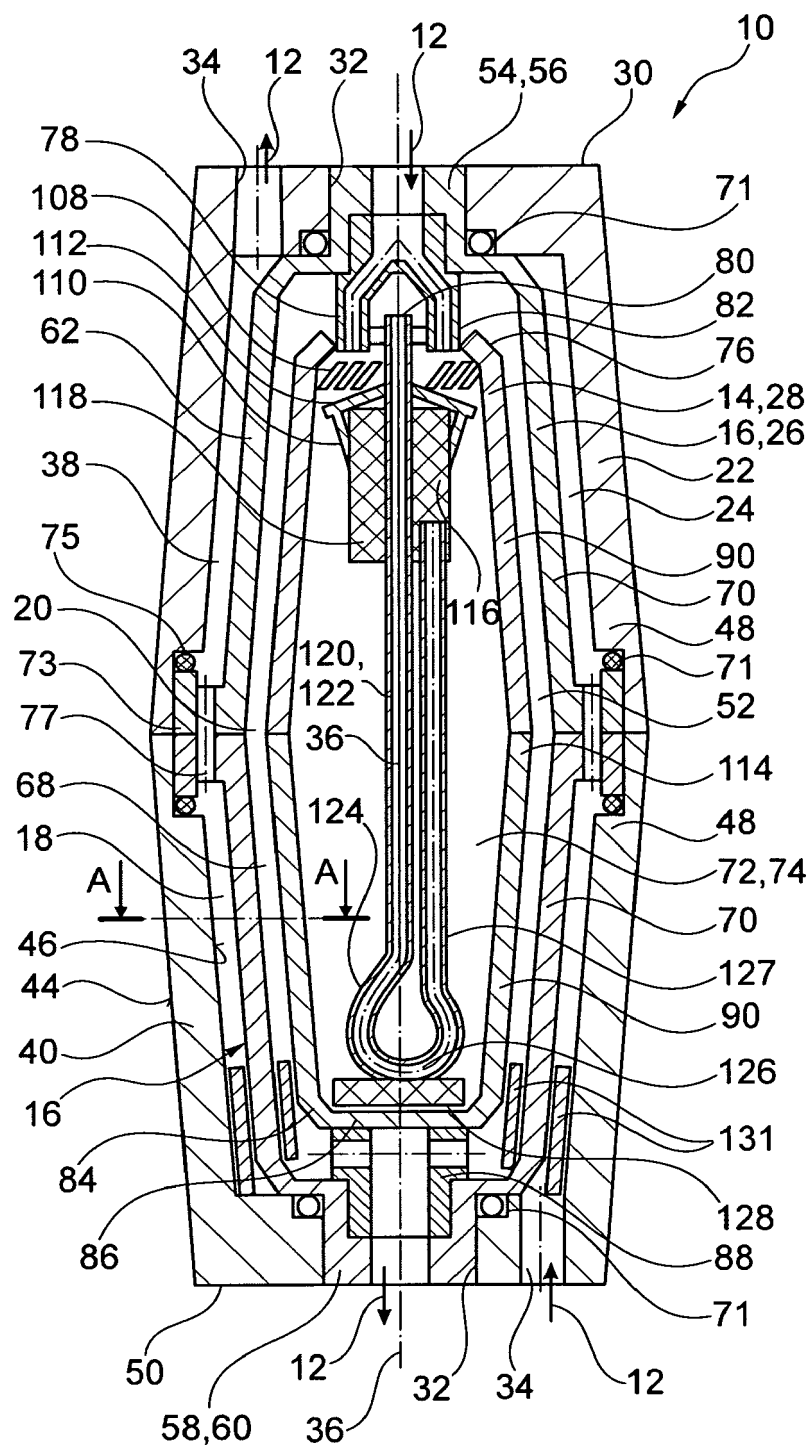


Fig. 1

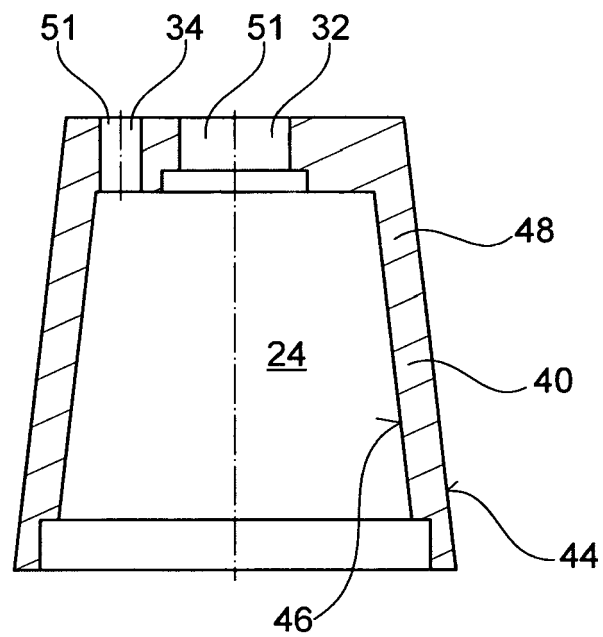


Fig. 2

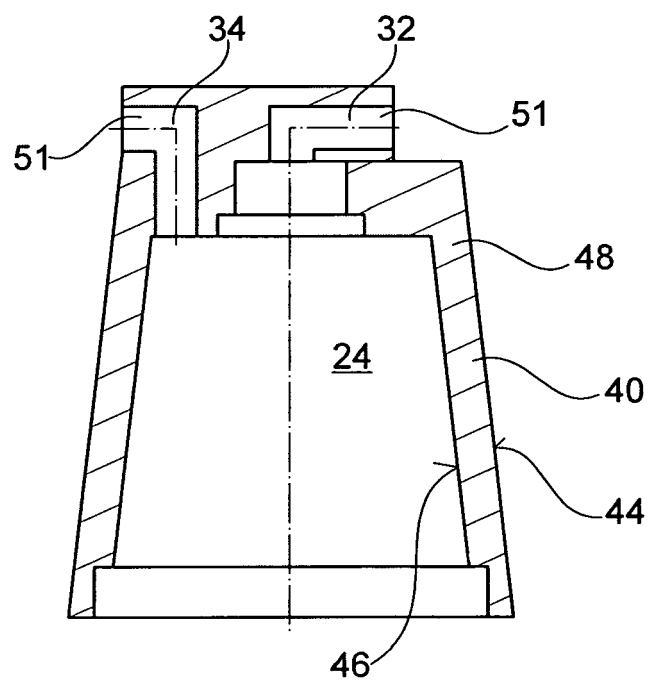


Fig. 3

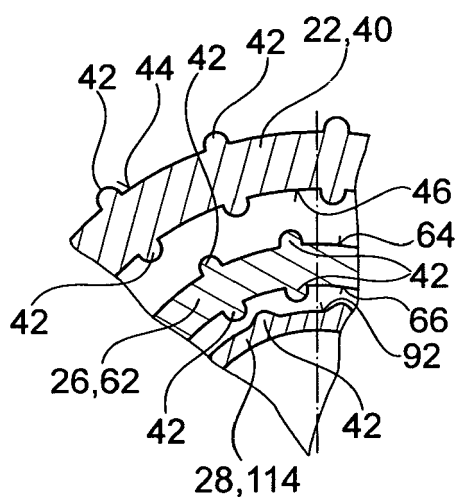


Fig. 4

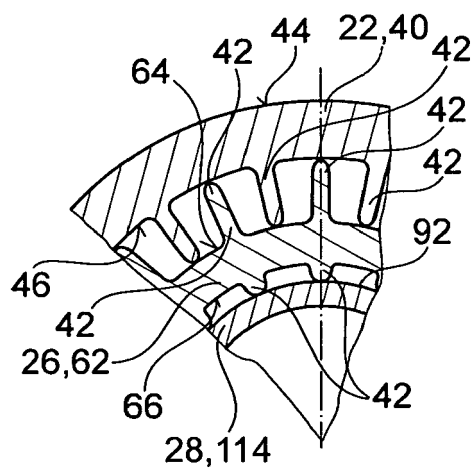


Fig. 5

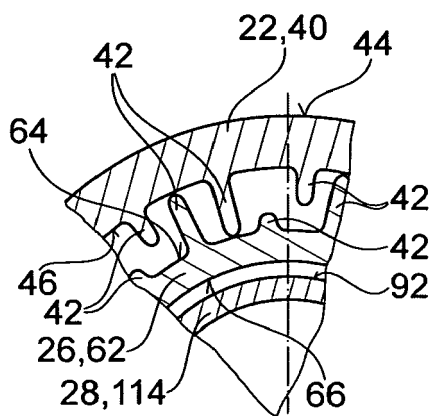


Fig. 6

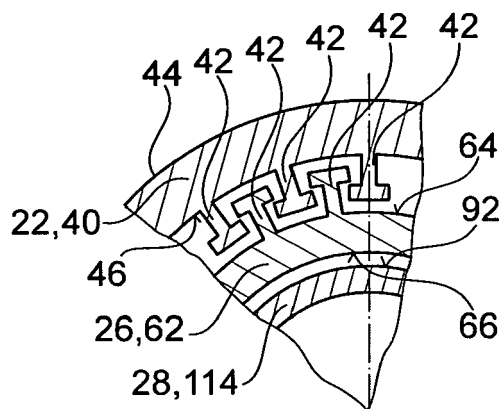


Fig. 7

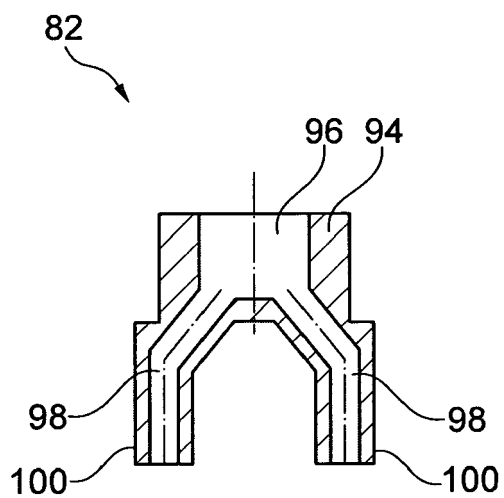


Fig. 8

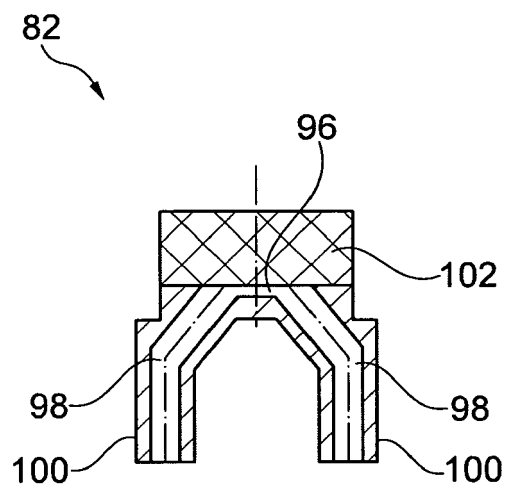


Fig. 9

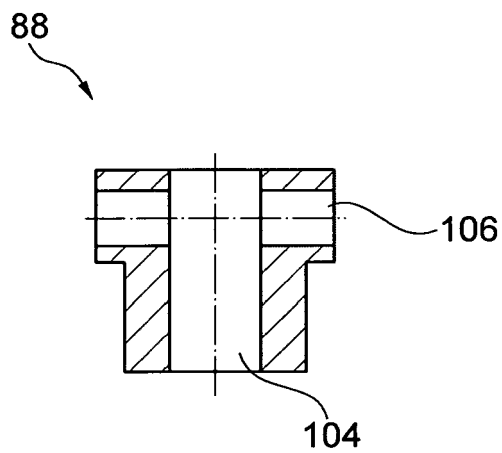


Fig. 10

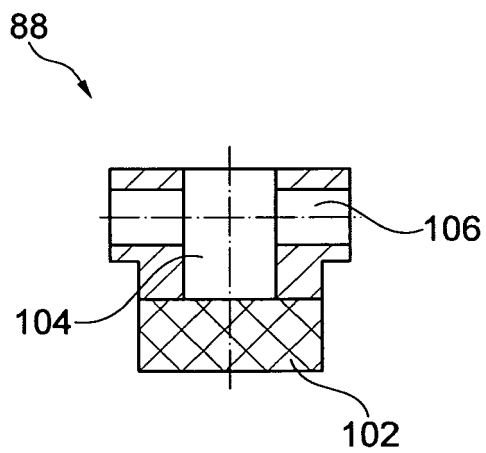


Fig. 11

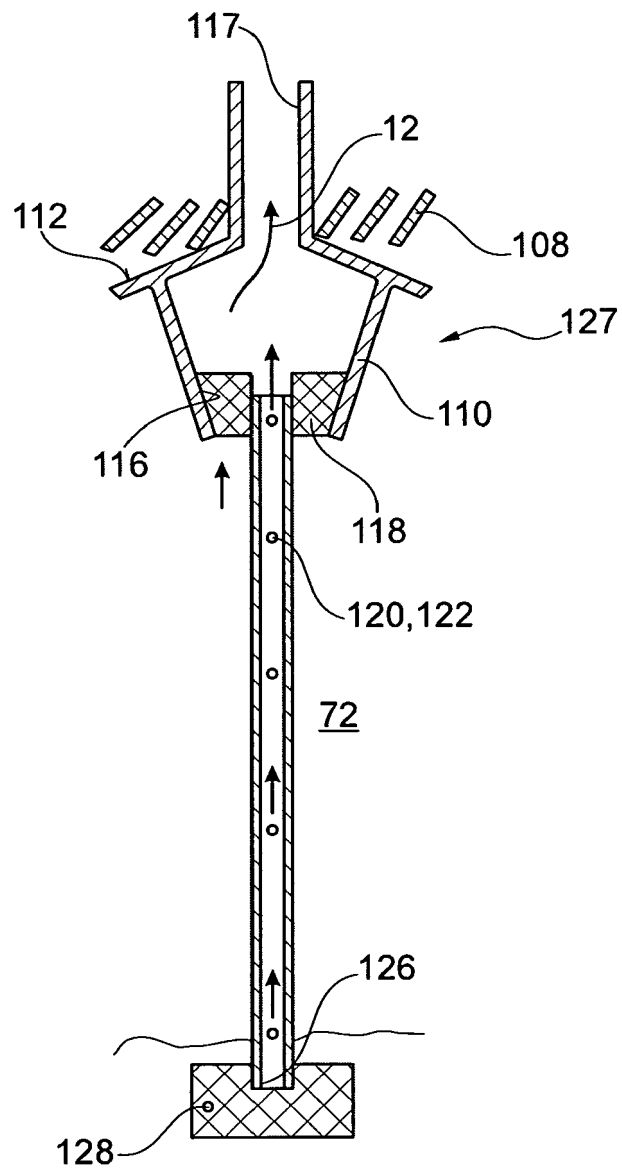


Fig. 12

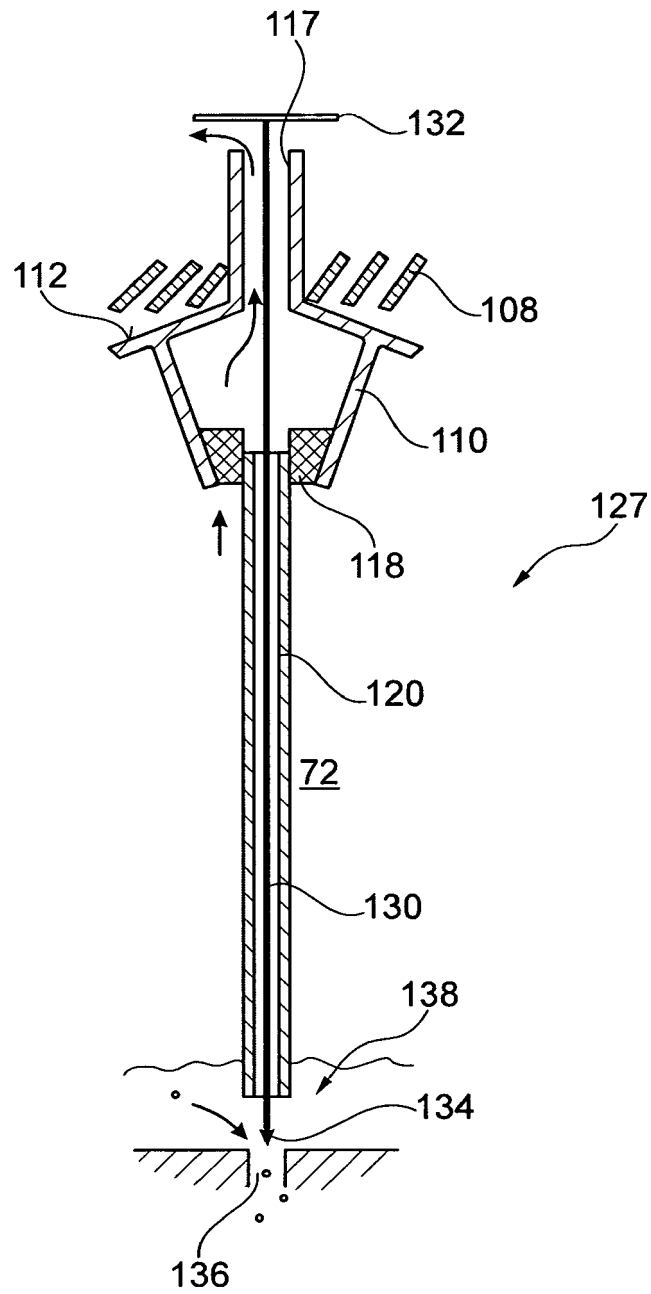


Fig. 13

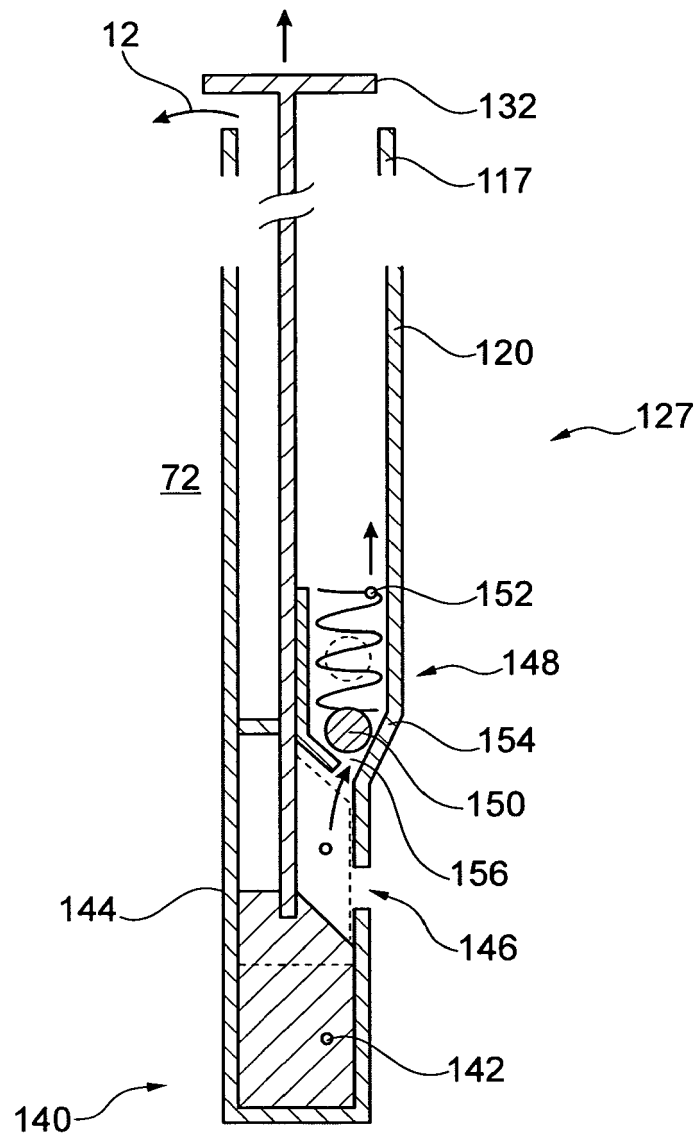


Fig. 14



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 17 15 2457

