



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 126 053.1**

(22) Anmeldetag: **07.10.2021**

(43) Offenlegungstag: **13.04.2023**

(51) Int Cl.: **B65D 81/18 (2006.01)**

F25D 3/10 (2006.01)

(71) Anmelder:

LAUDA DR. R. WOBSER GMBH & Co. KG, 97922
Lauda-Königshofen, DE

(74) Vertreter:

Zimmermann & Partner Patentanwälte mbB, 80331
München, DE

(72) Erfinder:

Heidelck, Rudolf, 97944 Boxberg, DE; **Fischer,**
Daniel, 97956 Werbach, DE

(56) Ermittelte(r) Stand der Technik:

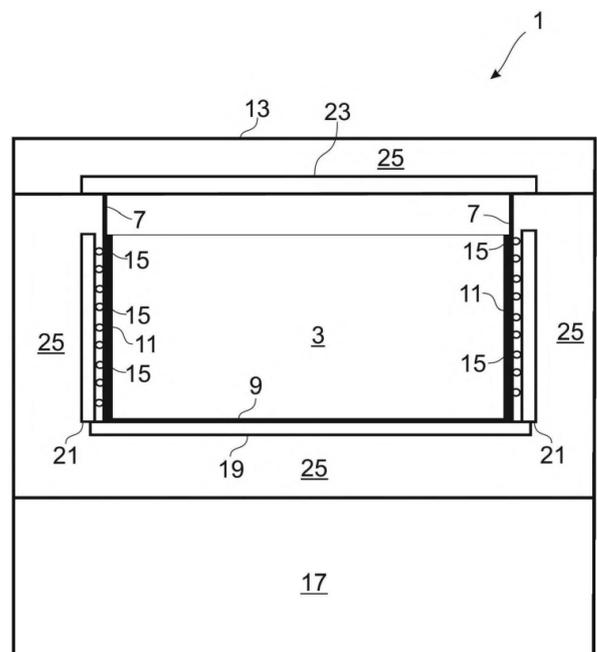
DE	33 15 089	A1
DE	10 2019 200 065	A1
DE	92 01 069	U1
DE	23 49 386	A
US	2003 / 0 167 789	A1
US	2018 / 0 100 682	A1
US	2021 / 0 033 333	A1
EP	1 243 525	A2

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Tiefkühlvorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Tiefkühlvorrichtung 1, insbesondere zur Kühlung und Aufbewahrung von Gegenständen bei Temperaturen zwischen -100 °C und -30 °C, mit einem Innenraum 3 bildenden Behälter, welcher zur Begrenzung des Innenraums 3 Behälterwandungen 7, 9 aufweist, wobei außenseitig an zumindest einer der Behälterwandungen 7, 9 ein Verdampfer angeordnet ist, und wobei zumindest eine der Behälterwandungen 7, 9 in einem an den Verdampfer angrenzenden Bereich 11 verdickt ausgeführt ist.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Tiefkühlvorrichtung und ein Verfahren zur Tiefkühlung.

Stand der Technik

[0002] Aus dem Stand der Technik sind elektrisch betriebene Ultra-Tiefkühler (ultra low temperature, ULT) bekannt, welche stationär betrieben werden können, beispielsweise aus der US 2021/0033333 A1. Zum Transport wird allerdings für Temperaturen von etwa -80 °C oft auf Trockeneis zurückgegriffen. Die Nutzung von Trockeneis ist körperlich anspruchsvoll, hinsichtlich der Arbeitssicherheit kritisch, da Erstickungsgefahr besteht, und außerdem abhängig von stetiger Zufuhr von frischem Trockeneis als Verbrauchsmaterial. Zudem stellt sich bei Trockeneis stets eine Temperatur nahe -78°C (Sublimationstemperatur) ein. Weder höhere noch tiefere Temperaturen können stabil eingestellt bzw. dauerhaft erreicht werden.

