(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Januar 2017 (05.01.2017)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/001047 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F17C 13/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/000993

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Juni 2016 (15.06.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 008 428.3 30. Juni 2015 (30.06.2015) DE

(71) Anmelder: **LINDE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Klosterhofstr. 1, 80331 München (DE). **LINDNER GROUP KG** [DE/DE]; Bahnhofstrasse 29, 94424 Arnstorf (DE).

(72) Erfinder: **KROL, Marian**; Hauptstr. 35, 83109 Großkarolinenfeld (DE). **IRL, Josef**; Zillertalstr. 45A, 81373 München (DE). **WAAS, Till**; Peter-Rosegger-Str. 20, 82223 Eichenau (DE). **LÜTZOW, Jörg**; Ringofen 27, 45663 Recklinghausen (DE). **BRUCKHAUS, Norman**; Hördlerstrasse 5, 91126 Schwabach (DE).

(74) Anwalt: **MEILINGER, Claudia**; Linde AG, Technology & Innovation Corporate Intellectual Property, Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-14, 82049 Pullach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: TANK AND METHOD FOR PRODUCING A TANK

(54) **Bezeichnung** : TANK UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES TANKS

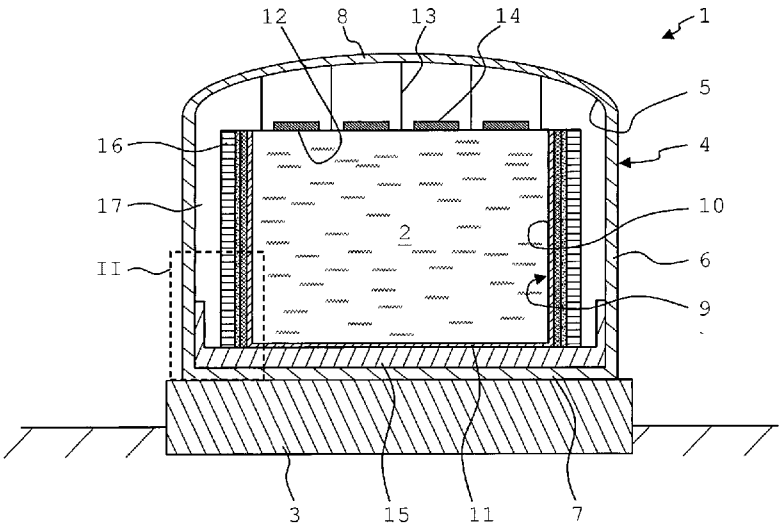

Fig. 1

(57) **Abstract**: The invention relates to a tank (1) for storing cryogenic gases (2), comprising an inner container (9), an outer container (4) and a heat insulating wall (16) arranged between the inner container (9) and the outer container (4), said heat insulating wall (16) being designed in a self-supporting manner.

(57) **Zusammenfassung**: Ein Tank (1) zum Lagern von kryogenen Gasen (2) mit einem Innenbehälter (9), einem Außenbehälter (4) und einer zwischen dem Innenbehälter (9) und dem Außenbehälter (4) angeordneten Wärmedämmwand (16), wobei die Wärmedämmwand (16) selbsttragend ausgebildet ist.

WO 2017/001047 A1

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Beschreibung

Tank und Verfahren zum Herstellen eines Tanks

Die Erfindung betrifft einen Tank zum Lagern von kryogenen Gasen und ein Verfahren zum Herstellen eines derartigen Tanks.

Zum Lagern von kryogenen Gasen, wie beispielsweise Flüssigerdgas, sind kuppelförmige Flachbodentanks bekannt, die einen Innenbehälter, einen Außenbehälter und eine zwischen dem Innenbehälter und dem Außenbehälter angeordnete Wärmedämmschicht aufweisen. Die Wärmedämmschicht kann beispielsweise aus zwischen den Innenbehälter und den Außenbehälter eingeschüttetem Perlit gefertigt sein.

Die US 3,401,910 A beschreibt einen Tank zum Lagern von kryogenen Gasen. Zwischen einem Innenbehälter und einem Außenbehälter des Tanks ist eine aus einzelnen Wärmedämmelementen aufgebaute Wärmedämmschicht vorgesehen. Die Wärmedämmelemente sind vorgespannt. Die Wärmedämmschicht stützt sich dadurch an dem Innenbehälter und an dem Außenbehälter ab. Um ein Kollabieren des Innenbehälters zu verhindern, ist dieser mit Stützstreben abgestützt.

Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, einen verbesserten Tank zum Lagern von kryogenen Gasen zur Verfügung zu stellen.

Demgemäß wird ein Tank zum Lagern von kryogenen Gasen vorgeschlagen. Der Tank umfasst einen Innenbehälter, einen Außenbehälter und eine zwischen dem Innenbehälter und dem Außenbehälter angeordnete Wärmedämmwand, wobei die Wärmedämmwand selbsttragend ausgebildet ist.

Dadurch, dass die Wärmedämmwand selbsttragend ausgebildet ist, werden auf den Innenbehälter keine Lasten, insbesondere keine Vertikal- und/oder Horizontallasten, aufgebracht. Hierdurch kann der Innenbehälter mit einer geringeren Wandstärke aufgeführt werden. Die Wandstärke des Innenbehälters kann 5 bis 50 Millimeter betragen. Die Wärmedämmwand stützt sich weder an dem Innenbehälter noch an dem

Außenbehälter ab. Hierdurch wird eine mechanische Belastung des Innenbehälters verhindert. Die Gefahr eines Kollabierens des Innenbehälters wird hierdurch reduziert.

Die Wärmedämmwand kann auch als Isolationswand bezeichnet werden. Der Innenbehälter und der Außenbehälter sind kreiszylinderförmig und konzentrisch zueinander angeordnet. Der Innenbehälter ist innerhalb des Außenbehälters positioniert. Der Innenbehälter und der Außenbehälter sind voneinander beabstandet. In diesem Raum ist die Wärmedämmwand angeordnet. Die Wärmedämmwand weist vorzugsweise thermische Isolationseigenschaften auf. Der Innenbehälter und/oder der Außenbehälter weisen vorzugsweise jeweils einen kreisförmigen Boden und einen zylinderförmigen Mantel auf. Die Wärmedämmwand weist vorzugsweise eine kreiszylinderförmige Geometrie auf und umläuft den Innenbehälter vollständig. Das im Innenbehälter befindliche Gas wird im Weiteren auch als Produktgas bezeichnet. Das Gas kann während der Lagerung durch Erwärmung von dem verflüssigten Aggregatszustand in den gasförmigen übergehen. Das Gas wird dann als sogenanntes boil-off Gas bezeichnet. Kryogene Gase können auch als verflüssigte tiefkalte Gase bezeichnet werden. Beispiele für derartige kryogene Gase sind Flüssigerdgas, flüssiges Ethen oder Ethylen (Siedepunkt 169,43 K = −103,72 °C), flüssiges Ethan (Siedepunkt 90,15 K = − 183 °C), flüssiges Helium (Siedepunkt 4,22 K = −268,93 °C), flüssiger Wasserstoff (Siedepunkt 20,27 K = −252,88 °C), flüssiger Stickstoff (Siedepunkt 77,35 K = −195,80 °C) oder flüssiger Sauerstoff (Siedepunkt 90,18 K = −182,97 °C).

Gemäß einer Ausführungsform ist die Wärmedämmwand aus miteinander verbundenen blockförmigen Wärmedämmelementen gebildet, die insbesondere formschlüssig und/oder kraftschlüssig miteinander verbunden sind.

