

(19)



(11)

EP 4 311 974 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.01.2024 Patentblatt 2024/05

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F17C 1/02^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22187894.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F17C 1/02; F17C 2201/0109; F17C 2201/054;
F17C 2203/012; F17C 2203/0604;
F17C 2203/0614; F17C 2203/0619;
F17C 2203/0621; F17C 2203/0636;
F17C 2203/0663; F17C 2203/0678;
F17C 2221/012; F17C 2223/0123; F17C 2223/036

(22) Anmeldetag: **29.07.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Fischer, Karl-Heinz Martin**
04860 Torgau (DE)

(72) Erfinder: **Fischer, Karl-Heinz Martin**
04860 Torgau (DE)

(74) Vertreter: **Findeisen Neumann Scheit**
Partnerschaft mbB
Straße der Nationen 88
09111 Chemnitz (DE)

(54) **WASSERSTOFFDRUCKBEHÄLTER**

(57) Die Erfindung betrifft einen Wasserstoffdruckbehälter mit einem metallischen Innenmantel und einer den Innenmantel umschließenden Ummantelung. Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Wasserstoffdruckbehälter zu schaffen, der für Drücke bis 700 bar geeignet

ist und sich weiterhin durch einen geringen Aufwand sowie geringe Materialkosten bei dessen Herstellung auszeichnet. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Ummantelung (3) aus Beton mit einer zugfesten Bewehrung gebildet ist.

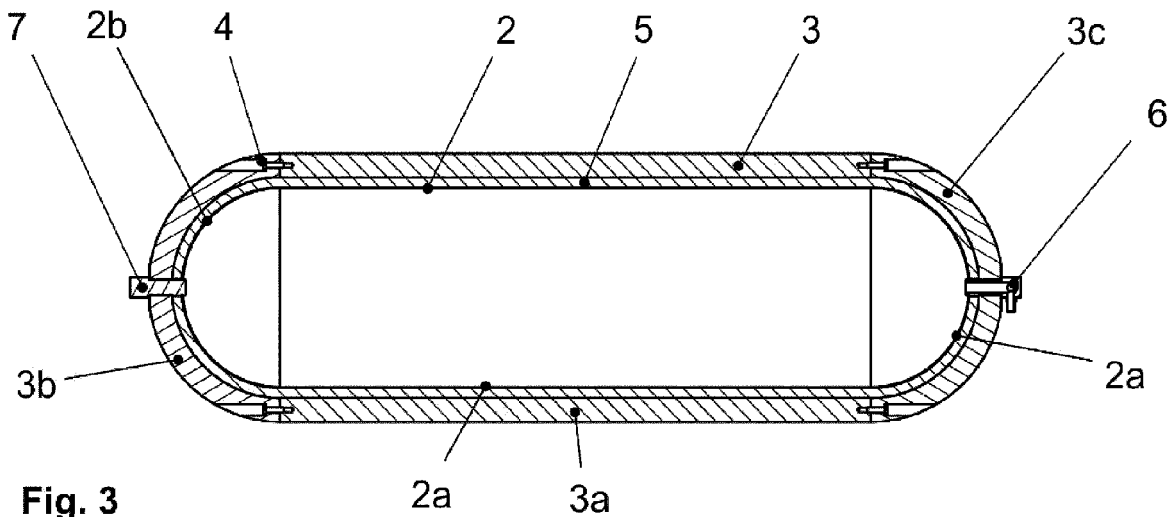


Fig. 3

EP 4 311 974 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wasserstoffdruckbehälter mit einem metallischen Innenmantel und einer den Innenmantel umschließenden Ummantelung.

[0002] Wasserstoffdruckbehälter dienen der Speicherung von gasförmigem Wasserstoff sowohl für stationäre als auch für mobile Anwendungen.