[0003] Daher besteht ein Bedarf für verbesserte mobile Lösungen zum Transport beispielsweise von Medikamenten, welche eine Tiefkühlung erfordern. Der Begriff „Tiefkühlung“ umfasst hier den für den Medikamententransport oft geforderten Bereich von -30 °C bis -100 °C.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, einen gegenüber dem Stand der Technik verbesserten, insbesondere mobilen, Behälter für ultratief zu kühlendes Material anzugeben.

[0005] Die Aufgabe wird z. B. gelöst durch eine Kühlvorrichtung gemäß Anspruch 1 oder durch eine Verwendung gemäß dem nebengeordneten Anspruch. Weiterbildungen der Vorrichtung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0006] Ein erster Aspekt betrifft eine Tiefkühlvorrichtung, insbesondere zur Kühlung und Aufbewahrung von Gegenständen bei Temperaturen zwischen -100°C und -30 °C, mit einem einen Innenraum bildenden Behälter, welcher zur Begrenzung des Innenraums Behälterwandungen aufweist, wobei außen-seitig an zumindest einer der Behälterwandungen ein Verdampfer angeordnet ist, und wobei zumindest eine der Behälterwandungen in einem an den Verdampfer angrenzenden Bereich verdickt ausgeführt ist.

[0007] Ein weiterer Aspekt betrifft eine Verwendung einer Tiefkühlvorrichtung in einer der hierin beschriebenen typischen Ausführungsformen zur Kühlung

und zum Transport von pharmazeutischen Produkten.

[0008] Typische Tiefkühlvorrichtungen sind zur Kühlung und Aufbewahrung von Gegenständen bei Temperaturen zwischen -100 °C und 0 °C, insbesondere zwischen -100 °C und -30 °C oder insbesondere zwischen -50 °C und -85 °C vorgesehen. Weitere Ausführungsformen können für Temperaturen zwischen 0 °C und -40 °C vorgesehen sein. Typischerweise ist mindestens eine Behälterwand, typischerweise mehrere oder alle Behälterwände, zumindest in einem an den Verdampfer angrenzenden Bereich, typischerweise im gesamten an den Verdampfer angrenzenden Bereich, verdickt ausgeführt. Es können mehrere Verdampfer vorhanden sein. Eine „Behälterwandung“ kann im Sinne des hier verwendeten Gebrauchs des Wortes auch einen Boden oder eine Oberseite des Behälters umfassen. Der Innenraum kann wie bei einer Truhe durch einen Deckel oder wie ein Schrank durch eine Tür zugänglich sein. Der Innenraum wird typischerweise durch die Behälterwandungen einerseits und den Deckel oder die Tür andererseits begrenzt.

[0009] Die Behälterwandungen umfasst bei typischen Ausführungsformen eine Metalllegierung, insbesondere Stahl, oder ist daraus gebildet. Typische Stähle oder Edelmetalle können Legierungen mit zumindest 8 % Ni-Anteil sein. Gegebenenfalls können Legierungen mind. 15 % Cr umfassen. Ein typischer Stahl, aus welchem die Behälterwandungen aufgebaut sein können ist Stahl mit der Werkstoffnummer 1.4301 bzw. der Legierungstyp X5CrNi18-10.

[0010] Typischerweise wird der zumindest eine verdickte Bereich durch ein Anordnen einer zusätzlichen Platte gebildet. Dabei kann die zusätzliche Platte innenseitig oder außenseitig der übrigen Behälterwandung angeordnet werden. Die Platte kann zusätzlich zu einem vergleichsweise dünneren Behälterblech vorgesehen werden. Das Behälterblech und die Platte bilden dann jeweils zusammen die verdickte Behälterwandung. Bei weiteren Ausführungsformen kann die verdickte Behälterwandung Teil eines einstückig kontinuierlich ausgebildeten Behälters sein.

