

(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
01. März 2018 (01.03.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/036662 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F17C 3/04 (2006.01) F17C 13/02 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/025237

(22) Internationales Anmeldedatum:

22. August 2017 (22.08.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

16001849.5 23. August 2016 (23.08.2016) EP

(71) Anmelder: LINDE AKTIENGESellschaft
[DE/DE]; Klosterhofstr. 1, 80331 München (DE).

(72) Erfinder: GUZMANN, Marcus; Unterer Kammerloh 6,
82541 Münsing (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, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, 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,

(54) Title: TRANSPORT CONTAINER AND METHOD FOR WEIGHING SUCH A TRANSPORT CONTAINER

(54) Bezeichnung: TRANSPORTBEHÄLTER SOWIE VERFAHREN ZUM WIEGEN EINES DERARTIGEN
TRANSPORTBEHÄLTERS

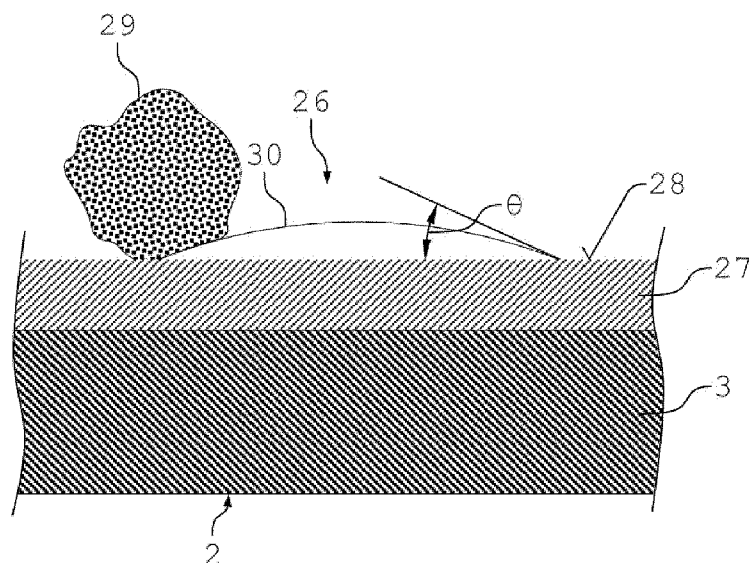


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a transport container (1) for helium, comprising an inner container (6) for receiving the helium (He), an outer container (2) in which the inner container (6) is received, and an insulating device (13) provided between the inner container (6) and the outer container (2), for thermally insulating the inner container (6), an outer side (26) of the outer container (2), facing away from the inner container (6), being at least partially coated with a superhydrophilic coating (27).

(57) Zusammenfassung: Ein Transportbehälter (1) für Helium, mit einem Innenbehälter (6) zum Aufnehmen des Heliums (He), einem Außenbehälter (2), in dem der Innenbehälter (6) aufgenommen ist, und einer zwischen dem Innenbehälter (6) und dem Außenbehälter (2) vorgesehenen Isoliereinrichtung (13) zum thermischen Isolieren des Innenbehälters (6), wobei eine dem Innenbehälter (6) abgewandte

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2018/036662 A1

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, 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)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

BeschreibungTransportbehälter sowie Verfahren zum Wiegen eines derartigen Transportbehälters

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Transportbehälter für Helium sowie ein Verfahren zum Wiegen eines derartigen Transportbehälters.

5

Helium wird zusammen mit Erdgas gefördert. Ein Transport großer Mengen Helium ist aus ökonomischen Gründen nur in flüssiger beziehungsweise überkritischer Form, das heißt, bei einer Temperatur von etwa 4,2 bis 6 K und unter einem Druck von 1 bis 6 bar sinnvoll. Zum Transport des flüssigen beziehungsweise überkritischen Heliums werden

10 Transportbehälter eingesetzt, die, um einen zu schnellen Druckanstieg des Heliums zu vermeiden, aufwändig thermisch isoliert werden. Derartige Transportbehälter können beispielsweise mit Hilfe von flüssigem Stickstoff gekühlt werden. Hierbei wird ein mit dem flüssigen Stickstoff gekühlter thermischer Schild vorgesehen. Der thermische Schild schirmt einen Innenbehälter des Transportbehälters ab. In dem Innenbehälter ist

15 das flüssige beziehungsweise tiefkalte Helium aufgenommen. Die Haltezeit für das flüssige beziehungsweise tiefkalte Helium beträgt bei derartigen Transportbehältern 35 bis 40 Tage, das heißt, nach dieser Zeit ist der Druck im Innenbehälter auf den Maximalwert von 6 bar gestiegen. Der Vorrat an flüssigem Stickstoff reicht für etwa 35 Tage aus. Wird der Maximaldruck des Transportbehälters überschritten, öffnet sich

20 automatisch ein Sicherheitsventil am Transportbehälter, das zu einem Druckablass und damit zu einem Verlust des Heliums führt. Weiterhin heizt sich der Transportbehälter bei Überschreitung der Haltezeit auf und erfordert eine spezielle und kostenintensive Herunterkühlung. Dieses Herunterkühlen kann mehrere Tage in Anspruch nehmen und reduziert hierdurch die Verfügbarkeit und die Effizienz derartiger Transportbehälter.

25

Weiterhin müssen die Transportbehälter jedes Mal bevor sie gewogen werden, das heißt, bevor sie mit Helium befüllt werden, nach dem Transport, nach einer Lagerung und beim Ankommen beim Kunden gewogen werden. Hierzu wird ein Stickstofftank des Transportbehälters mit flüssigem Stickstoff bis auf ein Maximallevel gefüllt. Das

30 Gewicht des eingefüllten Heliums wird basierend auf dem aktuellen Gesamtgewicht des Transportbehälters und des Heliums sowie eines Taragewichts des Transportbehälters ermittelt. Um das Gewicht des Heliums exakt zu ermitteln, ist es erforderlich, den Transportbehälter außenseitig zu reinigen. Normalerweise sind

derartige Transportbehälter außenseitig mit einer weißen Beschichtung versehen. Mit Hilfe der Beschichtung kann die durch das Sonnenlicht eingebrachte Wärmeenergie reduziert und hierdurch ein Aufwärmen des Transportbehälters verhindert werden. Die weiße Beschichtung reduziert die Absorption von Sonnenlicht, insbesondere von UV-Licht, durch Reflexion.

Die DE 20 2013 006 851 U1 beschreibt eine kryogene Anlage mit zumindest einer Anlagenkomponente mit einer Komponentenoberfläche, auf der eine Beschichtung aufgetragen ist, wobei die Beschichtung eines der folgenden Merkmale a) bis g) oder eine Kombination zumindest zweier der folgenden Merkmale a) bis g), die jeweils technisch miteinander kompatibel sind, aufweist: a) einen solaren Gesamtreflexionsgrad und einen thermischen Emissionsgrad von jeweils mehr als 70%, b) wenigstens ein farbiges Pigment mit einer Transmissivität im nahen infraroten Wellenlängenbereich von mehr als 70%, c) wenigstens ein farbiges Pigment mit einer Reflektivität im nahen infraroten Wellenlängenbereich von mehr als 30%, d) wenigstens ein Spezialeffektpigment, e) wenigstens ein photokatalytisch wirksames Pigment, f) eine hochglänzende Abschlussschicht, g) eine superhydrophobe Abschlussschicht.

Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, einen verbesserten Transportbehälter zur Verfügung zu stellen.