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)                                                           |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DE 10 2004 050409 A1 (VALEO KLIMASYSTEME GMBH [DE]) 27. April 2006 (2006-04-27)<br>* Absätze [0001], [0019] - [0021], [0024], [0031]; Abbildungen 1-3, 7 * | 1-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | INV.<br>F28F9/00<br>B22D17/00<br>B22D21/00<br>F28F21/08<br>F28D7/10<br>F25B9/00<br>F25B40/00 |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | JP 2010 209730 A (RYOBI LTD) 24. September 2010 (2010-09-24)<br>* Zusammenfassung; Abbildung 1 *                                                           | 1-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                              |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DE 10 2011 011801 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 23. August 2012 (2012-08-23)<br>* Absätze [0002], [0007] - [0008], [0027] *                                      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                              |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 2011/089030 A1 (JULIANO DANIEL R [US] ET AL) 21. April 2011 (2011-04-21)<br>* Absätze [0115] - [0116], [0123]; Abbildung 9a *                           | 5,7,9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                              |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DE 60 2005 002995 T2 (VALEO SYSTEMES THERMIQUES [FR]) 21. August 2008 (2008-08-21)<br>* Absatz [0072]; Abbildung 11 *                                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                              |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DE 10 2008 012930 B3 (PIERBURG GMBH [DE]) 4. Juni 2009 (2009-06-04)<br>* Absätze [0020] - [0026]; Abbildungen 1-3 *                                        | 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US 2003/155049 A1 (BERGSMA S CRAIG [US]) 21. August 2003 (2003-08-21)<br>* Absätze [0002], [0030] - [0031], [0035], [0037], [0041] *                       | 1-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DE 11 2011 103693 T5 (DANA CANADA CORP [CA]) 5. September 2013 (2013-09-05)<br>* Absätze [0002] - [0003], [0039], [0054], [0057] *                         | 1-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                            | -/--                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                              |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                              |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                            | Abschlußdatum der Recherche<br><b>22. Juni 2017</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Prüfer<br><b>Beltzung, Francis</b>                                                           |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                            | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                              |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 17 15 2457