[0011] Bei typischen Ausführungsformen weist der mindestens eine verdickte Bereich eine Dicke von mindestens 2 mm auf. Typischerweise ist der verdickte Bereich mindestens 6 mm dick.

[0012] Die Behälterwandungen außerhalb des mindestens einen verdickten Bereichs weisen jeweils eine Dicke von höchstens 3 mm auf, typischerweise höchstens 1 mm. Die Behälterwandungen außerhalb des mindestens einen verdickten Bereichs weisen

jeweils typischerweise eine Dicke von mindestens 0,5 mm auf.

[0013] Typische Behälter weisen innenseitige Kantenlängen oder einen Durchmesser von mindestens 300 mm, typischerweise mindestens 400 mm oder höchstens 1800 mm, typischerweise höchstens 1200 mm auf. Eine innenseitige Höhe des Behälters ist typischerweise kleiner als 700 mm.

[0014] Bei typischen Tiefkühlvorrichtungen ist außenseitig der Behälterwandungen eine Isolierungsschicht mit evakuierten Platten und geschlossenzelligem Schaumstoff ausgeführt. Dabei ist die Reihenfolge dieser Schichten typischerweise vom Behälter innen nach außen: evakuierte Platten, Schaumstoff. Der Schaumstoff besteht aus oder umfasst bevorzugt Polyurethan. Typischerweise sind die evakuierten Platten oder der geschlossenzellige Schaumstoff, typischerweise beide, in Bereichen, in welchen ein Verdampfer angeordnet ist, außenseitig des Verdampfers angeordnet. Bei weiteren Bereichen kann auch geschlossenzelliger Schaumstoff außen in nicht verdickten Bereichen der Behälterwandungen unmittelbar angrenzend an der Behälterwandung vorgesehen sein, d. h. dass in Teilbereichen insbesondere außerhalb der verdickten Bereiche auf eine Anordnung von evakuierten Platten verzichtet wird.

[0015] Der Schaumstoff besteht bei beispielhaften Ausführungsformen aus einem wassergetriebenen 2-Komponenten-System, beispielsweise einem System wie im Bereich der Lebensmittelkühlung eingesetzt. Die Wärmeleitfähigkeit des Schaumstoffs ist bei typischen Ausführungsformen kleiner als 0,04 W/m*K. Die evakuierten Platten weisen bei typischen Ausführungsformen eine Wärmeleitfähigkeit von weniger als 0,008 W/m*K auf.

[0016] Typischerweise umfasst der Verdampfer Rohre, insbesondere Kupferrohre. Die Rohre sind bei Ausführungsformen um den Behälter oder an der mindestens einen Behälterwandung außen verteilt, beispielsweise spiralförmig, angeordnet. Dies ist eine Möglichkeit, wie die Kupferrohre für eine homogene Wärmeübertragung und Temperaturverteilung sorgen können. Insbesondere spiralförmig verlaufende Kupferrohre erreichen eine gleichmäßige Verteilung.

[0017] Bei typischen Ausführungsbeispielen ist zwischen dem Verdampfer und dem Behälter eine Wärmeleitpaste oder es sind Wärmeleitbleche zur Sicherstellung eines unmittelbaren Wärmeübergangs angeordnet. Typischerweise sind zwischen dem Behälter und dem Verdampfer ausschließlich eine Wärmeleitpaste oder Wärmeleitbleche angeordnet. Dies ermöglicht eine zuverlässige Übertragung von Wärme.

[0018] Bei weiteren Ausführungsformen kann der Verdampfer auch als Platte mit integrierten Kältemittelleitungen ausgeführt sein, welcher typischerweise in Kühlschränken verwendet wird und an einer Außenseite jeweils eines verdickten Bereichs angeordnet ist.

[0019] Typischerweise weist der Behälter in dem mindestens einen verdickten Bereich eine Masse von mindestens 15 kg/m² auf. Typische Ausführungsformen des Behälters weisen in dem mindestens einen verdickten Bereich ein Speichervermögen von mehr als 7,5 kJ/K*m² auf. Auf diese Weise kann eine ausreichende Temperaturstabilität beim Ausfall der aktiven Kühlung für einen gewissen Zeitraum sichergestellt werden.