Die Wärmedämmelemente können auch als Isolationselemente bezeichnet werden. Formschlüssige Verbindungen entstehen durch das Ineinandergreifen von mindestens zwei Verbindungspartnern. Dadurch können sich die Verbindungspartner auch ohne oder bei unterbrochener Kraftübertragung nicht voneinander lösen. Die Wärmedämmelemente können mit Hilfe einer Nut-Feder-Verbindung formschlüssig miteinander verbunden sein. Zusätzlich oder optional zu der Nut-Feder-Verbindung können die Wärmedämmelemente miteinander verklebt sein. Insbesondere sind die Wärmedämmelemente stoff-, kraft- und/oder formschlüssig miteinander verbunden.

Kraftschlüssige Verbindungen setzen eine Normalkraft auf die miteinander zu verbindenden Flächen voraus. Ihre gegenseitige Verschiebung ist verhindert, solange eine durch die Haftreibung bewirkte Gegenkraft nicht überschritten wird. Stoffschlüssige Verbindungen werden alle Verbindungen genannt, bei denen die Verbindungspartner durch atomare oder molekulare Kräfte zusammengehalten werden. Sie sind gleichzeitig nicht lösbare Verbindungen, die sich nur durch Zerstörung der Verbindungsmittel trennen lassen. Beispiele für stoffschlüssige Verbindungen sind Klebe- oder Schweißverbindungen. Vorzugsweise sind die Wärmedämmelemente lösbar miteinander verbunden. Die Wärmedämmelemente können zum Fertigen der Wärmedämmwand aufeinander aufgestapelt werden. Vorzugsweise sind die Wärmedämmelemente aus einem offenporigen oder geschlossenporigen Kunststoffmaterial, insbesondere einem Kunststoffschaum gefertigt. Beispielsweise können die Wärmedämmelemente aus einem Polyurethanhartschaum, einem Polystyrolschaum, einem Polyisocyanatschaum oder dergleichen gefertigt sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Wärmedämmwand dampfdicht und/oder gasdicht ausgeführt.

Insbesondere weist die Wärmedämmwand eine Dampf- und/oder Gassperre, insbesondere eine Metallfolie oder eine Beschichtung, auf. Hierdurch wird beispielsweise verhindert, dass verdampftes boil-off Gas austritt. Ferner wird ein Inertisieren des Tanks beschleunigt, da die Wärmedämmwand nicht mit Produktgas gesättigt werden kann. Die Dampfsperre kann beispielsweise eine Alufolie oder ein Anstrich sein. Die Dampfsperre kann innenseitig und/oder außenseitig an der Wärmedämmwand vorgesehen sein. Insbesondere können bereits die blockförmigen Wärmedämmelemente der Wärmedämmwand die Dampf- und/oder Gassperre aufweisen, die auf den vorgefertigten Wärmedämmelementen innenseitig oder außenseitig aufgebracht, insbesondere aufgeklebt, sein kann. Alternativ ist für die Wärmedämmwand ein gas- und/oder dampfdurchlässiger Werkstoff anwendbar.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist zwischen der Wärmedämmwand und dem Außenbehälter ein gasgefüllter Spalt vorgesehen.

In anderen Worten bedeutet dies, dass die Wärmedämmwand von dem Außenbehälter beabstandet sein kann. Der Spalt kann auch als freier Gasraum bezeichnet werden.

Der Spalt umläuft die Wärmedämmwand vorzugsweise vollständig. Der Spalt ist vorzugsweise mit gasförmigem Stickstoff oder mit dem verdampften Produktgas gefüllt.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist zwischen der Wärmedämmwand und dem Innenbehälter eine gegossene Wärmedämmschicht vorgesehen.

Die Wärmedämmschicht kann auch als Isolationsschicht bezeichnet werden. Die Wärmedämmschicht wird insbesondere abschnittsweise in Hochrichtung zwischen die Wärmedämmwand und den Innenbehälter eingegossen. Hierzu wird zunächst ein erster Abschnitt der Wärmedämmwand errichtet, dann ein dem ersten Abschnitt in seiner Höhe entsprechend ein erster Abschnitt der Wärmedämmschicht flüssig eingebracht und zum Aushärten gebracht, dann wird ein zweiter, dritter bis n-ter Abschnitt der Wärmedämmwand errichtet und entsprechend ein zweiter, dritter bis n-ter Abschnitt der Wärmedämmschicht flüssig eingebracht. Durch das abschnittsweise Gießen der Wärmedämmschicht wird eine zu hohe Wärmeentwicklung beim Aushärten der Wärmedämmschicht verhindert. Die Wärmedämmwand kann dabei als äußere Schalung für das Vergießen der Wärmedämmschicht dienen. Die innere Schalung ist dann der Innenbehälter. Alternativ kann eine entnehmbare innere Schalung vorgesehen sein, die nach dem Gießen der Wärmedämmschicht entfernt wird. Die Wärmedämmschicht kann nach dem Aushärten flexibel, insbesondere elastisch verformbar, sein. Alternativ kann die Wärmedämmschicht nach dem Aushärten steif sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Wärmedämmschicht aus einem aufgeschäumten, insbesondere geschlossenporigen, Kunststoffmaterial gefertigt.

Beispielsweise kann die Wärmedämmschicht aus einem aufgeschäumten Polyurethanmaterial gefertigt sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist zwischen der Wärmedämmschicht und dem Innenbehälter eine Konvektionssperre angeordnet.

Die Konvektionssperre verhindert eine freie Konvektion des verdampften Produktgases zwischen der Wärmedämmschicht und dem Innenbehälter, wodurch eine

Kondensation des Produktgases außenseitig an dem Innenbehälter verhindert wird. Die Wärmedämmeinheit kann die Konvektionssperre aufweisen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Konvektionssperre elastisch ausgebildet und derart vorgesehen, dass sie einer temperaturbedingten Schrumpf- oder Expansionsbewegung des Innenbehälters folgt.

Insbesondere ist die Konvektionssperre komprimierbar und dehnbar. Die Konvektionssperre kann beispielsweise aus einer Mineralwolle oder einem elastisch verformbaren aufgeschäumten Kunststoffmaterial gefertigt sein.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Konvektionssperre mit der Wärmedämmschicht und/oder dem Innenbehälter verbunden.

Insbesondere kann die Wärmedämmschicht an die Konvektionssperre angegossen sein. Ferner kann die Konvektionssperre mit der Wärmedämmschicht stoff-, kraft- und/oder formschlüssig verbunden sein. Die Konvektionssperre kann beispielsweise mit der Wärmedämmschicht und/oder dem Innenbehälter verklebt, in diese eingehängt oder sonst mit diesen verbunden sein. Insbesondere kann die Konvektionssperre an einer Oberseite des Innenbehälters aufgehängt sein und von dort abgerollt werden. Vorzugsweise ist die Konvektionssperre auch mit dem Innenbehälter stoff-, kraft-, und/oder formschlüssig verbunden. Alternativ kann die Konvektionssperre mit dem Innenbehälter nicht verbunden sein, sondern nur an diesem anliegen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Konvektionssperre zwischen der Wärmedämmwand und dem Innenbehälter vorgespannt.

Beispielsweise ist die Konvektionssperre aus einer komprimierten Mineralwolle gefertigt. Durch die Vorspannung folgt die Konvektionssperre temperaturbedingten Dimensionsänderungen des Innenbehälters. Als Werkstoff für die Konvektionssperre kann jedes Material eingesetzt werden, das bei tiefen Temperaturen in einem großen Wegbereich gezogen oder gedrückt werden kann und hierbei nur eine kleine Federkonstante aufweist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der Innenbehälter als nach oben offene Tasse zum Aufnehmen der kryogenen Gase und der Außenbehälter als eine die Tasse umgebende Hülle ausgebildet.