Demgemäß wird ein Transportbehälter für Helium vorgeschlagen. Der Transportbehälter umfasst einen Innenbehälter zum Aufnehmen des Heliums, einen Außenbehälter, in dem der Innenbehälter aufgenommen ist, und eine zwischen dem Innenbehälter und dem Außenbehälter vorgesehene Isoliereinrichtung zum thermischen Isolieren des Innenbehälters, wobei eine dem Innenbehälter abgewandte Außenseite des Außenbehälters zumindest teilweise mit einer superhydrophilen Beschichtung beschichtet ist.

Mit Hilfe der Beschichtung kann erreicht werden, dass bei einer Beaufschlagung des Transportbehälters mit Wasser oder mit einer wässrigen Lösung zum Reinigen desselben die Außenseite vollständig mit Wasser benetzt wird, wodurch auf der Außenseite anhaftende Schmutzpartikel unterwandert und damit abgelöst werden.

Hierdurch kann verhindert werden, dass Schmutzpartikel oder Staub sich auf der

Außenseite des Außenbehälters festsetzen, wodurch eine Verschlechterung der Reflexionseigenschaften auf der Außenseite verhindert wird. Hierdurch wird verhindert, dass zu viel Wärmeenergie durch das Sonnenlicht in den Transportbehälter eingetragen wird. Der Bedarf an flüssigem Stickstoff zum Kühlen des

- 5 Transportbehälters wird hierdurch reduziert. Die Haltezeit für das Helium wird vergrößert und der Verlust an Helium wird reduziert. Auf ein aufwändiges Herunterkühlen des Transportbehälters kann verzichtet werden. Dadurch, dass mit Hilfe der superhydrophilen Beschichtung ein Selbstreinigungseffekt erreicht werden kann, kann auf ein Reinigen des Transportbehälters vor dem Wiegen desselben
10 verzichtet werden oder der Reinigungsaufwand kann zumindest reduziert werden. Insgesamt kann damit die Verfügbarkeit des Transportbehälters gesteigert werden.

Der Innenbehälter kann auch als Heliumbehälter oder Innentank bezeichnet werden.

Der Transportbehälter kann auch als Helium-Container, Container, Helium-

- 15 Transportbehälter oder kryogener Behälter bezeichnet werden. Das Helium kann als flüssiges oder tiefkaltes Helium bezeichnet werden. Das Helium ist insbesondere eine kryogene Flüssigkeit. Der Transportbehälter ist insbesondere dazu eingerichtet, das Helium in tiefkalter oder flüssiger beziehungsweise in überkritischer Form zu transportieren. In der Thermodynamik ist der kritische Punkt ein thermodynamischer
20 Zustand eines Stoffes, der sich durch Angleichen der Dichten von flüssiger und Gasphase kennzeichnet. Die Unterschiede zwischen beiden Aggregatzuständen hören an diesem Punkt auf zu existieren. In einem Phasendiagramm stellt der Punkt das obere Ende der Dampfdruckkurve dar. Das Helium wird in flüssiger beziehungsweise tiefkalter Form in den Innenbehälter eingefüllt. In dem Innenbehälter
25 bilden sich dann eine Flüssigkeitszone mit flüssigem Helium und eine Gaszone mit gasförmigem Helium. Das Helium weist also nach dem Einfüllen in den Innenbehälter zwei Phasen mit unterschiedlichen Aggregatzuständen, nämlich flüssig und gasförmig, auf. Das heißt, in dem Innenbehälter befindet sich eine Phasengrenze zwischen dem flüssigen Helium und dem gasförmigen Helium. Nach einer gewissen
30 Zeit, das heißt, wenn der Druck in dem Innenbehälter steigt, wird das sich in dem Innenbehälter befindende Helium einphasig. Die Phasengrenze existiert dann nicht mehr und das Helium ist überkritisch.

Hydrophilie bedeutet "wasserliebend" und besagt, dass die Beschichtung stark mit

- 35 Wasser wechselwirkt. Das Gegenteil von Hydrophilie lautet Hydrophobie. Bei stark

wasserliebenden Oberflächen spricht man auch von Superhydrophilie. Vorzugsweise weist die Beschichtung Titandioxid auf. Die superhydrophilen Eigenschaften der Oberflächen kommen durch Sauerstoff-Leerstellen an der Titandioxid-Oberfläche der Beschichtung zustande. An diesen Stellen werden OH-Gruppen gebunden, die zur
5 guten Benetzung mit Wasser führen. Hierdurch bildet sich auf der Oberfläche der Beschichtung bevorzugt ein geschlossener Wasserfilm. Bevorzugt ist die Außenseite vollständig mit der Beschichtung beschichtet.

Gemäß einer Ausführungsform ist der Kontaktwinkel, den ein auf der Beschichtung
10 platzierter Wassertropfen zu einer Oberfläche der Beschichtung bildet, kleiner als 25° , bevorzugt kleiner als 10° , weiter bevorzugt kleiner als 5° , weiter bevorzugt kleiner als 1° .

Der Kontaktwinkel kann auch als Rand- oder Benetzungswinkel bezeichnet werden.

15 Der Kontaktwinkel ist der Winkel, den der Flüssigkeitstropfen auf der Oberfläche der Beschichtung zu dieser Oberfläche hin bildet. Die Größe des Kontaktwinkels zwischen einer Flüssigkeit, insbesondere Wasser, und der Beschichtung hängt von der Wechselwirkung zwischen den Stoffen an der Berührungsfläche ab. Je geringer diese Wechselwirkung ist, desto größer wird der Kontaktwinkel. Je größer die
20 Wechselwirkung ist, desto kleiner wird der Kontaktwinkel.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Beschichtung eine photokatalytisch wirksame Substanz auf, die dazu eingerichtet ist, auf der Beschichtung anhaftende organische Substanzen abzubauen.

25 Die photokatalytische Substanz ist insbesondere dazu eingerichtet, in Verbindung mit Wasser und UV-Strahlung Redox-Reaktionen der organischen Substanzen anzuregen. Hierdurch werden die organischen Substanzen abgebaut. Titandioxid ist ein Halbleiter. Licht erzeugt darin Elektron-Elektronenloch-Paare, wenn die Energie der Photonen
30 größer als die Bandlücke ist. Die Elektronen oder Löcher können im Titandioxid an die Oberfläche diffundieren und erzeugen dort Radikale, die zur Zersetzung organischer Substanzen führen. Insbesondere die Löcher haben eine hohe oxidative Wirkung. Mit Wasser werden Hydroxylradikale (OH-Radikale) gebildet.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die photokatalytisch wirksame Substanz Titandioxid, insbesondere Titandioxid in der Kristallstruktur Anatas.

Insbesondere Anatas kann unter UV-Strahlung (ca. 380 nm) Elektron-Elektronenloch-Paare bilden. Im Inneren der Titandioxid-Partikel rekombinieren diese Elektron-Elektronenloch-Paare überwiegend unter Wärmeentwicklung. An der Oberfläche der Titandioxid-Partikel laufen jedoch zusätzliche Reaktionen unter Bildung von Radikalen ab. Das Elektronenloch reagiert mit Wasser zu reaktiven Hydroxylradikalen. Das angeregte Elektron reagiert mit Luft-Sauerstoff zu Sauerstoff-Superoxidradikalen.

Diese Radikale oxidieren organische Verbindungen und greifen Bioorganismen an. Organische Moleküle können aber auch direkt an das Titandioxid adsorbieren und durch Redox-Prozesse zersetzt werden. Organische Verschmutzungen werden dabei im Idealfall zu Kohlendioxid und Wasser gespalten.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die Beschichtung dazu eingerichtet, bei einer Beaufschlagung der Beschichtung mit Wasser oder einer wässrigen Lösung einen geschlossenen Wasserfilm zu bilden.