[0020] Typische Ausführungsformen umfassen eine elektrisch angetriebene Kältemaschine, wobei die Tiefkühlvorrichtung sowohl stationär als auch mobil ausgeführt sein kann. Mobile Ausführungsformen können fest installierte oder koppelbare Kältemaschinen aufweisen. Fest installierte Kältemaschinen weisen bei mobilen Geräten den Vorteil auf, dass zur Wiederherstellung der Kühlung lediglich ein entsprechender Netzanschluss vorgehalten werden muss.

[0021] Typische Ausführungsformen sind derart eingerichtet, dass die Temperatur mittig in dem Innenraum des, insbesondere unbeladenen, Behälters nach Abschaltung einer den Verdampfer mit Kälte versorgenden Kältemaschine ausgehend von einer Temperatur von -80 °C bei einer Außentemperatur von 20 °C um maximal 10 K innerhalb von einer Stunde ansteigt. Hintergrund ist, dass bei Netztrennung typischerweise gar keine Kühlung über den Verdampfer mehr erfolgt. Typische Ausführungsformen sind frei von einer mobilen Stromversorgung, insbesondere von einer mobilen Arbeitsstromversorgung, welche geeignet ist, den Verdampfer wie bei Netzbetrieb über mindestens eine Stunde zu betreiben.

[0022] Typische Vorteile von Ausführungsformen sind ein kompakter Aufbau und die verbesserte Speicherung von Kälte. Hierzu können bei Ausführungsformen insbesondere die gute Wärmeleitfähigkeit und die hohe spezifische Wärmekapazität der Behälterwände sowie der gute oder direkte thermische Kontakt zwischen dem Rohr des Verdampfers, bzw. der Verdampferplatte und der Behälterwand beitragen. Es erfolgt ein vergleichsweise unmittelbarer Wärmeübergang von der Behälterwand als Kältespeicher auf das Kältemittel. Eine Positionierung eines Kältespeichers an anderer Stelle kann ungünstiger sein, da dieser dann nur indirekt über den Innenraum „geladen“ werden könnte; inklusive Temperaturverluste. Wird die aktive Kühlung unterbrochen, beginnt die durch Isolierungsverluste hervorgerufene

Wärmeaufnahme vom Innenraum auf den Kältespeicher. Außerdem wirkt der Kältespeicher zusätzlich als Barriere für den Wärmeeinfall von außen.

[0023] Mit typischen Ausführungsbeispielen lassen sich Schaltzyklen der Regelung reduzieren, so dass die Lebensdauer des Verdichters einer Kältemaschine der Tiefkühlvorrichtung verlängert werden kann.

Figurenliste

[0024] Weitere Vorteile und Merkmale bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beiliegenden Zeichnung erläutert, wobei die Figur zeigt:

Fig. 1 ist eine schematische Schnittansicht einer Ausführungsform der Erfindung.

Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

[0025] Nachfolgend werden typische Ausführungsformen anhand der Figur beschrieben, wobei die Erfindung nicht auf Ausführungsbeispiele beschränkt ist, vielmehr wird der Umfang der Erfindung durch die Ansprüche bestimmt.