[0003] Im Bereich der Wasserstoffdruckbehälter sind derzeit vier Typen am Markt erhältlich. Typ 1 ist ein klassischer Behälter mit metallischen Wandungen und wird üblicherweise für Drücke von etwa 200 bar eingesetzt. Beim Typ 2 wird ein Behälter mit metallischen Wandungen mit harzgetränkten Kohle- oder Glasfasern ummantelt. Dies ermöglicht die Speicherung des Wasserstoffs mit bis zu 1000 bar. Typ 3 zeichnet sich durch einen metallischen Liner aus, der von harzgetränkten Kohle- oder Glasfasern ummantelt ist, was einen verhältnismäßig leichten Behälter bildet. Die aus dem Innendruck des Behälters resultierenden Kräfte werden hier hauptsächlich von der Ummantelung aufgenommen. Typ 3 ermöglicht die Speicherung des Wasserstoffs im Bereich von 350 bar bis 700 bar. Durch die hohen erreichbaren Drücke bezogen auf das Behältergewicht, eignen sich Typ 3 Behälter insbesondere für mobile Anwendungen. Allerdings sind die Materialkosten eines Typ 3 Behälters höher als die eines Typ 2 Behälters. Noch leichtere Behälter werden bei Typ 4 erreicht, da hier der metallische Liner durch einen aus Kunststoff bestehenden Liner ersetzt wird.

[0004] Die Herstellung eines Behälter nach Typ 2 wird beispielsweise in der DE 10 2018 210 788 A1 beschrieben. Zunächst wird ein zylindrischer, metallischer Innenmantel des Behälters bereitgestellt. Anschließend werden Endlosfasern eines Faserverbundwerkstoffes um den Innenmantel gewickelt, wobei die Endlosfasern zuvor durch ein Bad aus Bindemittel geführt werden. Beim Ummanteln werden der Innenmantel kontinuierlich gedreht und die Faserzuführung parallel zur Längsachse des Innenmantels hin und her bewegt. Die ist allerdings aufwändig.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Wasserstoffdruckbehälter zu schaffen, der für Drücke bis 700 bar geeignet ist und sich weiterhin durch einen geringen Aufwand sowie geringe Materialkosten bei dessen Herstellung auszeichnet.

[0006] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass ein metallischer Innenmantel des Wasserstoffdruckbehälter von einer Ummantelung aus Beton mit einer zugfesten Bewehrung umschlossen ist. Der metallische Innenmantel sorgt hauptsächlich für die Dichtheit gegen ein Entweichen von Wasserstoff aus dem Innenmantel. Die aus Beton mit zugfester Bewehrung gebildete Ummantelung nimmt die aus dem Innendruck des Behälters resultierenden Kräfte auf. Die Ummantelung verhindert damit eine Ausdehnung des unter Druck stehenden Innenmantels und unterbindet damit ein Bersten des Innenmantels. Im Vergleich zu einer Ummantelung aus harzgetränkten

Glas- oder Kohlefasern ist die Herstellung einer Ummantelung aus Beton mit zugfester Bewehrung mit geringerem Aufwand und zu geringeren Materialkosten möglich. Die Schichtstärke der aus Beton mit zugfester Bewehrung gebildeten Ummantelung richtet sich nach den für den Wasserstoffdruckbehälter vorgesehen Druckbereich. Je größer der für den Wasserstoffdruckbehälter vorgesehene Druck ist, umso größer muss die Schichtstärke ausgeführt werden. Die Schichtstärke kann je nach Ausformung und Dimensionierung der Ummantelung beispielsweise mittels einer FEM-Berechnung bestimmt werden. Ebenso kann auch die im Beton integrierte zugfeste Bewehrung entsprechend auf die Druckverhältnisse sowie die Ausformung und Dimensionierung der Ummantelung ausgelegt werden.

[0007] In einer vorteilhaften Ausführung besteht die Ummantelung aus zumindest zwei Fertigbetonteilen, wobei diese Fertigbetonbauteile über Verbindungselemente miteinander verbunden sind. Jedes der zumindest zwei Fertigbetonbauteile ist dabei je einem Abschnitt des Innenmantels zugeordnet, wobei vorzugsweise eine Innenkontur der Fertigbetonbauteile im Wesentlichen kongruent zur Außenkontur des jeweils zugeordneten Abschnitts des Innenmantels ausgebildet ist.