Die Tasse nimmt das verflüssigte Produktgas auf. Die Tasse ist obenseitig offen, so dass verdampfendes Produktgas aus der Tasse austreten kann. Der Innenbehälter ist vorzugsweise aus einem Stahlwerkstoff, insbesondere aus einem Stahlblech, gefertigt. Der Innenbehälter umfasst einen kreiszylinderförmigen Mantel und einen Boden. Der Außenbehälter weist vorzugsweise einen kreiszylinderförmigen Mantel, einen Boden und eine kuppelförmige Decke auf. Der Außenbehälter kann beispielsweise aus einem Stahlwerkstoff oder aus Beton gefertigt sein. Alternativ kann der Mantel aus Beton und die kuppelförmige Decke aus Stahl gefertigt sein. Der Außenbehälter kann innenseitig eine Dampfsperre, einen sogenannten Liner, aufweisen. Der Liner kann Metallplatten oder Metallbahnen, die auf einer Innenseite des Außenbehälters aufgebracht sind, umfassen. Mit Hilfe der Dampfsperre wird der Außenbehälter gasundurchlässig. Der Innenbehälter ist mit einer Abdeckung, insbesondere einem kreisförmigen Deckel, abgedeckt, die von der kuppelförmigen Decke des Außenbehälters abgehängt ist. Alternativ kann die Tasse auch ein geschlossenes, kuppelförmiges Dach aufweisen. Auf der Abdeckung können Wärmedämmelemente angeordnet sein, die beispielsweise aus Mineralwolle gefertigt sind.

Weiterhin wird ein Verfahren zum Herstellen eines Tanks zum Lagern von kryogenen Gasen vorgeschlagen. Das Verfahren weist die folgenden Schritte auf: Bereitstellen eines Innenbehälters und eines Außenbehälters; und Anordnen einer Wärmedämmwand zwischen dem Innenbehälter und dem Außenbehälter, so dass die Wärmedämmwand selbsttragend ausgebildet wird.

Die Wärmedämmwand wird vorzugsweise aus einzelnen Wärmedämmelementen schichtweise aufgebaut. Die Wärmedämmelemente können dabei beispielsweise formschlüssig miteinander verbunden und zusätzlich oder optional miteinander verklebt werden. Die formschlüssige Verbindung kann durch ein Nut-Feder-System erreicht werden.

Gemäß einer Ausführungsform wird während oder nach dem Anordnen der Wärmedämmwand zwischen die Wärmedämmwand und den Innenbehälter eine Wärmedämmschicht eingegossen.

Die Wärmedämmschicht wird während der Herstellung des Tanks in situ hergestellt. Das heißt, die Wärmedämmschicht wird in Hochrichtung abschnittsweise zwischen die Wärmedämmwand und den Innenbehälter eingegossen. Hierbei dient die Wärmedämmwand als Schalung für die Wärmedämmschicht. Die Wärmedämmwand und die Wärmedämmschicht bilden eine selbsttragende Wärmedämmeinheit oder Isolationseinheit. Die Wärmedämmschicht kann beispielsweise aus einem aufgeschäumten Polyurethanmaterial gefertigt werden. Durch das abschnittsweise Gießen der Wärmedämmschicht wird eine zu hohe Wärmebelastung der Wärmedämmwand beim Aushärten der Wärmedämmschicht verhindert.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird vor dem Eingießen der Wärmedämmschicht zwischen der Wärmedämmwand und dem Innenbehälter eine elastisch verformbare Konvektionssperre angeordnet, wobei die Wärmedämmschicht zwischen die Wärmedämmwand und die Konvektionssperre eingegossen wird. Alternativ kann zwischen der Konvektionssperre und der Wärmedämmwand eine entfernbare Schalung vorgesehen sein, die nach dem Eingießen der Wärmedämmschicht entfernt wird. Die Konvektionssperre kann bei der Verwendung einer derartigen entfernbaren Schalung auch nach dem Eingießen der Wärmedämmschicht an dem Innenbehälter angebracht werden.

Hierdurch wird eine dauerhafte und zuverlässige Verbindung der Konvektionssperre mit der Wärmedämmwand erzielt. Die Konvektionssperre kann zusätzlich oder optional an dem Innenbehälter befestigt sein. Insbesondere ist die Konvektionssperre komprimierbar und dehnbar.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird ein erster Abschnitt der Wärmedämmwand errichtet und anschließend wird ein dem ersten Abschnitt in seiner Höhe entsprechend ein erster Abschnitt der Wärmedämmschicht flüssig eingebracht und ausgehärtet, wobei anschließend ein zweiter, dritter bis n-ter Abschnitt der Wärmedämmwand errichtet wird und entsprechend ein zweiter, dritter bis n-ter Abschnitt der Wärmedämmschicht flüssig eingebracht und ausgehärtet wird.

Durch das abschnittsweise Gießen der Wärmedämmschicht wird eine zu hohe Wärmeentwicklung beim Aushärten der Wärmedämmschicht verhindert. n ist dabei ganzzahlig, wobei n = 1 bis unendlich.

Weitere mögliche Implementierungen des Tanks und/oder des Verfahrens umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale oder Ausführungsformen. Dabei wird der Fachmann auch Einzelaspekte als Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform des Tanks und/oder des Verfahrens hinzufügen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Aspekte des Tanks und/oder des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele des Tanks und/oder des Verfahrens. Im Weiteren werden der Tank und/oder das Verfahren anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittansicht einer Ausführungsform eines Tanks zum Lagern von kryogenen Gasen;

Fig. 2 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt II der Schnittansicht des Tanks gemäß der Fig. 1;

Fig. 3 zeigt eine schematische Schnittansicht des Tanks gemäß der Schnittlinie III-III der Fig. 2; und

Fig. 4 zeigt ein Blockdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Herstellen des Tanks gemäß der Fig. 1.

In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen worden, sofern nichts anderes angegeben ist.

Die Fig. 1 zeigt eine stark vereinfachte schematische Schnittansicht eines Tanks 1 zum Lagern von kryogenen oder tiefkalten verflüssigten Gasen 2. Ein Beispiel für ein verflüssigtes Gas 2 ist Flüssigerdgas oder Liquefied Natural Gas (LNG). Weiterhin

kann das Gas 2 Ethylen, Ethan, Stickstoff, Sauerstoff, Helium oder dergleichen sein. Das Gas 2 kann auch als Produktgas bezeichnet werden.

Der Tank 1 weist ein plattenförmiges Betonfundament 3 hier in Form einer gegossenen kreisförmigen Betonplatte auf. Weiterhin umfasst der Tank 1 einen auf dem Betonfundament 3 angeordneten Außenbehälter 4. Der Außenbehälter 4 kann aus einem Stahlwerkstoff oder aus Beton gefertigt sein. Wenn der Außenbehälter 4 aus Beton gefertigt ist, kann innenseitig an diesem eine Dampfsperre, ein sogenannter Liner 5, vorgesehen sein. Der Liner 5 sorgt für eine Gasdichtheit des Außenbehälters 4. Der Liner 5 kann eine Stahlmembran, miteinander verschweißte Stahlplatten oder geklemmte Stahlbahnen umfassen. Ist der Außenbehälter 4 aus einem Stahlwerkstoff gefertigt, kann auf den Liner 5 verzichtet werden.