[0026] Ausführungsformen umfassen einen passiven, regenerierenden Kältespeicher. Dieser ist mit einem aktiv kühlenden Kältesystem der Tiefkühlvorrichtung thermisch unmittelbar verbunden. Das Kältesystem ist beispielsweise als Kompressionskältemaschine aufgebaut. Ausführungsformen erreichen ein Halten tiefer Temperaturen ohne aktive Kühlung über einen längeren Zeitraum. Ausführungsformen können beispielsweise eine Erwärmung ausgehend von -80 °C von höchstens 10 K Temperaturerhöhung nach 1 h im ausgeschalteten Zustand bei 20 °C sicherstellen. Bei Unterbrechung der Stromzufuhr sorgt der passive Kältespeicher durch die langsame Speicherentladung für eine deutlich verzögerte Erwärmung. An den Innenseiten der Tiefkühlvorrichtung wird dazu insbesondere bereichsweise ein Material hoher Dichte und Wärmekapazität eingesetzt, welches Wärme aufnimmt, die während der Stromunterbrechung durch Isolierungsverluste den Innenraum erwärmt. Der Kältespeicher soll dabei den zur Verfügung stehenden Innenraum nicht maßgeblich verkleinern. Edelstähle, bspw. 1.4301 (X5CrNi18-10), erfüllen diese Anforderungen und werden daher in Ausführungsformen verwendet. Weitere typische Materialien können geringlegierte oder unlegierte Stähle sein, beispielsweise Stahl 1.0330 / DC01 / ST1203, ggf. beschichtet.

[0027] Edelstahl verfügt über eine Wärmekapazität von $0,477\text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ und eine hohe Dichte von $7,9\text{ kg/dm}^3$. Der Faktor aus Wärmekapazität und Dichte beträgt bei Edelstahl $3,77\text{ kJ pro dm}^3\text{ und K}$ und wird damit bspw. gegenüber Aluminium mit $2,4\text{ kJ/K}\cdot\text{dm}^3$

für Ausführungsbeispiele bevorzugt eingesetzt. Je höher dieser Wert ist, desto effektiver ist der Kältespeicher.

[0028] Edelstahl kann Vorteile bezüglich Korrosionsschutzeigenschaften aufweisen. Es besteht auch die Möglichkeit, einen Edelstahlkessel oder eine Edelstahltruhe als Behälter mit Innenraum derart auszuführen, dass der Behälter die Funktion des Kältespeichers mittels Vorsehen integral ausgeführter verdickter Bereiche der Behälterwände umfasst.

[0029] In der **Fig. 1** ist eine Ausführungsform einer Tiefkühlvorrichtung 1 beispielhaft schematisch dargestellt; neben dieser Truhenbauform ist eine Schrankbauform mit Öffnung über eine Tür typisch. Die Tiefkühlvorrichtung 1 umfasst einen einen Innenraum 3 bildenden Behälter. Der Behälter umfasst Behälterwandungen 7 und 9, welche in einigen Bereichen 11 verdickt ausgeführt sind. Die untere der Behälterwandungen 9 bildet dabei einen Boden für den Innenraum, welcher nach oben durch einen klappbaren Deckel 13 begrenzt ist.

[0030] An einigen der Behälterwandungen 7, typischerweise an allen seitlichen Behälterwandungen 7, sind außenseitig Rohre 15 aus Kupfer angeordnet, welche Teil eines Verdampfers sind. Nicht alle der Rohre 15 sind zur besseren Übersichtlichkeit in der **Fig. 1** mit einem Bezugszeichen versehen.

[0031] Kupferrohre weisen den Vorteil einer sehr guten Wärmeübertragung auf. Bei weiteren Ausführungsbeispielen können die Rohre aus einem anderen Metall oder einer anderen Metalllegierung gebildet sein, beispielsweise Edelstahl.

[0032] Zum Betrieb des Verdampfers, wobei den Behälterwandungen 7 insbesondere in den verdickten Bereichen 11 Wärme entzogen wird, weist die Tiefkühlvorrichtung 1 unterhalb des Behälters eine elektrisch betriebene Kältemaschine 17 auf. Die Rohre 15 sind thermisch direkt mit den verdickten Bereichen 11 verbunden, beispielsweise über eine Wärmeleitpaste (nicht dargestellt).