[0008] Fertigbetonbauteile ermöglichen eine Vorfertigung der Ummantelung. Zur Bildung des Wasserstoffdruckbehälters wird dann der Innenmantel in die Fertigbetonbauteile eingelegt und die Fertigbetonteile werden mit einander verbunden. Dies ist beispielsweise beim Transport des Wasserstoffdruckbehälters zum Aufstellort vorteilhaft, da der Innenmantel und die Fertigbetonbauteile separat zum Aufstellort transportiert werden können und somit hinsichtlich kleinerer Verpackungsgrößen als auch hinsichtlich geringerer Gewichte der Einzelteile Vorteile bei der Logistik entstehen.

[0009] Es wird vorgeschlagen, dass die zugfeste Bewehrung aus Bewehrungsstahl und/oder Kunststofffasern und/oder Glasfasern und/oder Kohlenstofffasern und/oder textilen Fasern gebildet ist. Je nach Anforderung an die Kraftaufnahme kann aus diesen Bewehrungen zurückgegriffen werden. Ebenso sind auch Kombinationen der einzelnen Bewehrungsmaterialien möglich.

[0010] In einer vorteilhaften Ausführung ist zwischen dem metallischen Innenmantel und der aus Beton gebildeten Ummantelung eine Zwischenschicht angeordnet. Insbesondere bei der Verwendung von Fertigbetonbauteilen können damit Ungleichmäßigkeiten zwischen der Innenkontur der Fertigbetonbauteile und der Außenkontur des jeweils zugeordneten Abschnitts des Innenmantels ausgeglichen werden. Weiterhin kann durch die Zwischenschicht auch die Innenkontur der Fertigbetonbauteile größer als die Außenkontur des jeweils zugeordneten Abschnitts des Innenmantels ausgeführt werden und der dabei entstehende Zwischenraum von der Zwischenschicht ausgefüllt werden.

[0011] In einer vorteilhaften Ausführung ist die Zwischenschicht von einem schüttfähigen Füllstoff gebildet. Dieser kann beispielsweise beim Einlegen des Innen-

mantels in die Fertigbetonbauteile in den Zwischenraum zwischen Innenmantel und Fertigbetonbauteilen eingefüllt werden.

[0012] Eine Ausgestaltung sieht vor, dass der Innenmantel rotationssymmetrisch mit einem zylindrischen Mittelabschnitt sowie sich beiderseits hieran anschließenden, gewölbten Endabschnitten ausgeführt ist. Ein Fertigbetonteil der Ummantelung ist zylindrisch ausgeführt und umschließt den zylindrischen Mittelabschnitt des Innenmantels. Je ein halbkugelförmiges Fertigbetonteil der Ummantelung ist so angeordnet, dass je einer der gewölbten Endabschnitte des Innenmantels umschlossen wird.

[0013] Es wird vorgeschlagen, dass eine Auslass- oder Einlassöffnung des Innenmantels durch eines der halbkugelförmigen Fertigbetonteile hindurch nach außen geführt ist.

[0014] Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine Aufsicht auf eine Ausführung des erfindungsgemäßen Wasserstoffdruckbehälters
 Fig. 2 eine Stirnansicht auf den Wasserstoffdruckbehälter gemäß Fig. 1
 Fig. 3 eine Schnittdarstellung des Wasserstoffdruckbehälters 1 entlang der in Fig. 1 gezeigten Schnittlinie AA.

[0015] Fig. 1 zeigt eine Aufsicht auf eine Ausführung des erfindungsgemäßen Wasserstoffdruckbehälters 1.

[0016] Fig. 2 zeigt eine Stirnansicht auf den Wasserstoffdruckbehälter 1 gemäß Fig. 1.

[0017] Fig. 3 zeigt eine Schnittdarstellung des Wasserstoffdruckbehälters 1 entlang der in Fig. 1 gezeigten Schnittlinie AA.

[0018] Der Wasserstoffdruckbehälter 1 weist einen metallischen Innenmantel 2 und eine den Innenmantel 2 umschließende Ummantelung 3 auf. Die Ummantelung 2 ist aus Beton mit einer zugfesten Bewehrung gebildet. Die zugfeste Bewehrung kann beispielsweise aus Bewehrungsstahl und/oder Kunststoffasern und/oder Glasfasern und/oder Kohlenstofffasern und/oder textilen Fasern gebildet sein. In der Darstellung ist die zugfeste Bewehrung nicht gezeigt.