Die Beschichtung weist stark wasserspreitende Eigenschaften auf. Die Schmutzpartikel werden hierdurch unterwandert und abgelöst.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist die Isoliereinrichtung einen stickstoffgeköhlten Schild, der zwischen dem Innenbehälter und dem Außenbehälter angeordnet ist, und einen Stickstoffbehälter zur Aufnahme von flüssigem Stickstoff auf.

Der Schild kann als thermischer Schild bezeichnet werden. Der Schild ist insbesondere aktiv gekühlt. Unter „aktiv gekühlt“ ist vorliegend zu verstehen, dass der Schild mit flüssigem Stickstoff beaufschlagt wird, um diesen zu kühlen.

Weiterhin wird ein Verfahren zum Wiegen eines derartigen Transportbehälters für Helium vorgeschlagen. Der Transportbehälter weist dabei einen Innenbehälter zum Aufnehmen des Heliums, einen Außenbehälter, in dem der Innenbehälter aufgenommen ist, und eine zwischen dem Innenbehälter und dem Außenbehälter vorgesehene Isoliereinrichtung zum thermischen Isolieren des Innenbehälters auf, wobei eine dem Innenbehälter abgewandte Außenseite des Außenbehälters zumindest

teilweise mit einer superhydrophilen Beschichtung beschichtet ist. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte: Reinigen der Außenseite des Außenbehälters mit Hilfe von Wasser oder einer wässrigen Lösung, wobei mit Hilfe der Beschichtung die Außenseite derart benetzt wird, dass auf der Außenseite anhaftende Schmutzpartikel von dem Wasser oder der wässrigen Lösung unterwandert werden, Befüllen eines Stickstoffbehälters des Transportbehälters mit flüssigem Stickstoff, Wiegen des Transportbehälters und Ermitteln einer in dem Transportbehälter enthaltenen Menge an Helium.

- 10 Insbesondere wird der Stickstoffbehälter bis zu einem maximal möglichen Füllstand befüllt. Bevorzugt werden mit Hilfe der Beschichtung auf dieser anhaftende organische Substanzen abgebaut. Hierzu weist die Beschichtung vorzugsweise Titandioxid, insbesondere Titandioxid in der Kristallstruktur Anatas, auf. Insbesondere wird mit Hilfe der Beschichtung auf der Außenseite ein durchgängiger Wasserfilm erzeugt, wodurch die Schmutzpartikel von der Außenseite abgelöst werden.

Vorzugsweise wird ein Taragewicht des Transportbehälters ermittelt. Das Taragewicht wird bei maximalem Füllstand an flüssigem Stickstoff ermittelt. Unter Taragewicht ist die Differenz zwischen dem Bruttogewicht des Transportbehälters inklusive flüssigem Stickstoff bei maximalem Füllstand und dem Reingewicht des Wägegutes, insbesondere des Heliums, zu verstehen. Das Gesamtgewicht des vollständig befüllten Transportbehälters minus das Taragewicht ergibt dann das Gewicht des beinhaltenden Heliums.

- 20 Wird der Transportbehälter beim Kunden angeliefert, können insbesondere die folgenden Prozessschritte durchgeführt werden: Ankunft des Transportbehälters, Reinigung des Transportbehälters, Auffüllen des Stickstoffbehälters mit flüssigem Stickstoff, Wiegen des Transportbehälter inklusive des flüssigen Stickstoffs, Bestimmung der Helium-Liefermenge und Verwendung des Heliums beim Kunden.

- 30 Beim Abtransport vom Kunden können insbesondere die folgenden Prozessschritte durchgeführt werden: Reinigung des Transportbehälters, Auffüllen des Stickstoffbehälters mit flüssigem Stickstoff, Wiegen des Transportbehälters inklusive des Stickstoffs, Bestimmung der Helium-Restmenge und Transport zum Lieferanten.

Bei der Ankunft am Befüllort können insbesondere die folgenden Prozessschritte durchgeführt werden: Ankunft des Transportbehälters, Reinigung des Transportbehälters, Auffüllen des Stickstoffbehälters mit flüssigem Stickstoff, Wiegen des Transportbehälters inklusive des Stickstoffs, Bestimmung der Helium-Restmenge, gegebenenfalls Zwischenlagerung, gegebenenfalls Reinigung des Transportbehälters, Befüllung mit Helium, Auffüllen des Stickstoffbehälters mit flüssigem Stickstoff, Wiegen des Transportbehälters, Bestimmung der Helium-Abfüllmenge/Füllstand und Transport zum Distributionshub oder Kunden.

- 10 Am Distributionhub können insbesondere die folgenden Prozessschritte durchgeführt werden: Ankunft des Transportbehälters, Reinigung des Transportbehälters, Auffüllen des Stickstoffbehälters mit flüssigem Stickstoff, Wiegen des Transportbehälters, Bestimmung des Helium-Füllstands, gegebenenfalls Auffüllen mit Helium, gegebenenfalls Auffüllen mit flüssigem Stickstoff, Wiegen des Transportbehälters, Bestimmung der Helium-Abfüllmenge/Füllstand und Weitertransport.

Gemäß einer Ausführungsform wird nach dem Ermitteln der in dem Transportbehälter enthaltenen Menge an Helium, der Transportbehälter mit Helium befüllt.

- 20 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird nach dem Befüllen des Transportbehälters mit Helium der Transportbehälter erneut gewogen.

- 25 Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird nach dem erneuten Wiegen des Transportbehälters eine in dem Transportbehälter enthaltene Menge an Helium erneut ermittelt.

- Weitere mögliche Implementierungen des Transportbehälters 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 einzelne Aspekte als Verbesserung oder Ergänzung zu der jeweiligen Grundform des Transportbehälters und/oder des Verfahrens hinzufügen.

- 35 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des Transportbehälters und/oder des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der im Folgenden beschriebenen

Ausführungsbeispiele des Transportbehälters und/oder des Verfahrens. Im Weiteren werden der Transportbehälter und/oder das Verfahren anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren näher erläutert.

5 Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittansicht einer Ausführungsform eines Transportbehälters;

Fig. 2 zeigt die Detailansicht II gemäß Fig. 1; und

10 Fig. 3 zeigt ein schematisches Blockdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Wiegen des Transportbehälters gemäß Fig. 1.

Die Fig. 1 zeigt eine stark vereinfachte schematische Schnittansicht einer Ausführungsform eines Transportbehälters 1 für flüssiges Helium He. Der

15 Transportbehälter 1 kann auch als Helium-Transportbehälter bezeichnet werden. Der Transportbehälter 1 kann auch für andere kryogene Flüssigkeiten eingesetzt werden. Beispiel für kryogene Flüssigkeiten, oder kurz Kryogene, sind das zuvor erwähnte flüssige Helium He (Siedepunkt 1 bara: 4,222 K = -268,928 °C), flüssiger Wasserstoff H₂ (Siedepunkt 1 bara: 2,268 K = -252,882 °C), flüssiger Stickstoff N₂ (Siedepunkt 1
20 bara: 7,35 K = -195,80 °C) oder flüssiger Sauerstoff O₂ (Siedepunkt 1 bara: 9,18 K = -182,97 °C).