Der Außenbehälter 4 weist eine kreiszylinderförmige Außenbehälterwand oder -mantel 6, einen Außenbehälterboden 7, der einteilig mit dem Betonfundament 3 ausgebildet sein kann, und eine nach außen gewölbte kuppelförmige Decke 8 auf. Beispielsweise können der Außenbehälterboden 7 und die Außenbehälterwand oder -mantel 6 aus Beton und die kuppelförmige Decke 8 aus Stahl gefertigt sein. Der Außenbehälter 4 kann in Form einer nach oben offenen Tasse mit Außenbehälterboden 7 und Außenbehälterwand oder -mantel 6 ausgebildet sein. Der Außenbehälter 4 wird im Weiteren auch als Außentank oder Außentasse bezeichnet. Der Tank 1 umfasst weiterhin einen innerhalb des Außenbehälters 4 angeordneten Innenbehälter 9. Der Innenbehälter 9 ist aus einem Stahlwerkstoff gefertigt. Der Innenbehälter 9 ist ebenfalls in Form einer Tasse ausgestaltet mit einer kreiszylinderförmigen Innenbehälterwand oder -mantel 10 und einem Innenbehälterboden 11. Der Innenbehälter 9 wird im Weiteren auch als Innentank oder Innentasse bezeichnet. Der Innenbehälter 9 ist innerhalb des Außenbehälters 4 koaxial in Bezug auf die Hochachsen positioniert.

Der tassenförmige Innenbehälter 9 ist mit einer von der Decke 8 des Außenbehälters 4 abgehängten Abdeckung 12 abgedeckt. Die Abdeckung 12 ist nicht fluiddicht mit dem Innenbehälter 9 verbunden, so dass sogenanntes boil-off Gas, das heißt Gas 2, das von dem flüssigen Aggregatzustand in den gasförmigen übergegangen ist, aus dem tassenförmigen Innenbehälter 9 austreten kann. Die Abdeckung 12 ist mit Hilfe von metallischen Stäben/Streben 13 von der Decke 8 abgehängt. Die Abdeckung 12 ist weiterhin nach oben oder zum Außenbehälter 4 hin mit blockförmigen

Wärmedämmelementen, -matten oder -säcken 14 thermisch isoliert. Die Wärmedämmelemente 14 können beispielsweise aus einem aufgeschäumten Kunststoffmaterial wie Polyurethan, Polystyrol oder dergleichen gefertigt sein. Weiterhin können die Wärmedämmelemente 14 aus Mineralwolle wie Schlacken-, Glas- oder Steinwolle gefertigt sein.

Zwischen dem Innenbehälterboden 11 des Innenbehälters 9 und dem Betonfundament 3 bzw. dem Außenbehälterboden 7 des Außenbehälters 4 ist eine Bodenwärmedämmung 15 vorgesehen. Die Bodenwärmedämmung 15 kann beispielsweise aus Schaumglas gefertigt sein. Schaumglas kann auch als Foamglass oder Cellular Glass bezeichnet werden. Weiterhin kann die Bodenwärmedämmung 15 aus einzelnen blockförmigen Elementen aufgebaut sein.

Zwischen der Innenbehälterwand oder -mantel 10 und der Außenbehälterwand oder -mantel 6 ist eine Wärmedämmwand 16 angeordnet. Die Wärmedämmwand 16 ist selbsttragend, das heißt, die Wärmedämmwand 16 stützt sich weder an dem Außenbehälter 4 noch an dem Innenbehälter 9 ab. Die Gewichtskraft der Wärmedämmwand 16 wird in die Bodenwärmedämmung 15 eingebracht. Zwischen der Wärmedämmwand 16 und dem Außenbehälter 4 ist ein die Wärmedämmwand 16 vollständig umlaufender freier Gasraum oder Spalt 17 vorgesehen. Der Spalt 17 kann mit verdampftem Gas 2 oder bei einem Innenbehälter 9 mit einem geschlossenen Deckel mit gasförmigem Stickstoff gefüllt sein. Die Bodenwärmedämmung 15 ist ein lasttragendes Isolationsbauteil, welches durch einen flüssigkeitsdichten und gasdichten Bottom Liner oder auch Second Bottom nach oben hin abgedeckt ist. Dieser Second Bottom kann aus kaltfestem Stahl, Aluminium Compound Schichten, oder anderen geeigneten Materialien gefertigt sein.

Die Fig. 2 zeigt einen vergrößerten Ausschnitt des Tanks 1 gemäß der Ziffer II der Fig. 1. Die Fig. 3 zeigt eine Schnittansicht des Tanks 1 gemäß der Schnittlinie III-III der Fig. 2.

Wie die Fig. 2 zeigt, weist die Bodenwärmedämmung 15 einen kreiszylinderförmigen, sich in Richtung der Decke 8 erstreckenden umlaufenden Mantel oder eine Wand 18 auf. Bei einem aus Beton gefertigten Außenbehältermantel 9 kann der Mantel 18 auch als thermischer Eckenschutz oder Thermal Corner Protection bezeichnet werden. Die

Wärmedämmwand 16 stützt sich nicht an dem Mantel 18 ab. Der Innenbehälter 9 kann temperaturbedingt schrumpfen oder sich expandieren. In der Fig. 2 ist mit dem Bezugszeichen 9a ein expandierter Zustand und mit dem Bezugszeichen 9b ein geschrumpfter Zustand des Innenbehälters 9 bezeichnet.

Die Wärmedämmwand 16 ist aus miteinander verbundenen blockförmigen Wärmedämmelementen 19 gebildet. Die Wärmedämmelemente 19 sind stoff-, kraft- und/oder formschlüssig miteinander verbunden. Die Wärmedämmelemente 19 können beispielsweise mit Hilfe einer Nut-Feder-Verbindung miteinander verbunden sein. Alternativ oder zusätzlich können die Wärmedämmelemente 19 miteinander verklebt sein. Die Wärmedämmelemente 19 sind aus einem aufgeschäumten, insbesondere geschlossenporigen, Kunststoffmaterial gefertigt. Alternativ sind die Wärmedämmelemente 19 aus einem offenporigen Kunststoffmaterial gefertigt. Beispielsweise können die Wärmedämmelemente 19 aus einem Polyurethanhartschaum, einem Polystyrolschaum, einem Polyisocyanatschaum oder dergleichen gefertigt sein.

Die Wärmedämmwand 16 kann eine Dampfsperre aufweisen. Die Dampfsperre kann innenseitig und/oder außenseitig an der Wärmedämmwand 16 vorgesehen sein. Die Dampfsperre ist dann erforderlich, wenn die Wärmedämmelemente 19 aus einem offenporigen Kunststoffmaterial gefertigt sind. Die Dampfsperre kann beispielsweise eine Alufolie oder ein Anstrich sein. Die Dampfsperre kann vor dem Fertigstellen der Wärmedämmwand 16 auf die einzelnen Wärmedämmelemente 19 aufgebracht werden. Alternativ kann die Dampfsperre nach dem Fertigstellen der Wärmedämmwand 16 auf diese aufgebracht werden.

Zwischen der Wärmedämmwand 16 und dem Innenbehälter 9 ist eine gegossene Wärmedämmschicht 20 vorgesehen. Die Wärmedämmschicht 20 wird bei der Herstellung des Tanks 1 in situ gegossen. Die Wärmedämmwand 16 wird in Höhenrichtung abschnittsweise aufgebaut und die Wärmedämmschicht 20 dann abschnittsweise gegossen. Hierzu wird zunächst ein erster Abschnitt der Wärmedämmwand 16 errichtet, dann ein dem ersten Abschnitt in seiner Höhe entsprechend ein erster Abschnitt der Wärmedämmschicht 20 flüssig eingebracht und zum Aushärten gebracht, dann wird ein zweiter, dritter bis n-ter Abschnitt der Wärmedämmwand 16 errichtet und entsprechend ein zweiter, dritter bis n-ter Abschnitt

der Wärmedämmschicht 20 flüssig eingebracht. Durch das abschnittsweise Gießen der Wärmedämmschicht 20 wird eine zu hohe Wärmeentwicklung beim Aushärten der Wärmedämmschicht 20 verhindert. Die Wärmedämmschicht 20 besteht aus einem aufgeschäumten, insbesondere aus einem geschlossenporig aufgeschäumten, Kunststoffmaterial. Die Wärmedämmschicht 20 kann aus einem Polyurethanwerkstoff gefertigt sein. Die Wärmedämmwand 16 bildet mit der Wärmedämmschicht 20 eine Wärmedämmeinheit 21. Die Wärmedämmeinheit 21 ist selbsttragend. Die Wärmedämmwand 16 dient als Schalung zum Gießen der Wärmedämmschicht 20.