[0019] Der Innenmantel 2 ist rotationssymmetrisch ausgeführt und weist einen zylindrischen Mittelabschnitt 2a sowie sich beiderseits hieran anschließende, gewölbte Endabschnitte 2b, 2c auf. In der dargestellten Ausführung ist die Ummantelung 3 aus drei Fertigbetonteilen zusammengesetzt. Ein erstes Fertigbetonbauteil 3a ist dem zylindrischen Mittelabschnitt 2a des Innenmantels 2 zugeordnet, wobei dieses Fertigbetonteil 3a zylindrisch ausgeführt ist und den zylindrischen Mittelabschnitt 2a des Innenmantels 2 umschließt. Ein zweites Fertigbetonbauteil 3b und ein drittes Fertigbetonbauteil 3c ist jeweils einem der gewölbten Endabschnitte 2b zugeordnet, wobei das zweite Fertigbetonbauteil 3b und das dritte Fertigbetonbauteil 3c jeweils halbkugelförmig ausgeführt

sind und jeweils den zugeordneten gewölbten Endabschnitt 2b, 2c des Innenmantels 2 umschließt.

[0020] Die Fertigbetonbauteile 3a, 3b, 3c sind über Verbindungselemente 4 miteinander verbunden. In der dargestellten Ausführung sind die Verbindungselemente 4 als Schraubverbindungen ausgeführt, ohne dass die Erfindung allerdings hierauf beschränkt ist.

[0021] Die Erfindung ist nicht auf die dargestellte Ausführung der Fertigbetonbauteile 3a, 3b, 3c beschränkt. Zum einen kann die Ummantelung 3 auch aus zwei oder mehr als Fertigbetonbauteilen 3a, 3b, 3c zusammengesetzt. Zum anderen können die Fertigbetonbauteile 3a, 3b, 3c auch anders ausgeformt und anderen Abschnitten 2a, 2b, 2c des Innenmantels 2 zugeordnet sein.

[0022] Zwischen dem metallischen Innenmantel 2 und der aus Beton gebildeten Ummantelung 3 ist eine aus schüttfähigem Füllstoff gebildete Zwischenschicht 5 angeordnet. Diese Zwischenschicht 5 ist allerdings nicht zwingend.

[0023] Eine Auslass- oder Einlassöffnung 6 des Innenmantels 2 ist durch das halbkugelförmige Fertigbetonteil 3c hindurch nach außen geführt. An dieser Auslass- oder Einlassöffnung 6 kann beispielsweise ein Ventilblock zur Befüllung oder Entleerung des Wasserstoffdruckbehälters 1 montiert werden. Auf der gegenüberliegenden Seite ist ein Verschlussstück 7 durch das halbkugelförmige Fertigbetonteil 3b hindurch nach außen geführt.

[0024] In einer nicht dargestellten Ausführung ist zwischen dem Innenmantel und der Ummantelung keine Zwischenschicht vorgesehen. Die Ummantelung 3 liegt dann direkt an dem Innenmantel 2 an. Bei der Verwendung von Fertigbetonbauteilen 3a, 3b, 3c ist dann eine Innenkontur der Fertigbetonbauteile 3a, 3b, 3c im Wesentlichen kongruent zur Außenkontur des jeweils zugeordneten Abschnitts 2a, 2b, 2c des Innenmantels 2 ausgebildet.

[0025] In einer weiteren nicht dargestellten Ausführung ist die Ummantelung 3 dadurch gebildet, dass der Beton mit einer entsprechenden Schalung und Bewehrung um den Innenmantel 2 gegossen wird und die Schalung nach dem Aushärten des Betons wieder entfernt wird.