Der Transportbehälter 1 umfasst einen Außenbehälter 2. Der Außenbehälter 2 ist beispielsweise aus Edelstahl gefertigt. Der Außenbehälter 2 kann eine Länge l₂ von
25 beispielsweise 10 m aufweisen. Der Außenbehälter 2 umfasst einen rohr- oder zylinderförmigen Basisabschnitt 3, der stirnseitig beidseits jeweils mit Hilfe eines Deckelabschnitts 4, 5, insbesondere mit Hilfe eines ersten Deckelabschnitts 4 und eines zweiten Deckelabschnitts 5, verschlossen ist. Der Basisabschnitt 3 kann im Querschnitt eine kreisrunde oder annähernd kreisrunde Geometrie aufweisen. Die
30 Deckelabschnitte 4, 5 sind gewölbt. Die Deckelabschnitte 4, 5 sind gegensinnig gewölbt, so dass beide Deckelabschnitte 4, 5 bezüglich des Basisabschnitts 3 nach außen gewölbt sind. Der Außenbehälter 2 ist fluiddicht, insbesondere gasdicht. Der Außenbehälter 2 weist eine Symmetrie- oder Mittelachse M2 auf, zu der der Außenbehälter 2 rotationssymmetrisch aufgebaut ist.

Der Transportbehälter 1 umfasst weiterhin einen Innenbehälter 6 zum Aufnehmen des flüssigen Heliums He. Der Innenbehälter 6 ist beispielsweise ebenfalls aus Edelstahl gefertigt. In dem Innenbehälter 6 können, solange sich das Helium He im Zweiphasengebiet befindet, eine Gaszone 7 mit verdampftem Helium He und eine Flüssigkeitszone 8 mit flüssigem Helium He vorgesehen sein. Bezüglich einer Schwerkraftrichtung g ist die Gaszone 7 oberhalb der Flüssigkeitszone 8 angeordnet. Der Innenbehälter 6 ist fluiddicht, insbesondere gasdicht, und kann ein Abblasventil zum gesteuerten Druckabbau umfassen. Der Innenbehälter 6 umfasst wie der Außenbehälter 2 einen rohr- oder zylinderförmigen Basisabschnitt 9, der beidseitig stirnseitig von Deckelabschnitten 10, 11, insbesondere von einem ersten Deckelabschnitt 10 und einem zweiten Deckelabschnitt 11, verschlossen ist. Der Basisabschnitt 9 kann im Querschnitt eine kreisrunde oder annähernd kreisrunde Geometrie aufweisen.

Der Innenbehälter 6 ist, wie der Außenbehälter 2, rotationssymmetrisch zu der Mittelachse M2 ausgebildet. Ein zwischen dem Innenbehälter 6 und dem Außenbehälter 2 vorgesehener Zwischenraum 12 ist evakuiert. Der Transportbehälter 1 umfasst weiterhin eine Isoliereinrichtung 13, die zumindest abschnittsweise zwischen dem Innenbehälter 6 und dem Außenbehälter 2 angeordnet ist. Die Isoliereinrichtung 13 ist dazu eingerichtet, den Innenbehälter 6 thermisch zu isolieren und/oder zu kühlen. Die Isoliereinrichtung 13 umfasst einen Stickstoffbehälter 14. In dem Stickstoffbehälter 14 ist flüssiger Stickstoff N₂ aufgenommen. Der Stickstoffbehälter 14 umfasst einen rohr- oder zylinderförmigen Basisabschnitt 15, der rotationssymmetrisch zu der Mittelachse M2 aufgebaut sein kann. Der Basisabschnitt 15 kann im Querschnitt eine kreisrunde oder annähernd kreisrunde Geometrie aufweisen. Der Basisabschnitt 15 ist stirnseitig jeweils durch einen Deckelabschnitt 16, 17 verschlossen. Die Deckelabschnitte 16, 17 können gewölbt sein. Insbesondere sind die Deckelabschnitte 16, 17 in die gleiche Richtung gewölbt. Der Stickstoffbehälter 14 kann auch einen abweichenden Aufbau haben.

In dem Stickstoffbehälter 14 kann eine Gaszone 18 mit verdampftem Stickstoff N₂ und eine Flüssigkeitszone 19 mit flüssigem Stickstoff N₂ vorgesehen sein. In einer Axialrichtung A des Innenbehälters 6 ist der Stickstoffbehälter 14 neben dem Innenbehälter 6 angeordnet. Zwischen dem Innenbehälter 6, insbesondere dem Deckelabschnitt 11 des Innenbehälters 6, und dem Stickstoffbehälter 14, insbesondere

dem Deckelabschnitt 16 des Stickstoffbehälters 14, ist ein Zwischenraum 20 vorgesehen, der Teil des Zwischenraums 12 sein kann. Das heißt, der Zwischenraum 20 ist ebenfalls evakuiert.

- 5 Der Transportbehälter 1 umfasst weiterhin einen der Isoliereinrichtung 13 zugeordneten thermischen Schild 21. Der thermische Schild 21 ist in dem zwischen dem Innenbehälter 6 und dem Außenbehälter 2 vorgesehenen evakuierten Zwischenraum 12 angeordnet. Der thermische Schild 21 ist mit Hilfe des flüssigen Stickstoffs N_2 aktiv kühlbar oder aktiv gekühlt. Unter einer aktiven Kühlung ist
- 10 vorliegend zu verstehen, dass der flüssige Stickstoff N_2 zur Kühlung des thermischen Schilds 21 durch diesen hindurchgeleitet oder an diesem entlanggeleitet wird. Der thermische Schild 21 wird hierbei auf eine Temperatur abgekühlt, die etwa dem Siedepunkt des Stickstoffs N_2 entspricht.
- 15 Der thermische Schild 21 umfasst einen zylinder- oder rohrförmigen Basisabschnitt 22, der beidseitig von einem diesen stirnseitig abschließenden Deckelabschnitt 23, 24 abgeschlossen ist. Der Basisabschnitt 22 kann im Querschnitt eine kreisrunde oder annähernd kreisrunde Geometrie aufweisen. Der thermische Schild 21 ist vorzugsweise ebenfalls rotationssymmetrisch zu der Mittelachse M2 aufgebaut.
- 20 Ein erster Deckelabschnitt 23 des thermischen Schilds 21 ist zwischen dem Innenbehälter 6, insbesondere dem Deckelabschnitt 11 des Innenbehälters 6, und dem Stickstoffbehälter 14, insbesondere dem Deckelabschnitt 16 des Stickstoffbehälters 14, angeordnet. Ein zweiter Deckelabschnitt 24 des thermischen Schilds ist dem
- 25 Stickstoffbehälter 14 abgewandt. Der thermische Schild 21 ist fluiddurchlässig. Das heißt, ein Zwischenraum 25 zwischen dem Innenbehälter 6 und dem thermischen Schild 21 ist in Fluidverbindung mit dem Zwischenraum 12. Hierdurch können die Zwischenräume 12, 25 gleichzeitig evakuiert werden. In dem thermischen Schild 21 können Bohrungen, Durchbrüche oder dergleichen vorgesehen sein, um ein
- 30 Evakuieren der Zwischenräume 12, 25 zu ermöglichen. Der thermische Schild 21 ist vorzugsweise aus einem hochreinen Aluminiumwerkstoff gefertigt.

Der erste Deckelabschnitt 23 des thermischen Schilds 21 schirmt den Stickstoffbehälter 14 gegenüber dem Innenbehälter 6 ab. Das heißt, mit Blickrichtung

35 von dem Innenbehälter 6 auf den Stickstoffbehälter 14 ist der Stickstoffbehälter 14

vollständig von dem ersten Deckelabschnitt 23 des thermischen Schilds 21 abgedeckt. Insbesondere umschließt der thermische Schild 21 den Innenbehälter 6 vollständig. Das heißt, der Innenbehälter 6 ist vollständig innerhalb des thermischen Schilds 21 angeordnet, wobei der thermische Schild 21, wie zuvor schon erwähnt, nicht fluiddicht ist.