Zwischen der Wärmedämmschicht 20 und dem Innenbehälter 9 ist eine Konvektionssperre 22 angeordnet. Die Konvektionssperre 22 verhindert eine Konvektion von verdampftem Gas 2 zwischen der Wärmedämmschicht 20 und dem Innenbehälter 9. Hierdurch wird ein Kondensieren des verdampften Gases 2 außenseitig an dem Innenbehälter 9 verhindert. Die Konvektionssperre 22 unterbindet das Vorbeiströmen großer Mengen des verdampften Gases 2 an dem Innenbehälter. Die Wärmedämmeinheit 21 kann die Konvektionssperre 22 aufweisen.

Die Konvektionssperre 22 ist elastisch ausgebildet und derart vorgesehen, dass sie einer temperaturbedingten Schrumpf- und/oder Expansionsbewegung des Innenbehälters 9 folgt. Die Konvektionssperre 22 kann mit der Wärmedämmschicht 20 und/oder dem Innenbehälter 9 verbunden sein. Ein komprimierter Zustand der Konvektionssperre 22 ist in den Fig. 2 und 3 mit einer durchgezogenen Linie dargestellt. Ein expandierter oder gedehnter Zustand der Konvektionssperre 22 ist in den Fig. 2 und 3 mit einer gestrichelten Linie dargestellt. Die Konvektionssperre 22 kann stoff-, kraft- und/oder formschlüssig mit der Wärmedämmschicht 20 und/oder dem Innenbehälter 9 verbunden sein. Beispielsweise kann die Konvektionssperre 22 an der Wärmedämmschicht 20 und/oder an dem Innenbehälter 9 eingehängt oder mit diesen verklebt sein. Die Konvektionssperre 22 kann an einer Oberkante des Innenbehälters 9 aufgehängt sein und von dort abgerollt werden. Es kann zur Vereinfachung der Montage sinnvoll sein, die Konvektionssperre 22 an der Innenbehälterwand oder -mantel 10 des Innenbehälters 9 mechanisch zu befestigen. Die Konvektionssperre 22 wird hierzu an einem oberen Rand des Innenbehälters 9 befestigt und dann in Bahnen nach unten ausgerollt.

Auch das Festkleben der Konvektionssperre 22 am Innenbehälter 9 ist eine geeignete Methode um diese zu Montagezwecken zu fixieren, bevor anschließend die Wärmedämmschicht 20 eingebracht wird. Die Wärmedämmschicht 20 kann zwischen die Konvektionssperre 22 und die Wärmedämmwand 16 eingegossen sein. Hierdurch wird eine zuverlässige und dauerhafte Verbindung der Wärmedämmschicht 20 mit der Konvektionssperre 22 erreicht. Die Konvektionssperre 22 kann zwischen der Wärmedämmwand 16 und dem Innenbehälter 9 vorgespannt sein. Hierzu wird die Konvektionssperre 22 beim Aufbau des Tanks 1 komprimiert. Die von der komprimierten Konvektionssperre 22 auf den Innenbehälter 9 aufgebrachten Vertikal- und/oder Horizontallasten sind jedoch äußerst gering. Beispielsweise kann die Konvektionssperre 22 aus Mineralwolle gefertigt sein. Die Konvektionssperre 22 kann auch aus einem aufgeschäumten, elastisch verformbaren Kunststoffmaterial gefertigt sein.

Die Konvektionssperre 22 ist komprimierbar und ausdehnbar. Hierdurch folgt die Konvektionssperre 22 dem Innenbehälter 9 bei temperaturbedingten Dimensionsänderungen derselben. Die Konvektionssperre 22 kann mit einer kaschierenden Aluminiumfolie beschichtet sein. Mit Hilfe der elastischen Konvektionssperre 22 kann ein Ablösen der Wärmedämmeinheit 21 von dem Innenbehälter 9 aufgrund von temperaturbedingten Dimensionsschwankungen derselben verhindert werden. Dadurch, dass die Wärmedämmwand 16 und die Wärmedämmschicht 20 aus einem geschlossenporigen Kunststoffmaterial gefertigt sind, kann eine schnelle Trocknung und Inertisierung des Systems realisiert werden.

Die Fig. 4 zeigt mit einem Blockdiagramm schematisch ein Verfahren zum Herstellen eines derartigen Tanks 1. Das Verfahren weist einen Schritt S1 des Bereitstellens des Innenbehälters 9 und des Außenbehälters 4 auf. Der Innenbehälter 9 kann dabei als Tasse zum Aufnehmen des kryogenen Gases 2 und der Außenbehälter 4 kann als ein die Tasse umgebender Mantel ausgebildet sein.

In einem Schritt S2 wird die Wärmedämmwand 16 zwischen der Innenbehälter 9 und der Außenbehälter 4 angeordnet, so dass die Wärmedämmwand 16 selbsttragend ausgebildet wird. Genauer gesagt wird die Wärmedämmwand 16 so angeordnet, dass sie sich weder an der Innenbehälter 9 noch an der Außenbehälter 4 abstützt. Während oder nach dem Anordnen der Wärmedämmwand 16 kann zwischen diese und der

Konvektionssperre 22 in einem Schritt S3 die Wärmedämmschicht 20 eingegossen werden. Die Wärmedämmschicht 20 und die Wärmedämmwand 16 bilden die selbsttragende Wärmedämmeinheit 21.

Die Konvektionssperre 22 kann am oberen Rand des Innenbehälters 9 eingehängt werden. Anschließend wird zunächst ein erster Abschnitt der Wärmedämmwand 16 errichtet, dann ein dem ersten Abschnitt in seiner Höhe entsprechend ein erster Abschnitt der Wärmedämmschicht 20 flüssig eingebracht und zum Aushärten gebracht, dann wird ein zweiter, dritter bis n-ter Abschnitt der Wärmedämmwand 16 errichtet und entsprechend ein zweiter, dritter bis n-ter Abschnitt der Wärmedämmschicht 20 flüssig eingebracht. Durch das abschnittsweise Gießen der Wärmedämmschicht 20 wird eine zu hohe Wärmeentwicklung beim Aushärten der Wärmedämmschicht 20 verhindert.

Die Wärmedämmwand 16 kann, wie zuvor erläutert, abschnittsweise aufgebaut werden. Hierbei werden die Wärmedämmelemente 19 aufeinander aufgeschichtet oder aufgestapelt und miteinander verbunden. Die Wärmedämmschicht 20 wird abschnittsweise zwischen die zumindest teilweise aufgebaute Wärmedämmwand 16 und den Innenbehälter 9 eingegossen. Hierdurch wird eine zu große Wärmeentwicklung bei der Aushärtung des Materials der Wärmedämmschicht 20 verhindert. Die Wärmedämmwand 16 dient dabei als äußere Schalung für die Wärmedämmschicht 20. Bei der Herstellung des Tanks 1 kann eine weitere Schalung zwischen der Wärmedämmwand 16 und dem Innenbehälter 9 vorgesehen werden, so dass die Wärmedämmschicht 20 keinen direkten Kontakt mit dem Innenbehälter 9 hat.