Bezugszeichenliste

[0026]

- | | |
|----|--|
| 1 | Wasserstoffdruckbehälter |
| 2 | Innenmantel |
| 2a | zylindrischer Mittelabschnitt des Innenmantels 2 |
| 2b | gewölbter Endabschnitt des Innenmantels 2 |
| 2c | gewölbter Endabschnitt des Innenmantels 2 |
| 3 | Ummantelung |
| 3a | zylindrischer Abschnitt der Ummantelung |
| 3b | halbkugelförmiger Abschnitt der Ummantelung |
| 3c | halbkugelförmiger Abschnitt der Ummantelung |
| 4 | Verbindungselement |
| 5 | Zwischenschicht |

- 6 Auslass- oder Einlassöffnung
7 Verschlussstück

Patentansprüche

- 5
1. Wasserstoffdruckbehälter (1) mit einem metallischen Innenmantel (2) und einer den Innenmantel (2) umschließenden Ummantelung (3), **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ummantelung (3) aus Beton mit einer zugfesten Bewehrung gebildet ist. 10
 2. Wasserstoffdruckbehälter (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ummantelung (3) aus zumindest zwei Fertigbetonteilen (3a, 3b, 3c) besteht und diese Fertigbetonbauteile (3a, 3b, 3c) über Verbindungselemente (4) miteinander verbunden sind. 15
 3. Wasserstoffdruckbehälter (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zugfeste Bewehrung aus Bewehrungsstahl und/oder Kunststofffasern und/oder Glasfasern und/oder Kohlenstofffasern und/oder textilen Fasern gebildet ist. 20
25
 4. Wasserstoffdruckbehälter (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem metallischen Innenmantel (2) und der aus Beton gebildeten Ummantelung (3) eine Zwischenschicht (5) angeordnet ist. 30
 5. Wasserstoffdruckbehälter (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenschicht (5) von einem schüttfähigen Füllstoff gebildet ist. 35
 6. Wasserstoffdruckbehälter (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Innenmantel (2) rotationssymmetrisch mit einem zylindrischen Mittelabschnitt (2a) sowie sich beiderseits hieran anschließenden, gewölbten Endabschnitten (2b, 2c) ausgeführt ist und dass ein Fertigbetonteil (3a) der Ummantelung (3) zylindrisch ausgeführt ist und den zylindrischen Mittelabschnitt (2a) des Innenmantels (3a) umschließt und dass je ein halbkugelförmiges Fertigbetonteil (3b, 3c) der Ummantelung (3) je einen der gewölbten Endabschnitten (2b, 2c) des Innenmantels (2) umschließt. 40
45
50
 7. Wasserstoffdruckbehälter (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Auslass- oder Einlassöffnung (6) des Innenmantels (2) durch eines der halbkugelförmigen Fertigbetonteile (3b, 3c) hindurch nach außen geführt ist. 55