[0033] In den Rohren 15 wird verdampfendes Kältemittel der zweiten, kälteren Stufe der Kältemaschine 17 dazu benutzt, Wärme über die Behälterwandungen 7 aus dem Innenraum 3 aufzunehmen und über einen Zwischenwärmetauscher an den Kondensator der ersten, wärmeren Stufe und somit an die Umgebung abzugeben. Dadurch wird der Innenraum 3 kontinuierlich gekühlt.

[0034] Bei typischen Ausführungsformen ist unterhalb der Kältemaschine ein Gehäuse zur Aufnahme auf einer Staplergabel oder einem Gabelhubwagen vorgesehen. Bei weiteren Ausführungsformen können Rollen unter der Kältemaschine vorgesehen

sein. Auf diese Weise können Tiefkühlvorrichtungen gemäß Ausführungsformen transportabel, also mobil sein. Zur Verringerung des zu transportierenden Gewichts sind weitere Ausführungsformen vorgesehen, bei welchen die Kältemaschine lösbar an der Tiefkühlvorrichtung vorgesehen ist. Weitere Ausführungsformen sind zum stationären Gebrauch vorgesehen.

[0035] Außenseitig der Behälterwandungen 7, 9 ist teilweise eine Isolierungsschicht mit evakuierten Platten 19, 21 vorgesehen, insbesondere in den verdickten Bereichen 11 der seitlichen Behälterwandungen 7 und unterhalb der den Boden bildenden Behälterwandung 9. Nachfolgend in Richtung außen oder in Bereichen ohne Rohre 15 bzw. ohne evakuierte Platten 19, 21 unmittelbar angrenzen an die Behälterwandungen 7, 9 ist die Isolierungsschicht mit geschlossenzelligem Schaumstoff 25 ausgeführt.

[0036] Die evakuierten Platten 21 liegen in den verdickten Bereichen 11 außen an den Rohren 15 an, so dass die Rohre zwischen verdickten Bereichen 11 und evakuierten Platten 21 eingeschlossen sind. Im Bereich der Boden-Behälterwandung 9 liegt die evakuierte Platte 19 unmittelbar an der Behälterwandung 9. An den seitlichen Behälterwandungen 7 sind die evakuierten Platten 21 insbesondere in den verdickten Bereichen mit den Rohren 15 vorgesehen, sie können sich jedoch bei weiteren Ausführungsformen auch über die gesamte Fläche der seitlichen Behälterwandungen 7 erstrecken.

[0037] Der Deckel 13 weist ebenfalls einen dem Innenraum 3 zugewandte evakuierte Platte 23 auf, welche nach außen durch geschlossenzelligen Schaumstoff 25 aus Polyurethan-Hartschaum zusätzlich abgeschirmt wird.

[0038] Das Gehäuse um den Schaumstoff 25 ist als lackiertes Stahlblech ausgeführt und dient insbesondere dem Schutz des Schaumstoffs 25 vor mechanischem oder auch chemischem Angriff.

[0039] Der Behälter der Tiefkühlvorrichtung 1 der **Fig. 1** umfasst Behälterwandungen aus Edelstahl, welche in den nicht verdickten Bereichen, beispielsweise die den Boden bildenden Behälterwandung 9, 0,8 mm dick sind. Die Abmessungen dieses Edelstahlkessels des Ausführungsbeispiels betragen 790 mm x 500 mm x 520 mm (B x H x T).

[0040] In den verdickten Bereichen 11 sind innen auf dem 0,8 mm dicken Edelstahl der Behälterwandungen zusätzliche Platten aus Edelstahl mittels wärmeleitendem Silikon als Kontakt- und Haftmittel aufgeklebt. Die Abmessungen der zusätzlichen Platten sind: lange seitliche Behälterwandungen: 725 mm x 455 mm x 10 mm und kurze seitliche Behälterwandungen: 455 mm x 455 mm x 10 mm.

[0041] In den verdickten Bereichen 11 ist somit eine Materialstärke des Edelstahls von insgesamt 10,8 mm vorhanden.