Der thermische Schild 21 umfasst zum aktiven Kühlen desselben zumindest eine, bevorzugt jedoch mehrere Kühlleitungen. Die Kühlleitung oder die Kühlleitungen sind in Fluidverbindung mit dem Stickstoffbehälter 14, so dass der flüssige Stickstoff N_2 von dem Stickstoffbehälter 14 in die Kühlleitung oder in die Kühlleitungen strömen kann. Die Isoliereinrichtung 13 kann weiterhin einen in der Fig. 1 nicht gezeigten Phasenseparator umfassen, der dazu eingerichtet ist, gasförmigen Stickstoff N_2 von flüssigem Stickstoff N_2 zu trennen. Über den Phasenseparator kann der gasförmige Stickstoff N_2 aus der Isoliereinrichtung 13 abgeblasen werden.

Die Isoliereinrichtung 13 kann ferner, in der Fig. 1 nicht gezeigte, passive Isolierelemente umfassen. Beispielsweise kann zwischen dem thermischen Schild 21 und dem Außenbehälter 2 eine mehrlagige Isolationsschicht, insbesondere eine sogenannte MLI (multilayer insulation), angeordnet sein, die den Zwischenraum 12 völlig ausfüllt und somit den thermischen Schild 21 außenseitig und den Außenbehälter 2 innenseitig kontaktiert. Lagen aus Aluminiumfolie und Glaspapier, Glasseide oder Glasgittergewebe der Isolationsschicht können hierbei flauschig in den Zwischenraum 12 eingebracht sein. Flauschig heißt hierbei, dass die Lagen aus Aluminiumfolie und Glaspapier, Glasseide oder Glasgittergewebe nicht gepresst sind, so dass durch die Prägung und Perforierung der Aluminiumfolie die Isolationsschicht und damit der Zwischenraum 12 störungsfrei evakuiert werden kann.

Wie die Fig. 2 zeigt, ist an einer dem Innenbehälter 6 abgewandten Außenseite 26 des Außenbehälters 2 eine superhydrophile Beschichtung 27 vorgesehen. Hydrophilie bedeutet "wasserliebend", was besagt, dass ein Stoff stark mit Wasser wechselwirkt. Das Gegenteil von Hydrophilie lautet Hydrophobie. Bei stark wasseranziehenden Oberflächen wird auch von Superhydrophilie gesprochen. Anders als bei superhydrophoben Oberflächen, bei denen Schmutz von abrollenden Wassertropfen abtransportiert wird, setzt die superhydrophile Beschichtung 27 auf die Bildung eines

geschlossenen Wasserfilms, der sich auf einer Oberfläche 28 der Beschichtung 27 ausbildet, Schmutzpartikel 29 unterwandert, anlöst und abspült.

Ein auf der Oberfläche 28 der Beschichtung 27 platzierter Wassertropfen 30 bildet zu
5 der Oberfläche 28 einen Rand-, Benetzungs- oder Kontaktwinkel θ , der kleiner als 25° , bevorzugt kleiner als 10° , weiter bevorzugt kleiner als 5° , weiter bevorzugt kleiner als 1° ist. Durch die gute Benetzbarkeit der Beschichtung 27 bildet sich auf dieser bei einer Beaufschlagung der Beschichtung 27 mit Wasser oder mit einer wässrigen Lösung ein geschlossener Wasserfilm, der die auf der Oberfläche 28 anhaftenden Schmutzpartikel
10 29 unterwandert und hierdurch ablöst.

Zusätzlich kann die Beschichtung 27 eine photokatalytisch wirksame Substanz aufweisen, die dazu eingerichtet ist, auf der Beschichtung 27 anhaftende organische Substanzen abzubauen. Photokatalytische Selbstreinigung bezeichnet eine
15 Eigenschaft von Oberflächen, die mit Photokatalysatoren, zum Beispiel Nanopartikeln aus Titandioxid (TiO_2), beschichtet sind. Durch Bestrahlung mit (Sonnen)-Licht werden organische Materialien auf der Oberfläche 28 zersetzt. Die Oberfläche 28 bleibt hierdurch sauber und wirkt antimikrobiell. TiO_2 erzeugt einen photokatalytischen Effekt, wobei an der Oberfläche 28 in Verbindung mit Wasser und UV-Strahlung (Sonnenlicht)
20 Redox-Reaktionen ablaufen. Dabei werden organische Substanzen abgebaut.

Weiterhin werden TiO_2 -Oberflächen in Gegenwart von Luft-Feuchtigkeit und (Luft)-Sauerstoff unter UV-Bestrahlung superhydrophil. Die superhydrophilen Eigenschaften der Oberfläche 28 kommen durch Sauerstoff-Leerstellen an der TiO_2 -Oberfläche
25 zustande. An diesen Stellen werden OH-Gruppen gebunden, die zur guten Benetzung mit Wasser führen. Beide Effekte laufen parallel ab, haben aber unterschiedliche Auswirkungen. Je nach Zusammensetzung und Vorbehandlung des TiO_2 kann die photokatalytische Eigenschaft oder die Superhydrophilie überwiegen. Werden TiO_2 -Partikel in eine inerte Oberflächenbeschichtung eingelagert oder aber kristalline TiO_2 -
30 Schichten in situ auf einer Oberfläche hergestellt, so können Oberflächen mit einem Selbstreinigungseffekt erhalten werden.

Das TiO_2 kann in der Kristallmodifikation Anatas vorliegen. Anatas kann unter UV-Licht (ca. 380 nm) Elektron-Elektronloch-Paare bilden. Im Inneren von TiO_2 -Partikeln
35 rekombinieren diese Elektronen-Elektronloch-Paare überwiegend unter

Wärmeentwicklung. An der Oberfläche der TiO₂-Partikel laufen jedoch zusätzliche Reaktionen unter Bildung von Radikalen ab. Das Elektronenloch reagiert mit Wasser zu reaktiven Hydroxylradikalen. Das angeregte Elektron reagiert mit Luft-Sauerstoff zu Sauerstoffsuperoxidradikalen. Diese Radikale oxidieren organische Verbindungen und greifen Bioorganismen an. Organische Moleküle können aber auch direkt an das TiO₂ adsorbieren und durch Redox-Prozesse zersetzt werden. Organische Verschmutzungen werden dabei im Idealfall zu Kohlendioxid und Wasser gespalten.

Im Gegensatz hierzu sind im Falle einer Superhydrophob-Beschichtung (Lotus-Effekt) die Adhäsionskräfte zwischen den Schmutzpartikeln 29 und einer Oberfläche der Beschichtung extrem gering. Hierdurch werden die Schmutzpartikel 29 einfach im abperlenden Wasser eingeschlossen. Die für die Superhydrophobie notwendige Mikrostruktur ist aber sehr empfindlich gegen mechanische Verletzung. Auch Fingerfett oder harzige Verschmutzungen können sich in der Struktur festsetzen. Dadurch wird der Reinigungseffekt gestört oder sogar komplett geschädigt. Demgegenüber ist die superhydrophile Oberfläche 28 der Beschichtung 27 weitaus robuster. Zur Aktivierung der Beschichtung 27 reichen bereits indirektes Sonnenlicht sowie Feuchtigkeit durch Regen oder Tau aus.