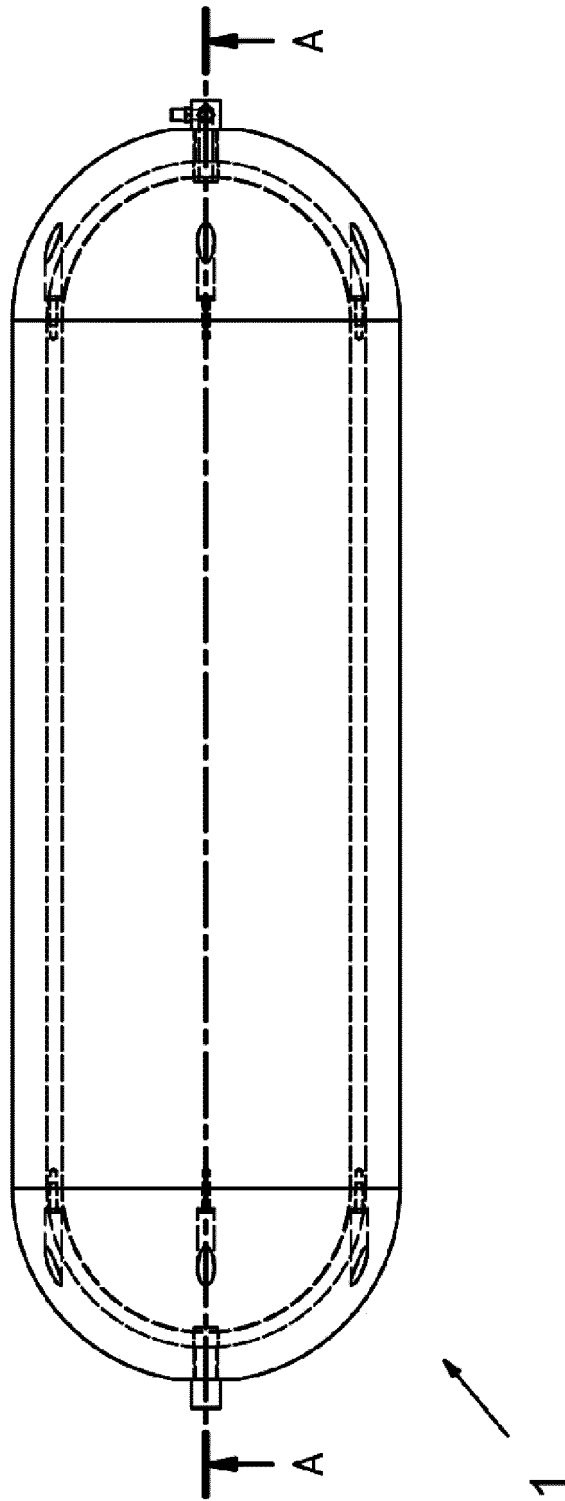
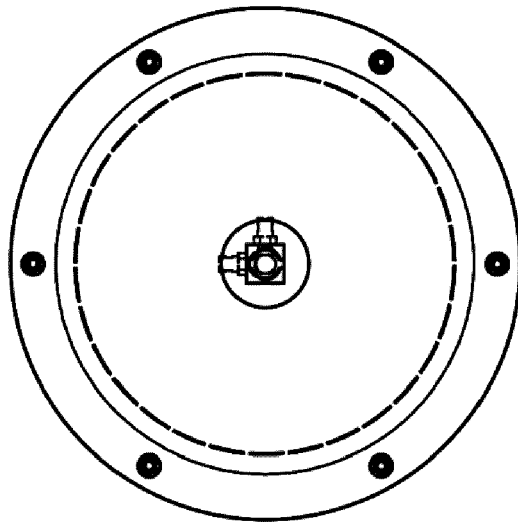