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) |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DE 101 17 014 B4 (VOLKSWAGEN AG [DE])<br>18. September 2014 (2014-09-18)<br>* Absätze [0012], [0015] - [0018],<br>[0028]; Abbildung 1 *                              | 1-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | DE 198 42 333 C2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE])<br>19. Oktober 2000 (2000-10-19)<br>* Spalte 3, Zeile 17 - Zeile 37 *<br>* Spalte 6, Zeile 19 - Zeile 29; Abbildung<br>1 * | 1-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                         | AT 508 537 B1 (MAHLE INT GMBH [DE])<br>15. April 2011 (2011-04-15)<br>* Seite 4, Zeile 7 - Seite 5, Zeile 10;<br>Abbildungen 1-4 *                                   | 1-16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                      | Abschlußdatum der Recherche<br><b>22. Juni 2017</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Prüfer<br><b>Beltzung, Francis</b> |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                                      | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 17 15 2457

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.

22-06-2017

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 102004050409 A1                                 | 27-04-2006                    | AT 516474 T                       | 15-07-2011                    |
|                                                    |                               | DE 102004050409 A1                | 27-04-2006                    |
|                                                    |                               | EP 1647792 A2                     | 19-04-2006                    |
|                                                    |                               | ES 2369141 T3                     | 25-11-2011                    |
|                                                    |                               | JP 5350578 B2                     | 27-11-2013                    |
|                                                    |                               | JP 2006112778 A                   | 27-04-2006                    |
|                                                    |                               | PL 1647792 T3                     | 31-01-2012                    |
|                                                    |                               | US 2006080997 A1                  | 20-04-2006                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| JP 2010209730 A                                    | 24-09-2010                    | KEINE                             |                               |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| DE 102011011801 A1                                 | 23-08-2012                    | KEINE                             |                               |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 2011089030 A1                                   | 21-04-2011                    | KEINE                             |                               |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| DE 602005002995 T2                                 | 21-08-2008                    | AT 376656 T                       | 15-11-2007                    |
|                                                    |                               | DE 602005002995 T2                | 21-08-2008                    |
|                                                    |                               | EP 1640676 A1                     | 29-03-2006                    |
|                                                    |                               | ES 2296024 T3                     | 16-04-2008                    |
|                                                    |                               | FR 2875894 A1                     | 31-03-2006                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| DE 102008012930 B3                                 | 04-06-2009                    | DE 102008012930 B3                | 04-06-2009                    |
|                                                    |                               | EP 2098813 A2                     | 09-09-2009                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 2003155049 A1                                   | 21-08-2003                    | KEINE                             |                               |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| DE 112011103693 T5                                 | 05-09-2013                    | CN 103270385 A                    | 28-08-2013                    |
|                                                    |                               | DE 112011103693 T5                | 05-09-2013                    |
|                                                    |                               | WO 2012061928 A1                  | 18-05-2012                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| DE 10117014 B4                                     | 18-09-2014                    | KEINE                             |                               |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| DE 19842333 C2                                     | 19-10-2000                    | DE 19842333 A1                    | 20-04-2000                    |
|                                                    |                               | JP 2000186757 A                   | 04-07-2000                    |
|                                                    |                               | US 6220300 B1                     | 24-04-2001                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| AT 508537 B1                                       | 15-04-2011                    | AT 508537 A1                      | 15-02-2011                    |
|                                                    |                               | CN 102483310 A                    | 30-05-2012                    |
|                                                    |                               | EP 2454547 A2                     | 23-05-2012                    |
|                                                    |                               | JP 5675802 B2                     | 25-02-2015                    |
|                                                    |                               | JP 2012533047 A                   | 20-12-2012                    |
|                                                    |                               | PL 2454547 T3                     | 30-12-2016                    |
|                                                    |                               | US 2012175092 A1                  | 12-07-2012                    |
|                                                    |                               | WO 2011006825 A2                  | 20-01-2011                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |

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