Wird der Transportbehälter 1 beim Kunden angeliefert, können die folgenden Prozessschritte durchgeführt werden: Ankunft des Transportbehälters 1, Reinigung des Transportbehälters 1, Auffüllen des Stickstoffbehälters 14 mit flüssigem Stickstoff N₂, Wiegen des Transportbehälter 1 inklusive des flüssigen Stickstoffs N₂, Bestimmung der Helium-Liefermenge und Verwendung des Heliums He beim Kunden.

Beim Abtransport vom Kunden können die folgenden Prozessschritte durchgeführt werden: Reinigung des Transportbehälters 1, Auffüllen des Stickstoffbehälters 14 mit flüssigem Stickstoff N₂, Wiegen des Transportbehälters 1 inklusive des Stickstoffs N₂, Bestimmung der Helium-Restmenge und Transport zum Lieferanten.

Bei der Ankunft am Befüllort können die folgenden Prozessschritte durchgeführt werden: Ankunft des Transportbehälters 1, Reinigung des Transportbehälters 1, Auffüllen des Stickstoffbehälters 14 mit flüssigem Stickstoff N₂, Wiegen des Transportbehälters 1 inklusive des Stickstoffs N₂, Bestimmung der Helium-Restmenge, gegebenenfalls Zwischenlagerung, gegebenenfalls Reinigung des Transportbehälters

1, Befüllung mit Helium He, Auffüllen des Stickstoffbehälters 14 mit flüssigem Stickstoff N_2 , Wiegen des Transportbehälters 1, Bestimmung der Helium-Abfüllmenge/Füllstand und Transport zum Distributionshub oder Kunden.

- 5 Am Distributionhub können die folgenden Prozessschritte durchgeführt werden:
Ankunft des Transportbehälters 1, Reinigung des Transportbehälters 1, Auffüllen des Stickstoffbehälters 14 mit flüssigem Stickstoff N_2 , Wiegen des Transportbehälters 1, Bestimmung des Helium-Füllstands, gegebenenfalls Auffüllen mit Helium He, gegebenenfalls Auffüllen mit flüssigem Stickstoff N_2 , Wiegen des Transportbehälters 1,
10 Bestimmung der Helium-Abfüllmenge/Füllstand und Weitertransport.

Die Fig. 3 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines Prozesses oder Verfahrens zum Wiegen eines derartigen Transportbehälters 1. In einem Schritt S1 wird die Außenseite 26 des Außenbehälters 2 mit Hilfe von Wasser oder einer wässrigen
15 Lösung gereinigt. Hierbei wird mit Hilfe der Beschichtung 27 die Außenseite 26 derart benetzt, dass die auf der Außenseite 26 anhaftenden Schmutzpartikel 29 von dem Wasser oder der wässrigen Lösung unterwandert werden.

In einem Schritt S2 wird in den Stickstoffbehälter 14 flüssiger Stickstoff N_2 bis zu einem
20 maximalen Füllstand eingefüllt. Anschließend wird der Transportbehälter 1 in einem Schritt S3 gewogen. In einem Schritt S4 wird das Gewicht des Heliums He (Eingangsmenge) ermittelt. Optional wird beispielsweise nach einer Lagerung oder einem Transport des Transportbehälters 1 der Schritt S1 wiederholt. Nach der Bestimmung der Menge des enthaltenen Heliums He wird der Transportbehälter 1 in
25 einem Schritt S5 mit Helium He befüllt.

In einem optionalen Schritt S6 wird in den Stickstoffbehälter 14 erneut flüssiger Stickstoff N_2 bis zu einem maximal möglichen Füllstand befüllt. Dieser Schritt S6 ist je nach der Befülldauer mit Helium He erforderlich oder nicht.

30 Nach dem Befüllen des Transportbehälters 1 mit Helium He in dem Schritt S5 sowie mit flüssigem Stickstoff N_2 in dem Schritt S6 wird der Transportbehälter 1 in einem Schritt S7 erneut gewogen. In einem Schritt S8 wird das Gewicht des eingefüllten Heliums He (Ausgangsmenge) ermittelt.

35

Vor jedem Wägevorgang, das heißt, vor den Schritten S3 und S7, kann der Stickstoffbehälter 14 der Isoliereinrichtung 13 erneut vollständig mit flüssigem Stickstoff N₂ befüllt werden. Vor dem Ermitteln des Gewichts des eingefüllten Heliums He kann ein sogenanntes Taragewicht des Transportbehälters 1 ermittelt werden. Das

5 Taragewicht ist die Differenz zwischen dem Gesamtgewicht des Transportbehälters 1 inklusive dem Gewicht des flüssigen Stickstoffs N₂ bei maximalem Füllstand und dem Nettogewicht des Heliums He.

Durch die Beschichtung 27 kann die Außenseite 26 des Außenbehälters 2 einfacher

10 von Schmutzpartikeln 29 gereinigt werden. Der Reinigungsprozess kann dadurch verbessert werden, dass die Beschichtung 27 eine photokatalytisch wirksame Substanz, insbesondere TiO₂, aufweist. Die Schmutzpartikel 29 können beispielsweise schon während des Transports des Transportbehälters 1 durch Regen abgewaschen werden. Hierdurch bleibt die Außenfläche 26 weiß, wodurch Sonnenlicht gut reflektiert

15 wird und der Eintrag von Wärme in den Transportbehälter 1 reduziert wird. Die Haltezeit für das Helium He kann hierdurch signifikant erhöht werden. Der Verbrauch an flüssigem Stickstoff N₂ zur Kühlung des Transportbehälters 1 kann reduziert werden, wodurch die Betriebskosten sinken. Hierdurch kann auch der Verlust an Helium He reduziert werden. Der Transportbehälter 1 ist leichter zu reinigen oder

20 erfordert überhaupt keine Reinigung mehr. Hierdurch wird das Wiegen des Transportbehälters 1 vereinfacht.

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

Verwendete Bezugszeichen

	1	Transportbehälter
	2	Außenbehälter
5	3	Basisabschnitt
	4	Deckelabschnitt
	5	Deckelabschnitt
	6	Innenbehälter
	7	Gaszone
10	8	Flüssigkeitszone
	9	Basisabschnitt
	10	Deckelabschnitt
	11	Deckelabschnitt
	12	Zwischenraum
15	13	Isoliereinrichtung
	14	Stickstoffbehälter
	15	Basisabschnitt
	16	Deckelabschnitt
	17	Deckelabschnitt
20	18	Gaszone
	19	Flüssigkeitszone
	20	Zwischenraum
	21	Schild
	22	Basisabschnitt
25	23	Deckelabschnitt
	24	Deckelabschnitt
	25	Zwischenraum
	26	Außenseite
	27	Beschichtung
30	28	Oberfläche
	29	Schmutzpartikel
	30	Wassertropfen
	A	Axialrichtung
35	g	Schwerkraftrichtung

	He	Helium
	l_2	Länge
	M2	Mittelachse
	N_2	Stickstoff
5	S1	Schritt
	S2	Schritt
	S3	Schritt
	S4	Schritt
	S5	Schritt
10	S6	Schritt
	S7	Schritt
	S8	Schritt
	θ	Kontaktwinkel