Fig. 1

Fig. 2



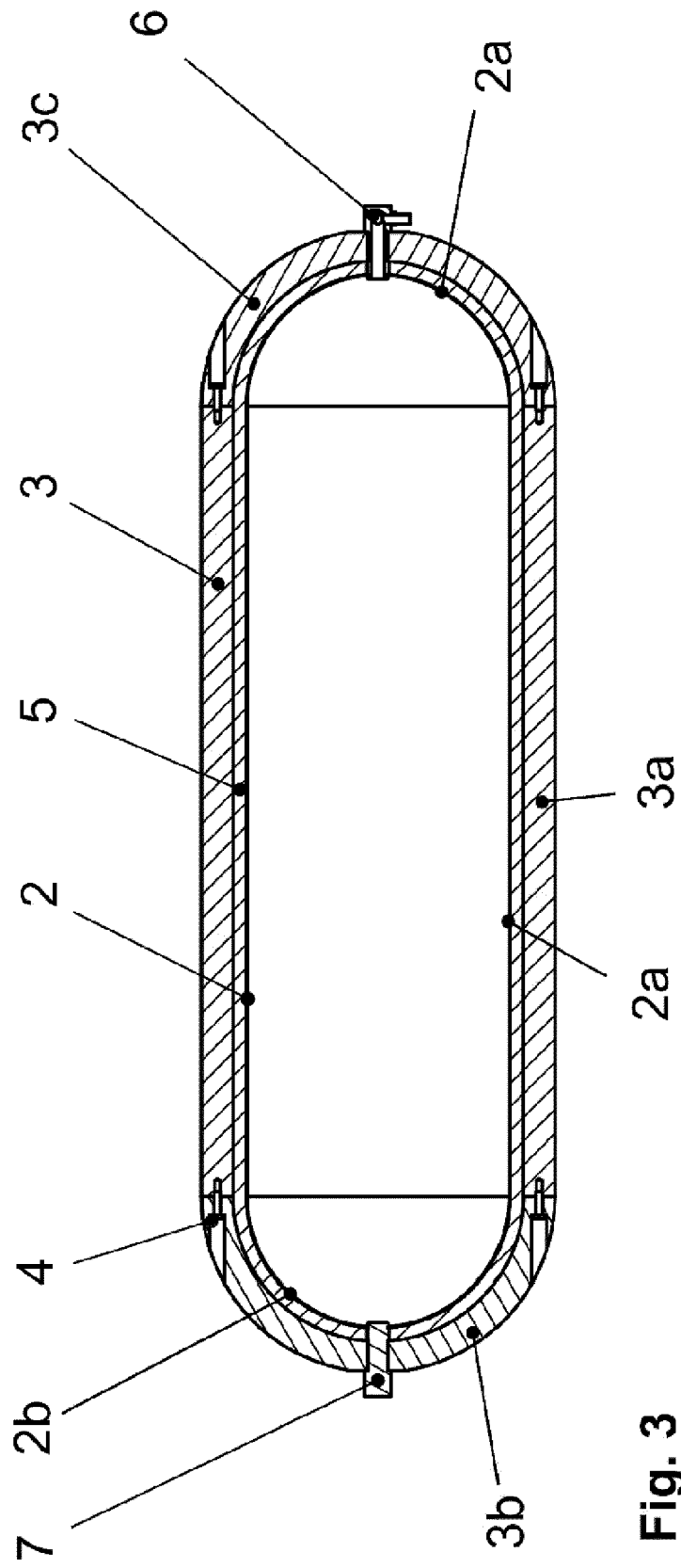


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 18 7894

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2015/014186 A1 (WANG JY-AN JOHN [US] ET AL) 15. Januar 2015 (2015-01-15)	1-4, 6, 7	INV. F17C1/02
Y	* Absätze [0028], [0029], [0040]; Abbildungen 4, 5 *	5	
Y	US 2018/245741 A1 (ETKIND JOSHUA [NL] ET AL) 30. August 2018 (2018-08-30)	5	
A	* Absatz [0062] *	1-4, 6, 7	
Y	EP 2 711 600 A2 (ZUEBLIN AG [DE]) 26. März 2014 (2014-03-26)	5	
A	* Absatz [0057] *	1-4, 6, 7	
A	EP 3 671 006 A1 (SOLETANCHE FREYSSINET [FR]) 24. Juni 2020 (2020-06-24) * das ganze Dokument *	1-7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F17C
A	EP 3 091 148 A1 (KOREA INST GEOSCIENCE & MINERA [KR]) 9. November 2016 (2016-11-09) * das ganze Dokument *	1-7	
A	CN 109 690 168 B (IFP ENERGIES NOW) 31. August 2021 (2021-08-31) * das ganze Dokument *	1-7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 31. Dezember 2022	Prüfer Forsberg, Peter
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 22 18 7894

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

31-12-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2015014186 A1	15-01-2015	KEINE	
US 2018245741 A1	30-08-2018	CN 108064326 A	22-05-2018
		EP 3341644 A1	04-07-2018
		US 2018245741 A1	30-08-2018
		US 2019390823 A1	26-12-2019
		WO 2017032823 A1	02-03-2017
EP 2711600 A2	26-03-2014	KEINE	
EP 3671006 A1	24-06-2020	EP 3671006 A1	24-06-2020
		TW 202032058 A	01-09-2020
		WO 2020127973 A1	25-06-2020
EP 3091148 A1	09-11-2016	CN 105934554 A	07-09-2016
		CN 105940169 A	14-09-2016
		EP 3091147 A1	09-11-2016
		EP 3091148 A1	09-11-2016
		KR 20150061530 A	04-06-2015
		KR 20150061531 A	04-06-2015
		KR 20150061532 A	04-06-2015
		KR 20150061533 A	04-06-2015
CN 109690168 B	31-08-2021	CN 109690168 A	26-04-2019
		EP 3513113 A1	24-07-2019
		FR 3055942 A1	16-03-2018
		US 2021278044 A1	09-09-2021
		WO 2018050455 A1	22-03-2018

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102018210788 A1 [0004]