

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 89105776.2

(51) Int. Cl.4: **F25B 9/00** , **B29C 45/00** ,
//F02G1/053

(22) Anmeldetag: 01.04.89

(30) Priorität: 14.04.88 DE 3812430

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 18.10.89 Patentblatt 89/42

(84) Benannte Vertragsstaaten:
 AT BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL SE

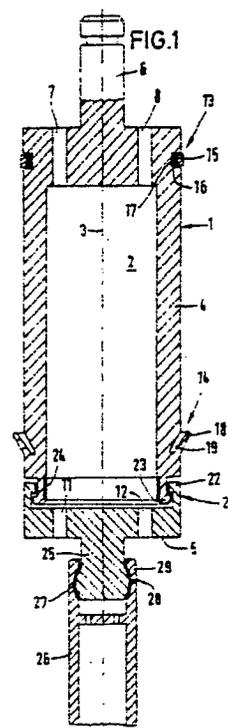
(71) Anmelder: **LEYBOLD AKTIENGESELLSCHAFT**
Bonner Strasse 498
D-5000 Köln 51(DE)

(72) Erfinder: **Strasser, Wilhelm**
Reiser 9
D-5060 Bergisch-Gladbach 1(DE)
 Erfinder: **Veit, Axel**
Quellenweg 31
D-5024 Puiheim-Sinthern(DE)

(74) Vertreter: **Leineweber, Jürgen, Dipl.-Phys.**
Nagelschmiedshütte 8
D-5000 Köln 40(DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Verdrängers für den Kaltkopf eines Kryo-Refrigerators und nach diesem Verfahren hergestellter Verdränger.**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines aus Kunststoff bestehenden Verdrängers (1) für den Kaltkopf eines Kryo-Refrigerators; um die Herstellung des Verdrängers zu vereinfachen und um seine hygroskopischen Eigenschaften zu verbessern, wird vorgeschlagen, die den Verdränger bildenden Teile (4, 5) aus einem Thermoplast durch Spritzen herzustellen.



EP 0 337 227 A2

Verfahren zur Herstellung eines Verdrängers für den Kaltkopf eines Kryo-Refrigerators und nach diesem Verfahren hergestellter Verdränger

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines aus Kunststoff bestehenden Verdrängers für Kaltkopf eines Kryo-Refrigerators sowie auf einen nach diesem Verfahren hergestellten Verdränger.

Refrigeratoren sind Tieftemperatur-Kältemaschinen, in denen thermodynamische Kreisprozesse (Stirling, Gifford-Mac Mahon oder dergleichen) ablaufen. Ein einstufiger Refrigerator umfaßt einen Arbeitsraum mit einem Verdränger. Der Arbeitsraum wird in bestimmter Weise alternierend mit einer Hochdruck- und einer Niederdruck-Gasquelle verbunden, so daß während der erzwungenen Hin- und Herbewegung des Verdrängers der thermodynamische Kreisprozeß abläuft. Dabei wird das Arbeitsgas in einem geschlossenen Kreislauf geführt. Die Folge ist, daß einem bestimmten Bereich des Arbeitsraumes Wärme entzogen wird. Mit zweistufigen Refrigeratoren dieser Art und Helium als Arbeitsgas lassen sich Temperaturen bis unter 10 K erzeugen.

Ein Verdränger, der üblicherweise in seinem Inneren einen Regenerator (Zweiweg-Wärmetauscher) aufnimmt, muß folgende Eigenschaften haben: Seine Festigkeit, insbesondere bei den auftretenden tiefen Temperaturen, seine Gleiteigenschaften und seine Alterungsbeständigkeit müssen gut sein. Er muß ein schlechter Wärmeleiter sein, damit der Wärmeaustausch zwischen seinem kalten und seinem warmen Ende klein bleibt. Sein thermischer Ausdehnungskoeffizient und seine spezifische Wärmekapazität müssen gering sein. Ebenso muß er eine geringe Wasseraufnahme haben (Hygroskopie).

Diese Eigenschaften haben die bisher bekannten Verdränger von Refrigeratoren. diese werden zerspanend aus Rohlingen hergestellt, wobei die Rohlinge aus einem Gewebekunststoff bestehen, dessen Kunststoffanteil Phenolharz oder Epoxidharz ist. Bei dieser Art und Weise der Herstellung der Verdränger entstehen relativ hohe Materialverluste bei einem relativ hohen Materialpreis. Die zerspanende Herstellung ist aufwendig und kostspielig. Das Material nimmt während der Herstellung Feuchtigkeit auf, so daß aufwendige Trocknungsprozesse erforderlich sind. Fertige Verdränger müssen unter Schutzgas aufbewahrt werden, um eine Feuchtaufnahme zu vermeiden.