Vor dem Eingießen der Wärmedämmschicht 20 zwischen die Wärmedämmwand 16 und den Innenbehälter 9 wird die elastisch verformbare Konvektionssperre 22 zwischen dem Innenbehälter 9 und der Wärmedämmwand 16 angeordnet. Die Wärmedämmschicht 20 wird dann zwischen die Wärmedämmwand 16 und die Konvektionssperre 22 eingegossen. Die Konvektionssperre 22 dient dabei als innere Schalung. Hierdurch wird eine zuverlässige und dauerhafte Verbindung zwischen der Wärmedämmschicht 20 und der Konvektionssperre 22 hergestellt.

Dadurch, dass die Wärmedämmwand 16 aus miteinander stoff-, kraft- und/oder formschlüssig verbundenen Wärmedämmelementen 19 aufgebaut wird, kann diese schnell und einfach hergestellt werden. Durch die selbsttragenden Eigenschaften der

Wärmedämmwand 16 werden keine Lasten, insbesondere keine Vertikallasten, auf den Innenbehälter 9 aufgebracht, so dass dieser entsprechend mit geringerer Wandstärke ausgeführt werden kann. Der Innenbehälter 9 kann eine Wandstärke von 5 bis 50 Millimeter aufweisen. Mit Hilfe der elastischen Konvektionssperre 22 wird ein Ablösen der Wärmedämmeinheit 21 von dem Innenbehälter 9 bei einem Schrumpfen des Innenbehälters 9 und damit einem radialen Verlagern des Innenbehältermantels 10 nach innen verhindert, wodurch eine Kondensation des verdampften Gases 2 außenseitig an dem Innenbehälter 9 verhindert wird.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben wurde, ist sie vielfältig modifizierbar.

Beispielsweise kann auf die Konvektionssperre 22 verzichtet werden. Weiterhin kann ein beidseitiges Eingießen der Wärmedämmschicht 20 zwischen die Wärmedämmwand 16 und die Konvektionssperre 22 und zwischen die Konvektionssperre 22 und den Innenbehälter 9 erfolgen.

Verwendete Bezugszeichen

1 Tank
2 Gas
3 Betonfundament
4 Außenbehälter
5 Metallauskleidung oder Liner
6 Außenbehälterwand oder -mantel
7 Außenbehälterboden
8 Außenbehälterdecke
9 Innenbehälter
9a Innenbehälterwand oder -mantel in minimaler radialer Ausdehnung
9b Innenbehälterwand oder -mantel in maximaler radialer Ausdehnung
10 Innenbehälterwand oder -mantel
11 Innenbehälterboden
12 Innenbehälterdeckel/Abdeckung
13 Stab oder Strebe
14 Wärmedämmelement
15 Bodenwärmedämmung
16 Wärmedämmwand
17 Spalt zwischen Wärmedämmwand und Außenbehälterwand oder -mantel
18 Wand oder Mantel der Bodenwärmedämmung
19 Wärmedämmelement
20 Wärmedämmschicht
21 Wärmedämmeinheit
22 Konvektionssperre

S1 Schritt
S2 Schritt
S3 Schritt

Patentansprüche

1. Tank (1) zum Lagern von kryogenen Gasen (2), mit einem Innenbehälter (9), einem Außenbehälter (4) und einer zwischen dem Innenbehälter (9) und dem Außenbehälter (4) angeordneten Wärmedämmwand (16), wobei die Wärmedämmwand (16) selbsttragend ausgebildet ist.

2. Tank nach Anspruch 1, wobei die Wärmedämmwand (16) aus miteinander verbundenen blockförmigen Wärmedämmelementen (19) gebildet ist, die insbesondere formschlüssig und/oder kraftschlüssig miteinander verbunden sind.

3. Tank nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Wärmedämmwand (16) dampfdicht und/oder gasdicht ist.

4. Tank nach einem der Ansprüche 1 - 3, wobei zwischen der Wärmedämmwand (16) und dem Außenbehälter (4) ein gasgefüllter Spalt (17) vorgesehen ist.

5. Tank nach einem der Ansprüche 1 - 4, wobei zwischen der Wärmedämmwand (16) und dem Innenbehälter (9) eine gegossene Wärmedämmschicht (20) vorgesehen ist.

6. Tank nach Anspruch 5, wobei die Wärmedämmschicht (20) aus einem aufgeschäumten, insbesondere geschlossenporigen, Kunststoffmaterial gefertigt ist.

7. Tank nach Anspruch 5 oder 6, wobei zwischen der Wärmedämmschicht (20) und dem Innenbehälter (9) eine Konvektionssperre (22)angeordnet ist.

8. Tank nach Anspruch 7, wobei die Konvektionssperre (22) elastisch ausgebildet und derart vorgesehen ist, dass sie einer temperaturbedingten Schrumpf- und/oder Expansionsbewegung des Innenbehälters (9) folgt.

9. Tank nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Konvektionssperre (22) mit der Wärmedämmschicht (20) und/oder dem Innenbehälter (9) verbunden ist.

10. Tank nach einem der Ansprüche 7 - 9, wobei die Konvektionssperre (22) zwischen der Wärmedämmwand (16) und dem Innenbehälter (9) vorgespannt ist.

11. Tank nach einem der Ansprüche 1 - 10, wobei der Innenbehälter (9) als nach oben offene Tasse zum Aufnehmen der kryogenen Gase (2) und der Außenbehälter (4) als eine die Tasse umgebende Hülle ausgebildet ist.

12. Verfahren zum Herstellen eines Tanks (1) zum Lagern von kryogenen Gasen (2), mit folgenden Schritten:
Bereitstellen (S1) eines Innenbehälters (9) und eines Außenbehälters (4); und
Anordnen (S2) einer Wärmedämmwand (16) zwischen dem Innenbehälter (9) und dem Außenbehälter (4), so dass die Wärmedämmwand (16) selbsttragend ausgebildet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei während oder nach dem Anordnen (S2) der Wärmedämmwand (16) zwischen die Wärmedämmwand (16) und den Innenbehälter (9) eine Wärmedämmschicht (20) eingegossen wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei vor dem Eingießen (S3) der Wärmedämmschicht (20) zwischen der Wärmedämmwand (16) und dem Innenbehälter (9) eine elastisch verformbare Konvektionssperre (22) angeordnet wird, wobei die Wärmedämmschicht (20) zwischen die Wärmedämmwand (16) und die Konvektionssperre (22) eingegossen wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei ein erster Abschnitt der Wärmedämmwand (16) errichtet wird und anschließend ein dem ersten Abschnitt in seiner Höhe entsprechend ein erster Abschnitt der Wärmedämmschicht (20) flüssig eingebracht und ausgehärtet wird, wobei anschließend ein zweiter, dritter bis n-ter Abschnitt der Wärmedämmwand (16) errichtet wird und entsprechend ein zweiter, dritter bis n-ter Abschnitt der Wärmedämmschicht (20) flüssig eingebracht und ausgehärtet wird.