[0042] Hinter den äußeren, 0,8 mm dicken Blechen der Behälterwandungen des Edelstahlkessels des Ausführungsbeispiels der **Fig. 1** befinden sich in den verdickten Bereichen 11 Rohre 15 aus Kupfer. Bei typischen Ausführungsformen sind die Rohre 15 spiralförmig verlegt und stehen in Kontakt mit den Behälterwandungen 7.

[0043] Bei dem Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** ergibt sich eine verbesserte Standzeit oder Haltezeit für die Temperatur im Innenraum 3 der Tiefkühlvorrichtung gegenüber einer Tiefkühlvorrichtung, welche keine zusätzlichen Platten aufweist. So wird bei einem mittig in dem Innenraum angeordnetem Sensor ohne zusätzliche Platten ein Temperaturanstieg von -80 °C bei 20 °C Außentemperatur von 19 K innerhalb einer Stunde gemessen. Mit Platten in den verdickten Bereichen 11 betrug der Anstieg nach Ausfall der Kühlung durch die Kältemaschine 17 nur 5 K innerhalb einer Stunde.

[0044] Durch den Einsatz der Platten als Kältespeicher verbessert sich bei dem Ausführungsbeispiel, welches in der **Fig. 1** gezeigt ist, die Regelung in typischen Betriebspunkten. Bei -80 °C wird gegenüber der Ausführung ohne die Platten ein engeres Temperaturfenster gehalten: $\pm 0,5$ K mit Platten gegenüber $\pm 1,8$ K ohne Platten.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 20210033333 A1 [0002]

Patentansprüche

1. Tiefkühlvorrichtung (1), insbesondere zur Kühlung und Aufbewahrung von Gegenständen bei Temperaturen zwischen -100 °C und -30 °C , mit einem einen Innenraum (3) bildenden Behälter, welcher zur Begrenzung des Innenraums (3) Behälterwandungen (7, 9) aufweist, wobei außenseitig an zumindest einer der Behälterwandungen (7, 9) ein Verdampfer angeordnet ist, und wobei zumindest eine der Behälterwandungen (7, 9) in einem an den Verdampfer angrenzenden Bereich (11) verdickt ausgeführt ist.

2. Tiefkühlvorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die Behälterwandungen (7, 9) eine Metalllegierung, insbesondere aus Stahl, umfassen oder daraus gebildet sind.

3. Tiefkühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zumindest eine verdickte Bereich durch ein Anordnen einer zusätzlichen Platte gebildet wird.

4. Tiefkühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der mindestens eine verdickte Bereich (11) eine Dicke von mindestens 2 mm aufweist.

5. Tiefkühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Behälterwandungen (7, 9) außerhalb des mindestens einen verdickten Bereichs (11) jeweils eine Dicke von höchstens 3 mm aufweisen.

6. Tiefkühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Behälter innenseitige Kantenlängen und/oder einen Durchmesser von mindestens 300 mm und/oder höchstens 1800 mm aufweist.

7. Tiefkühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei außenseitig der Behälterwandungen (7, 9) eine Isolierungsschicht mit evakuierten Platten (19, 21, 23) und geschlossenzelligem Schaumstoff (25) ausgeführt ist.

8. Tiefkühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Verdampfer Kupferrohre (15) umfasst.

9. Tiefkühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zwischen dem Verdampfer oder den Kupferrohren (15) und dem Behälter, insbesondere den verdickten Bereichen (11) der Behälterwandungen (7), Wärmeleitpaste und/oder Wärmeleitbleche zur Sicherstellung eines unmittelbaren Wärmeübergangs angeordnet sind.

10. Tiefkühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Behälter in dem mindestens einen verdickten Bereich (11) eine Masse von mindestens 15 kg/m^2 aufweist.

11. Tiefkühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Behälter in dem mindestens einen verdickten Bereich ein Speichervermögen von mehr als $7,5\text{ kJ/K}\cdot\text{m}^2$ aufweist.

12. Tiefkühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit einer elektrisch betreibbaren Kältemaschine (17), wobei die Tiefkühlvorrichtung (1) sowohl stationär als auch mobil ausgeführt sein kann.

13. Tiefkühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Temperatur mittig in dem Innenraum (3) des Behälters nach Abschaltung der den Verdampfer mit Kälte versorgender Kältemaschine (17) ausgehend von einer Temperatur von -80 °C bei einer Außentemperatur von 20 °C um maximal 10 K innerhalb von einer Stunde ansteigt.

14. Verwendung einer Tiefkühlvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Kühlung und zum Transport von pharmazeutischen Produkten.

Es folgt eine Seite Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

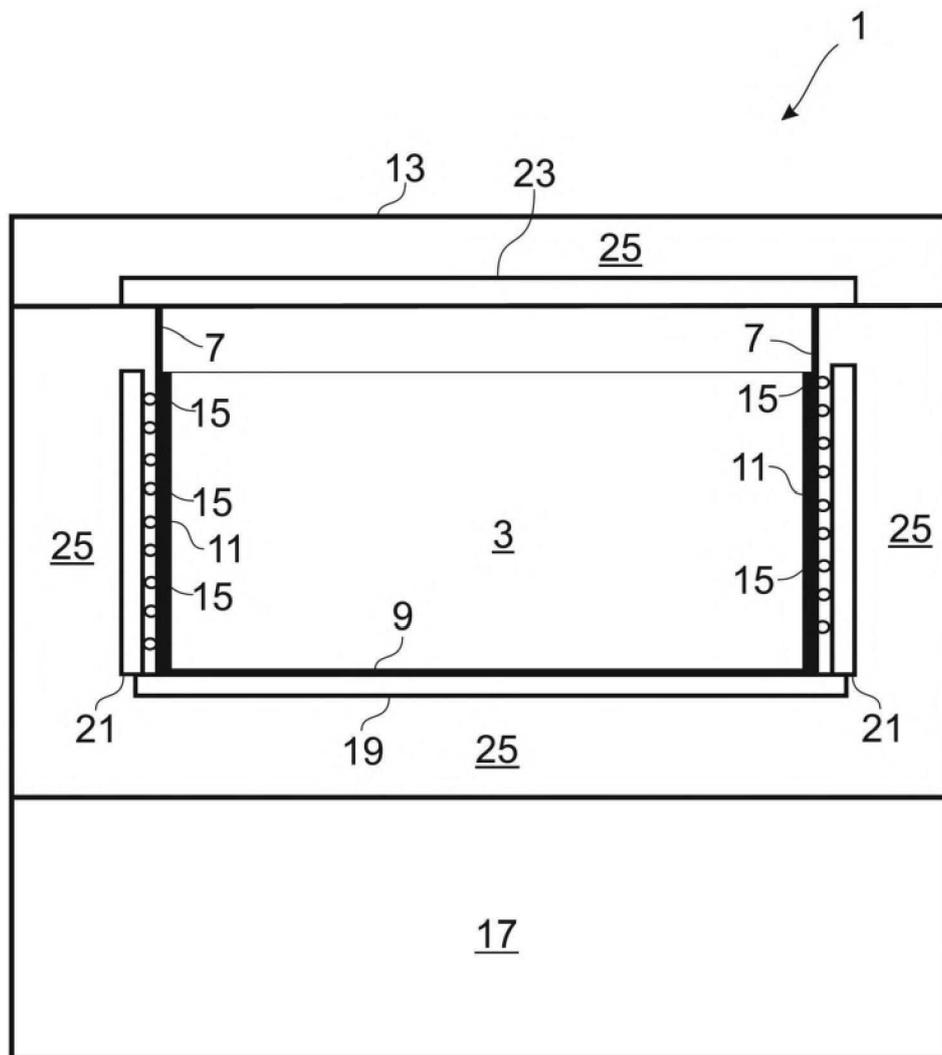


Fig. 1