Patentansprüche

1. Transportbehälter (1) für Helium (He), mit einem Innenbehälter (6) zum
Aufnehmen des Heliums (He), einem Außenbehälter (2), in dem der Innenbehälter
(6) aufgenommen ist, und einer zwischen dem Innenbehälter (6) und dem
5 Außenbehälter (2) vorgesehenen Isoliereinrichtung (13) zum thermischen Isolieren
des Innenbehälters (6), wobei eine dem Innenbehälter (6) abgewandte Außenseite
(26) des Außenbehälters (2) zumindest teilweise mit einer superhydrophilen
Beschichtung (27) beschichtet ist.
- 10 2. Transportbehälter nach Anspruch 1, wobei der Kontaktwinkel (θ) den ein auf der
Beschichtung (27) platzierter Wassertropfen (30) zu einer Oberfläche (28) der
Beschichtung (27) bildet kleiner als 25° , bevorzugt kleiner als 10° , weiter bevorzugt
kleiner als 5° , weiter bevorzugt kleiner als 1° , ist.
- 15 3. Transportbehälter nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Beschichtung (27) eine
photokatalytisch wirksame Substanz (TiO_2) aufweist, die dazu eingerichtet ist, auf
der Beschichtung (27) anhaftende organische Substanzen abzubauen.
4. Transportbehälter nach Anspruch 3, wobei die photokatalytisch wirksame
20 Substanz (TiO_2) Titandioxid, insbesondere Titandioxid in der Kristallstruktur
Anatas, ist.
5. Transportbehälter nach einem der Ansprüche 1 – 4, wobei die Beschichtung (27)
dazu eingerichtet ist, bei einer Beaufschlagung der Beschichtung (27) mit Wasser
25 oder einer wässrigen Lösung einen geschlossenen Wasserfilm zu bilden.
6. Transportbehälter nach einem der Ansprüche 1 – 5, wobei die Isoliereinrichtung
(13) einen stickstoffgeköhlten Schild (21), der zwischen dem Innenbehälter (6) und
dem Außenbehälter (2) angeordnet ist, und einen Stickstoffbehälter (14) zur
30 Aufnahme von flüssigem Stickstoff (N_2) aufweist.
7. Verfahren zum Wiegen eines Transportbehälters (1) für Helium (He), welcher
einen Innenbehälter (6) zum Aufnehmen des Heliums (He), einen Außenbehälter
(2), in dem der Innenbehälter (6) aufgenommen ist, und eine zwischen dem

Innenbehälter (6) und dem Außenbehälter (2) vorgesehenen Isoliereinrichtung (13) zum thermischen Isolieren des Innenbehälters (6) umfasst, wobei eine dem Innenbehälter (6) abgewandte Außenseite (26) des Außenbehälters (2) zumindest teilweise mit einer superhydrophilen Beschichtung (27) beschichtet ist, mit
5 folgenden Schritten:

Reinigen (S1) der Außenseite (26) des Außenbehälters (6) mit Hilfe von Wasser oder einer wässrigen Lösung, wobei mit Hilfe der Beschichtung (27) die Außenseite (26) derart benetzt wird, dass auf der Außenseite (26) anhaftende Schmutzpartikel (29) von dem Wasser oder der wässrigen Lösung unterwandert
10 werden,

Befüllen eines Stickstoffbehälters (14) des Transportbehälters (1) mit flüssigem Stickstoff (N₂),

Wiegen (S3) des Transportbehälters (1), und

Ermitteln (S4) einer in dem Transportbehälter (1) enthaltenen Menge an Helium (He).
15

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei nach dem Ermitteln (S4) der in dem Transportbehälter (1) enthaltenen Menge an Helium (He), der Transportbehälter (1) mit Helium (He) befüllt (S5) wird.
20

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei nach dem Befüllen (S5) des Transportbehälters (1) mit Helium (He) der Transportbehälter (1) erneut gewogen (S7) wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei nach dem erneuten Wiegen (S7) des Transportbehälters (1) eine in dem Transportbehälter (1) enthaltene Menge an Helium (He) erneut ermittelt (S8) wird.
25