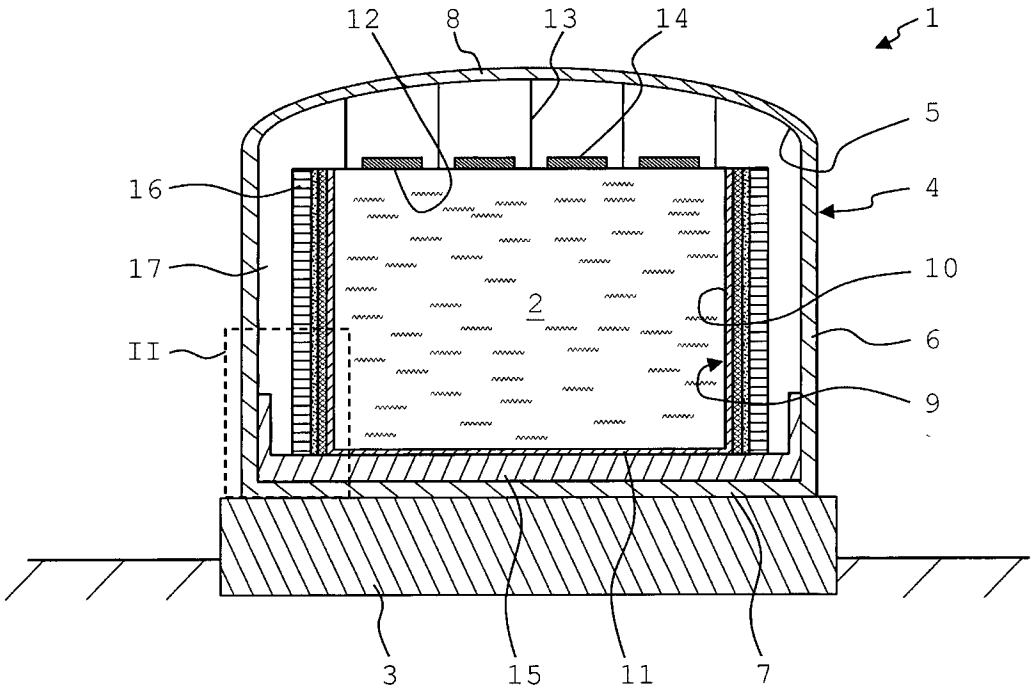

Fig. 1

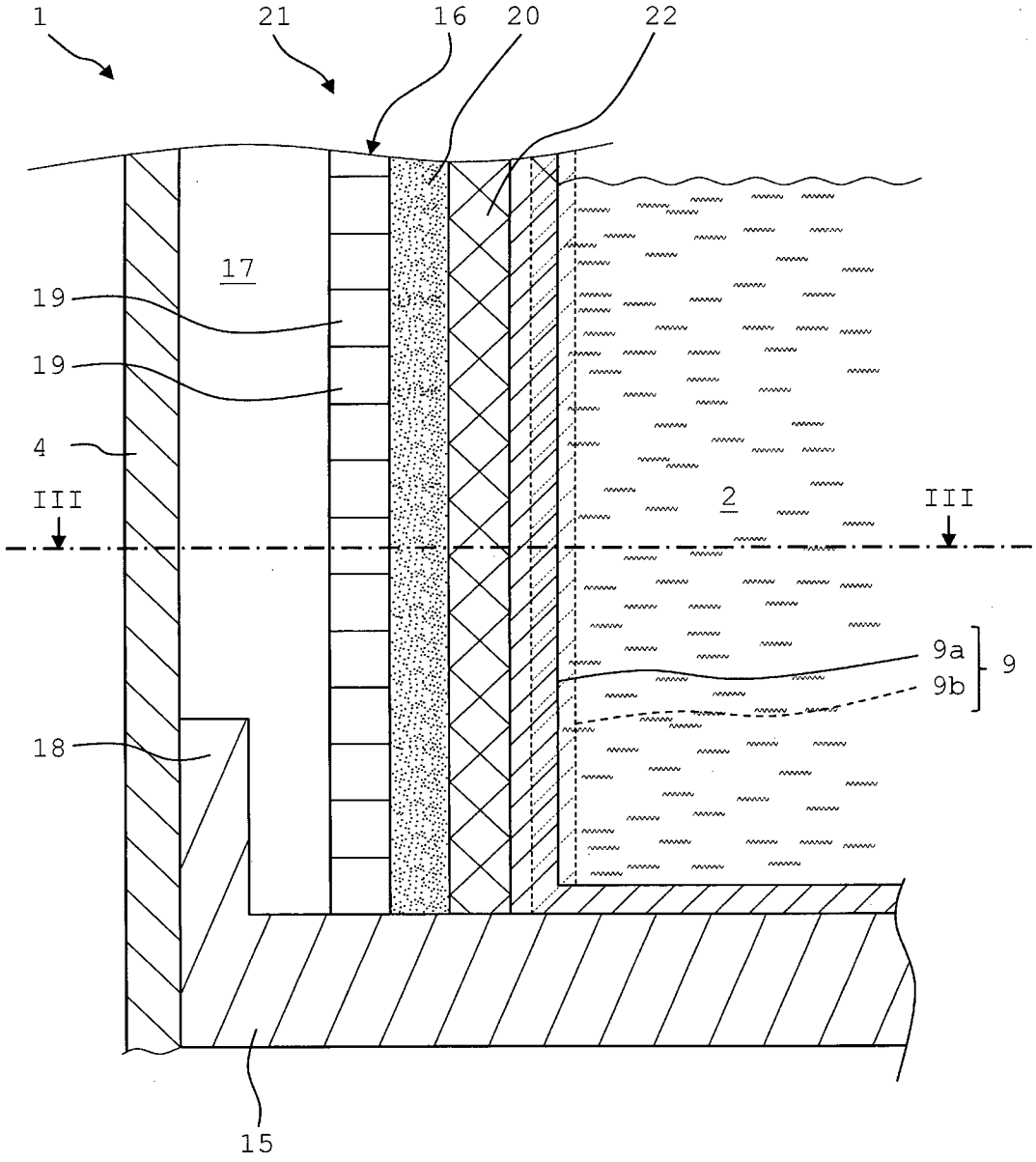

Fig. 2

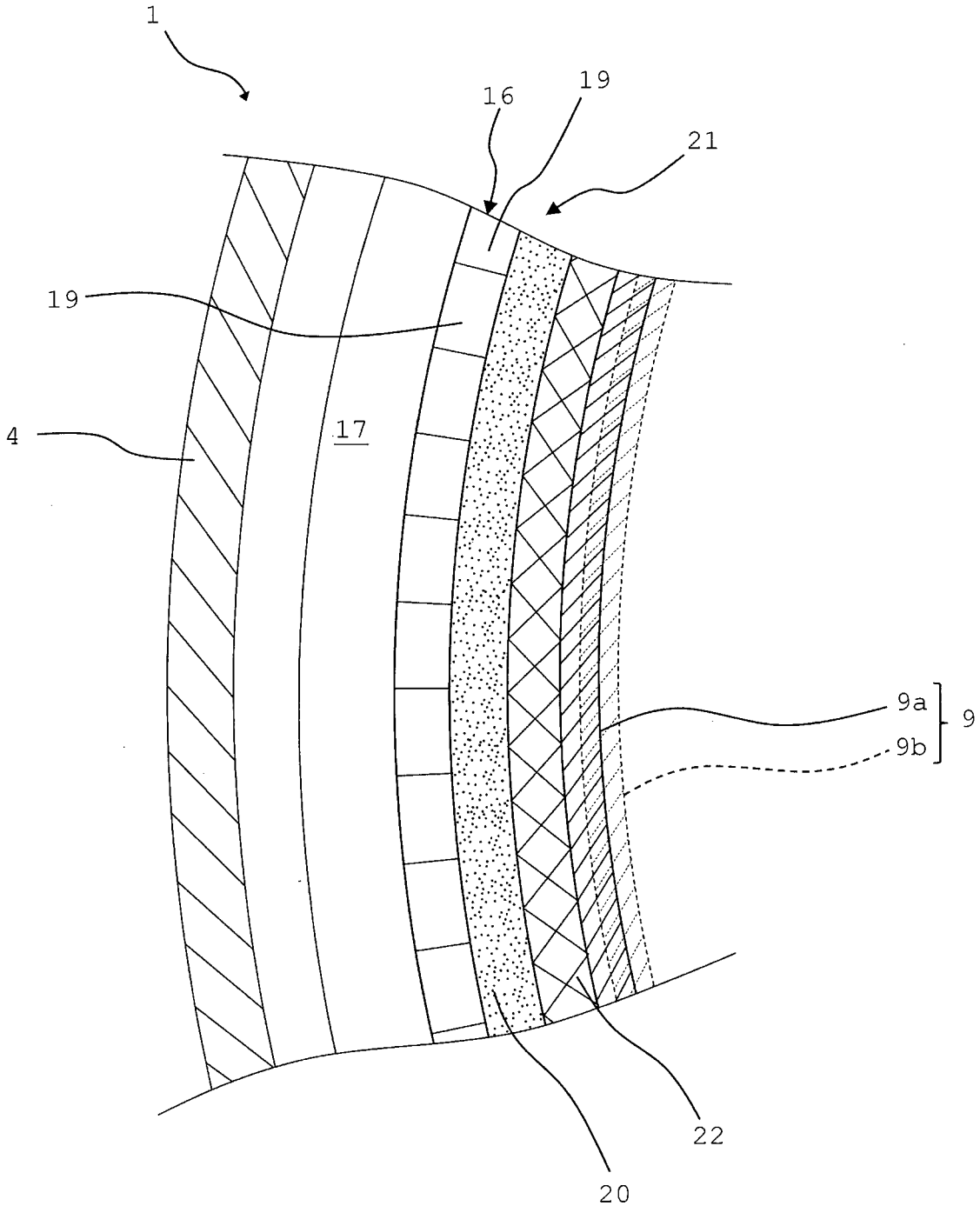

Fig. 3

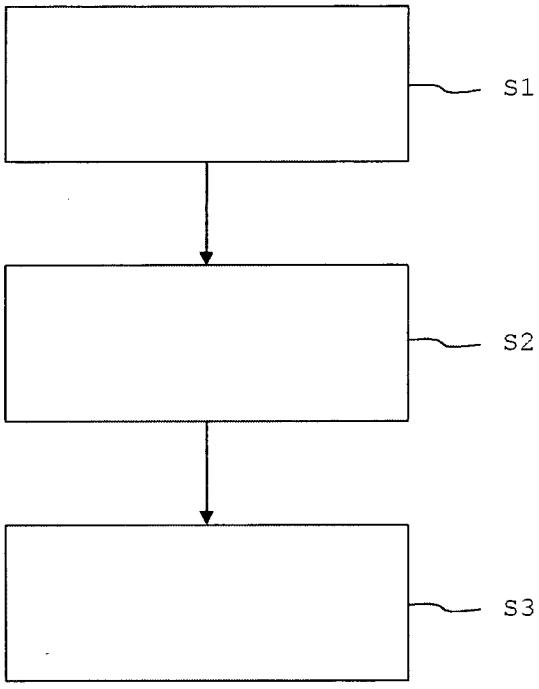

Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/000993

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F17C13/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F17C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 021 982 A (KOTCHARIAN MICHEL) 10 May 1977 (1977-05-10)	1-3,5-15
Y	Fig.7, (1), (5), (11), (25)-(27); Spalte 1, Zeilen 12-15 und 23-28); Spalte 8, Zeile 50-Spalte 9, Zeile 6; -----	4
X	US 3 511 003 A (ALLEAUME JEAN) 12 May 1970 (1970-05-12)	1-3,5-15
Y	Fig.1, 7, (1), (2), (13), (14), (58), (59); Spalte 1, Zeilen 28-37; Spalte 7, Zeile 71- Spalte 8, Zeile 1 -----	4
X	US 3 319 431 A (CLARKE JAMES S ET AL) 16 May 1967 (1967-05-16)	1-3,12
Y A	Fig.1, (10), (15), (16), (18); Fig.2, (18), (20); Spalte 3, Zeilen 29-35; Spalte 3, Zeilen 55-61 -----	4 5-11, 13-15
	-/--	

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14 September 2016	27/09/2016

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Todor, H

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/000993

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 12 72 830 B (MANNESMANN AG) 11 July 1968 (1968-07-11) Fig.1, (1), (3), (13); Spalte 2, Zeilen 29 und 30; Spalte 3, Zeilen 1-5	1-15
A	DE 10 2013 016705 A1 (STIEBEL ELTRON GMBH & CO KG [DE]) 9 April 2015 (2015-04-09) Fig.1, (10), (20), (30); [0007]	1-15

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2016/000993

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4021982 A	10-05-1977	NONE	
US 3511003 A	12-05-1970	DE 1684981 A1	23-09-1971
		FR 1457617 A	24-01-1966
		GB 1155116 A	18-06-1969
		NL 6613245 A	23-03-1967
		NL 7804146 A	29-09-1978
		US 3511003 A	12-05-1970
US 3319431 A	16-05-1967	DE 1506246 A1	03-07-1969
		ES 338164 A1	01-04-1968
		FR 1512859 A	09-02-1968
		GB 1164009 A	10-09-1969
		JP S5333767 B1	16-09-1978