Die vorliegende Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines aus Kunststoff bestehenden Verdrängers sowie einen danach hergestellten Verdränger anzugeben, bei dem diese Nachteile nicht mehr bestehen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch

gelöst, daß die den Verdränger bildenden Teile aus einem Thermoplast durch Spritzen hergestellt werden. Vorzugsweise wird als Thermoplast hochmolekulares Niederdruck-Polyäthylen verwendet. Auch die Verwendung von Polyamiden und -imiden ist möglich. Bei einer Herstellung von Verdrängern entfallen zerspanende Schritte nahezu vollständig. Die Gefahr überhöhter Feuchtaufnahme besteht nicht mehr, so daß weiterhin sowohl die aufwendigen Trocknungsprozesse als auch die Aufbewahrung fertiger Verdränger unter Schutzgas entfallen können.

Besonders vorteilhaft ist, daß bereits während des erfindungsgemäßen Herstellungsschrittes Lippendichtungen, Gleit- bzw. Stützelemente, Elemente für Schnappverschlüsse und Schnappverbindungsstellen mitangespritzt werden können. Auch Verstärkungselemente, die ein Schrumpfen des Materials insbesondere in Bereichen der Dichtungen verhindern sollen, können während des Herstellungsprozesses integriert werden.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den Figuren 1 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden.

Figur 1 zeigt einen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Verdränger 1 mit einem Hohlraum 2, der den nicht dargestellten Regenerator aufnimmt. Der im wesentlichen zylindrische Verdränger, dessen Achse mit 3 bezeichnet ist, besteht im wesentlichen aus zwei Teilen, nämlich einem Gehäuseteil 4 und einem Bodenteil 5. An das Gehäuseteil 4 ist der Antriebskolben 6 angespritzt. Auch die Bohrungen 7 und 8 im Gehäuseteil 4 und 11, 12 im Bodenteil 5 können gleichzeitig mit dem Spritzvorgang hergestellt werden. Ein besonderer Bearbeitungsschritt ist nicht erforderlich.

Figur 1 zeigt zwei verschiedenartig gestaltete Dichtungssysteme 13 und 14. Das Dichtungssystem 13 umfaßt - wie vielfach vorbekannt - einen Kunststoffdichtring 15 mit unterlegtem O-Ring 16. Der Ring 15 kann ebenfalls durch Spritzen hergestellt werden. Die Außennut 17 am Verdrängergehäuse 4 ist ebenfalls während des Spritzvorganges entstanden.

Das Dichtungssystem 14 umfaßt eine umlaufende Lippe 18, der eine ebenfalls umlaufende Aussparung 19 im Verdrängergehäuse 4 zugeordnet ist. Lippe 18 und Aussparung 19 können ebenfalls gleichzeitig mit dem Spritzvorgang entstehen.

Der Boden 5 ist Gehäuseteil 4 mittels eines Schnappverschlusses 21 gehalten. Zur Bildung des Schnappverschlusses 21 sind am Bodenteil 5 und am Gehäuseteil 4 sich axial erstreckende Rastabschnitte 22 und 23 vorhanden, welche sich axial

erstrecken und umlaufend oder abschnittsweise ausgebildet sein können. Zur Sicherung der Verbindung ist der innere Rastabschnitt 23 mit einem inneren Verstärkungsring 14 ausgerüstet, welcher z. B. aus Edelstahl besteht. Dieser Ring 24 verhindert eine Einwärtsbewegung des Rastabschnittes 23, die in Folge einer Werkstoffschumpfung eintreten könnte.

Am Bodenteil 5 ist weiterhin ein Stumpf 25 angespritzt, der der Halterung eines weiteren Verdrängers 26 einer zweiten Refrigeratorstufe dient. Der Stumpf 25 ist mit einem ballig geformten Vorsprung 27 ausgerüstet. Dieser umlaufende Ring 27 greift in eine entsprechende Nut 28 einer rohrabschnittsförmigen Verlängerung 29 am Verdränger 26. Dadurch entsteht ein Schnappverbindungs-gelenk, welches eine begrenzte Verschwenkbewegung des Verdrängers 26 zuläßt.

Figur 2 zeigt eine Variante des Gelenkes nach Figur 1. Anstelle der balligen Formung des Endstückes 27 des Stumpfes 25 ist ein kugelschalenförmiger Abschnitt 30 a vorgesehen, der in eine korrespondierende Ausnehmung 30 b an der zweiten Stufe 26 eingreift. Segmente 30 c umgreifen sichernd den Abschnitt 30a.