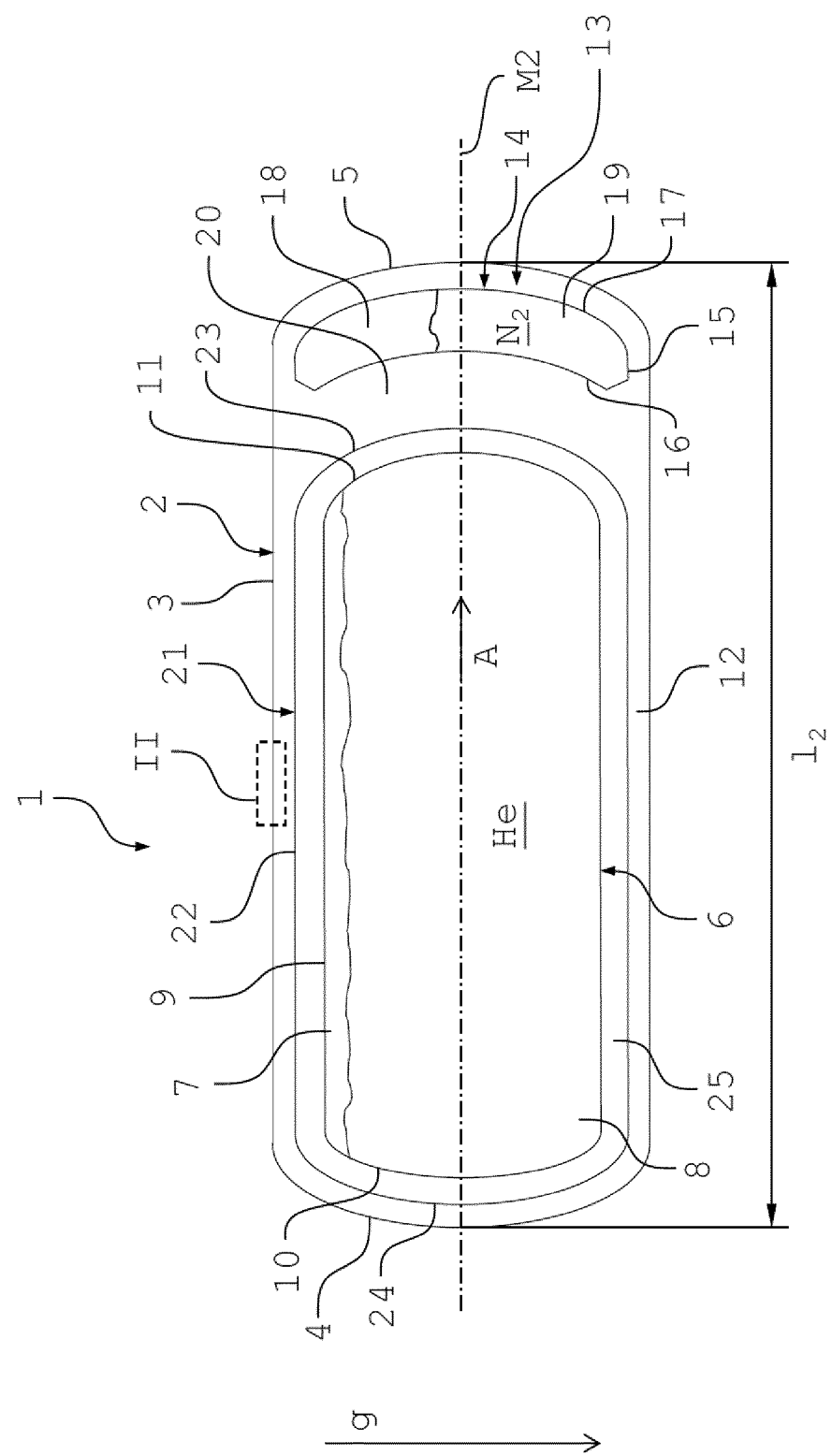


Fig. 1

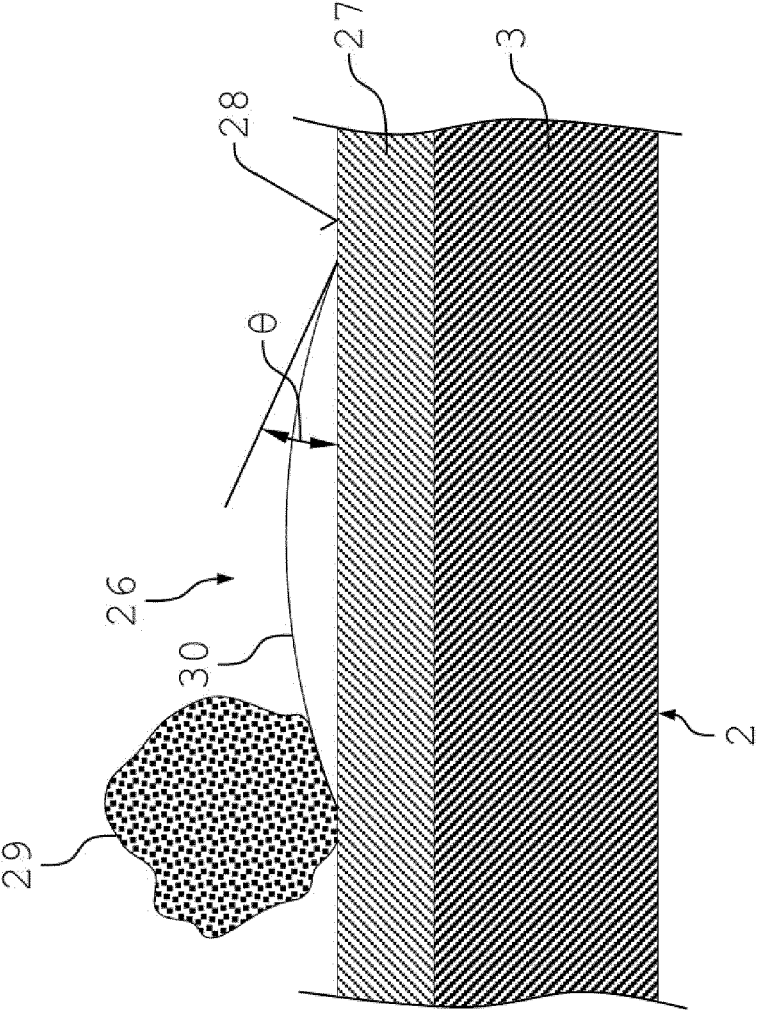


Fig. 2

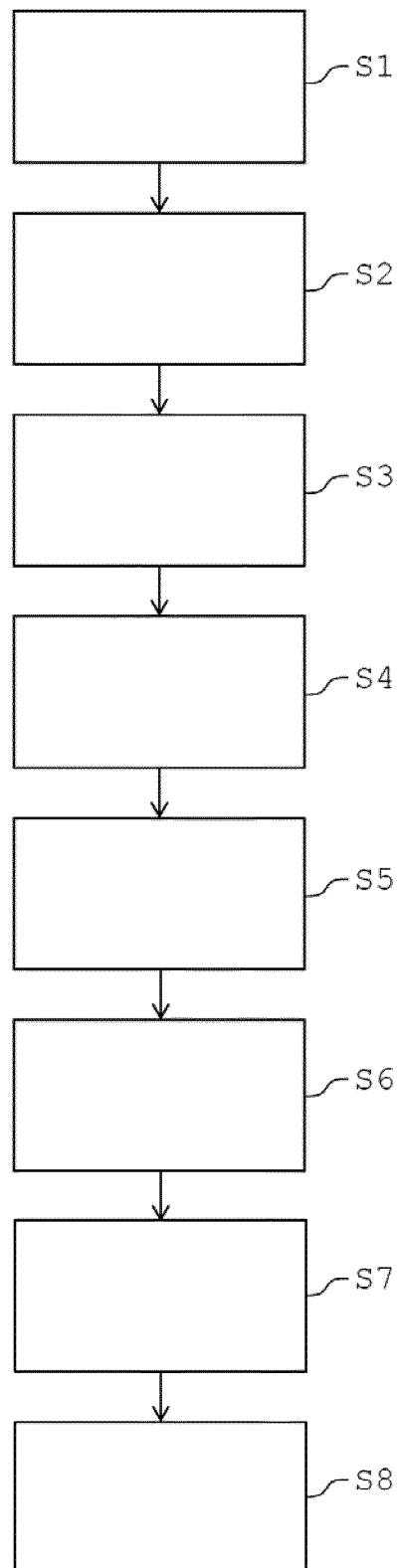
3/3

Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/025237

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F17C3/04 F17C13/02
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 B08B C03C B01J B32B

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.
A	US 2010/146992 A1 (MILLER THOMAS M [US]) 17 June 2010 (2010-06-17) Fig.2, (1), (4), (6), (10); [0002], [0003], [0042] -----	1-10
A	EP 2 202 000 A1 (UBE NITTO KASEI CO [JP]) 30 June 2010 (2010-06-30) [0001], [0019], [0184], [0185] -----	1-10
A	US 5 922 158 A (CULP JOSEPH T [US] ET AL) 13 July 1999 (1999-07-13) Fig.1, (10), (12); Spalte 4, Zeilen 43-45; Spalte 1, Zeile 49- Spalte 2, Zeile 10 -----	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

4 December 2017

Date of mailing of the international search report

14/12/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Todor, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/025237

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2010146992 A1	17-06-2010	US 2010146992 A1	17-06-2010
		WO 2010068254 A2	17-06-2010

EP 2202000 A1	30-06-2010	CN 101903102 A	01-12-2010
		EP 2202000 A1	30-06-2010
		JP 5511159 B2	04-06-2014
		JP 2009208062 A	17-09-2009
		US 2010298120 A1	25-11-2010
		WO 2009051271 A1	23-04-2009

US 5922158 A	13-07-1999	US 5922158 A	13-07-1999
		US 6057012 A	02-05-2000

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F17C3/04 F17C13/02

ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F17C B08B C03C B01J B32B

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.
A	US 2010/146992 A1 (MILLER THOMAS M [US]) 17. Juni 2010 (2010-06-17) Fig.2, (1), (4), (6), (10); [0002], [0003], [0042] -----	1-10
A	EP 2 202 000 A1 (UBE NITTO KASEI CO [JP]) 30. Juni 2010 (2010-06-30) [0001], [0019], [0184], [0185] -----	1-10
A	US 5 922 158 A (CULP JOSEPH T [US] ET AL) 13. Juli 1999 (1999-07-13) Fig.1, (10), (12); Spalte 4, Zeilen 43-45; Spalte 1, Zeile 49- Spalte 2, Zeile 10 -----	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



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

4. Dezember 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14/12/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Todor, H

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/025237

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
US 2010146992	A1	17-06-2010	US	2010146992	A1	17-06-2010		
			WO	2010068254	A2	17-06-2010		

EP 2202000	A1	30-06-2010	CN	101903102	A	01-12-2010		
			EP	2202000	A1	30-06-2010		
			JP	5511159	B2	04-06-2014		
			JP	2009208062	A	17-09-2009		
			US	2010298120	A1	25-11-2010		
			WO	2009051271	A1	23-04-2009		

US 5922158	A	13-07-1999	US	5922158	A	13-07-1999		
			US	6057012	A	02-05-2000		