		NL 6702935 A	27-11-1967
		US 3319431 A	16-05-1967
DE 1272830 B	11-07-1968	NONE	
DE 102013016705 A1	09-04-2015	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/000993

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F17C13/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F17C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 021 982 A (KOTCHARIAN MICHEL) 10. Mai 1977 (1977-05-10)	1-3,5-15
Y	Fig.7, (1), (5), (11), (25)-(27); Spalte 1, Zeilen 12-15 und 23-28); Spalte 8, Zeile 50-Spalte 9, Zeile 6;	4

X	US 3 511 003 A (ALLEAUME JEAN) 12. Mai 1970 (1970-05-12)	1-3,5-15
Y	Fig.1, 7, (1), (2), (13), (14), (58), (59); Spalte 1, Zeilen 28-37; Spalte 7, Zeile 71- Spalte 8, Zeile 1	4

X	US 3 319 431 A (CLARKE JAMES S ET AL) 16. Mai 1967 (1967-05-16)	1-3,12
Y	Fig.1, (10), (15), (16), (18); Fig.2,	4
A	(18), (20); Spalte 3, Zeilen 29-35; Spalte 3, Zeilen 55-61	5-11, 13-15

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
14. September 2016	27/09/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Todor, H

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/000993

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 12 72 830 B (MANNESMANN AG) 11. Juli 1968 (1968-07-11) Fig.1, (1), (3), (13); Spalte 2, Zeilen 29 und 30; Spalte 3, Zeilen 1-5 -----	1-15
A	DE 10 2013 016705 A1 (STIEBEL ELTRON GMBH & CO KG [DE]) 9. April 2015 (2015-04-09) Fig.1, (10), (20), (30); [0007] -----	1-15

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/000993

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4021982 A	10-05-1977	KEINE	
US 3511003 A	12-05-1970	DE 1684981 A1	23-09-1971
		FR 1457617 A	24-01-1966
		GB 1155116 A	18-06-1969
		NL 6613245 A	23-03-1967
		NL 7804146 A	29-09-1978
		US 3511003 A	12-05-1970
US 3319431 A	16-05-1967	DE 1506246 A1	03-07-1969
		ES 338164 A1	01-04-1968
		FR 1512859 A	09-02-1968
		GB 1164009 A	10-09-1969
		JP S5333767 B1	16-09-1978
		NL 6702935 A	27-11-1967
		US 3319431 A	16-05-1967
DE 1272830 B	11-07-1968	KEINE	
DE 102013016705 A1	09-04-2015	KEINE	