Bei dem in Figur 3 dargestellten Verdränger 1 ist der Boden 5 mit dem Gehäuse 4 verschraubt. Der Boden 5 trägt einen sich axial durch das Gehäuse 4 erstreckenden Dorn 31, dessen Verlängerung der Antriebskolben 6 ist. Der Dorn 31 dient der Halterung eines Regenerators, der durch Wickeln eines Gewebepandes um den Dorn herum entsteht. Die Zuströmöffnung 32 für das Arbeitsgas ist kreisringförmig gestaltet. Die Innenseite des äußeren Gehäuseteiles 14 ist in Höhe des Dichtungssystemes 13 mit einem Verstärkungsring 33 - wieder vorzugsweise aus Edelstahl - ausgerüstet. Der Verstärkungsring 33 dient der Verhinderung eines Schrumpfens des Werkstoffes. Ein Schrumpfen des Werkstoffes im Bereich von Dichtungssystemen könnte ein Nachlassen der Dichtkraft zur Folge haben.

Das dem Boden 5 zugewandte Ende des Gehäuseteiles 4 ist beim Ausführungsbeispiel nach Figur 3 mit Lippenabschnitten 34, 35 ausgerüstet, von denen mehrere gleichmäßig auf den Umfang verteilt angeordnet sind. Jedem Lippenabschnitt 34 bzw. 35 ist eine Aussparung 36 bzw. 37 zugeordnet. Figur 4 zeigt eine Draufsicht auf den Lippenabschnitt 35 mit seiner Aussparung 37. Lippenabschnitte dieser Art bilden eine Art Gleitkufe mit Stützfunktion.

Der mit den beschriebenen Ausführungsbeispielen verbundene Vorteil liegt im wesentlichen darin, daß die dargestellten Verdränger in einfacher Weise durch Spritzen hergestellt werden können. die Verstärkungsringe 24, 33 können ebenfalls an- oder eingespritzt werden. Auch die Nuten 17, die

Lichtlippen 18, 34, 35, die Rastabschnitte 21, 23 und das Schnappgelenk 27 bis 29 können während des Spritzvorganges entstehen.

5

Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines aus Kunststoff bestehenden Verdrängers (1) für den Kaltkopf eines Kryo-Refrigerators, dadurch gekennzeichnet, daß die den Verdränger bildenden Teile (4, 5) aus einem Thermoplast durch Spritzen hergestellt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den Verdränger bildenden Teile (4, 5) aus einem hochmolekularen Niederdruck-Polyäthylen, Polyamid, Polyimid oder dgl. gespritzt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Verstärkungsbauteile (24, 33), vorzugsweise aus Edelstahl, in die Kunststoffkörper (4, 5) eingespritzt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß Nuten (17) zur Aufnahme von Dichtsystemen und/oder Gasein- und Ausstromkanäle (7, 8) mitgespritzt werden.

5. Nach einem Verfahren der Ansprüche 1 bis 4 hergestellter Verdränger, dadurch gekennzeichnet, daß er aus einem Gehäuseteil (4) und einem Bodenteil (5) besteht.

6. Verdränger nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Bodenteil (5) und Gehäuseteil (4) durch einen Schnappverschluß (21) miteinander verbunden sind.

7. Verdränger nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Bodenteil (5) einen in das Innere des Verdrängers (1) hineinragenden zentralen Dorn (31) trägt.

8. Verdränger nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der zentrale Dorn (31) den Antriebskolben (6) trägt.

9. Verdränger nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Bodenteil mit einem zentralen Stumpf (25) ausgerüstet ist, der zur Bildung einer Gelenkverbindung mit einem balligen Element (27) versehen ist.

10. Zweistufiger Verdränger nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß auch der Verdränger (26) der zweiten Stufe durch Spritzen hergestellt ist und daß die beiden Stufen miteinander durch ein Schnappverbindungs-gelenk (27, 28, 29) miteinander verbunden sind.

11. Verdränger nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß lippenförmige Dichtungen (18) oder Stützelemente (34, 35) angespritzt sind.

12. Verdränger nach 3, dadurch gekennzeichnet, daß in Höhe einer Nut (17) für ein Dichtsystem (13) ein Verstärkungsring (33) vorgesehen ist.

13. Verdränger nach einem der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die ringförmigen Dichtungsringe (15) des Dichtungssystems (13) ebenfalls gespritzt werden.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4

