

(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
8. November 2012 (08.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/150137 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F17C 1/06 (2006.01) *F17C 13/08* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/057265
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. April 2012 (20.04.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 050 054.5 3. Mai 2011 (03.05.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V.** [DE/DE]; Linder Höhe, 51147 Köln (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BRINNER, Andreas** [DE/DE]; Ganghoferstrasse 7, 71277 Rutesheim (DE).
- (74) Anwalt: **HOEGER, STELLRECHT & PARTNER;** Uhlandstrasse 14 c, 70182 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

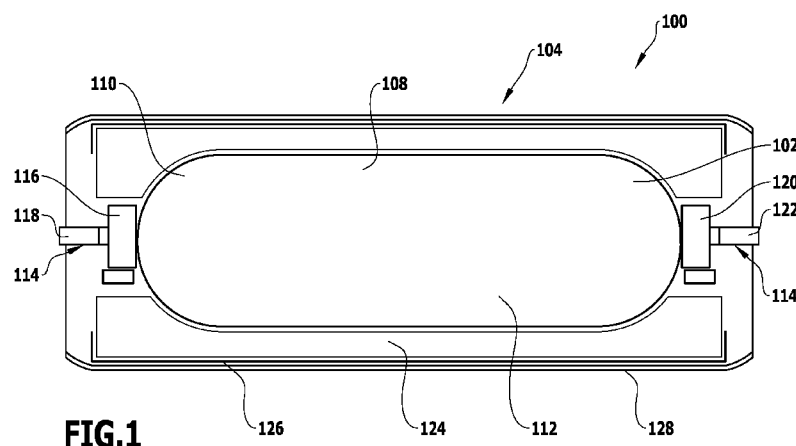
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) Title: PROTECTIVE DEVICE AND METHOD FOR PROTECTING A PRESSURE CONTAINER

(54) Bezeichnung : SCHUTZVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM SCHÜTZEN EINES DRUCKBEHÄLTERS



(57) Abstract: The aim of the invention is to create a protective device for a pressure container for storing a pressurised gas, which device has a low mass and can be produced cost-effectively. Said aim is achieved in that the protective device comprises a protective case for encasing the pressure container and a safety case for encasing the protective case, wherein the safety case comprises a material that contracts when heated.

(57) Zusammenfassung: Um eine Schutzvorrichtung für einen Druckbehälter zur Speicherung eines unter Druck stehenden Gases zu schaffen, welche eine geringe Masse aufweist und kostengünstig herstellbar ist, wird vorgeschlagen, dass die Schutzvorrichtung eine Schutzhülle zur Umhüllung des Druckbehälters und eine Sicherheitshülle zur Umhüllung der Schutzhülle umfasst, wobei die Sicherheitshülle ein Material umfasst, das sich unter Wärmeeinwirkung zusammenzieht.



WO 2012/150137 A2

Schutzvorrichtung und Verfahren zum Schützen eines Druckbehälters

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schutzvorrichtung für einen Druckbehälter zur Speicherung eines unter Druck stehenden Gases.

Insbesondere für mobile Anwendungen von Druckbehältern zur Speicherung eines unter Druck stehenden Gases, beispielsweise Druckbehälter zur Speicherung von Wasserstoffgas, ist das Verhältnis zwischen der Masse der Speichervorrichtung und der Masse des gespeicherten Gases von besonderer Bedeutung. Das Ziel dabei ist, eine besonders leichte Speichervorrichtung bereitzustellen, welche eine große Menge von zu speicherndem Gas speichern kann, so dass für die mobile Anwendung, beispielsweise für wasserstoffbetriebene Fahrzeuge, eine große Menge Treibstoff zur Verfügung steht und dennoch die Masse des Fahrzeugs, insbesondere die Masse der Speichervorrichtung, möglichst minimal ausfällt.

Problematisch hierbei ist, dass mit der Reduktion der Masse der Speichervorrichtung zumeist auch ein geringerer Schutz der Speichervorrichtung vor einer unerwünschten Beschädigung einhergeht, so dass ein Kompromiss gefunden werden muss, um das zumeist hoch entzündliche oder gar explosive Gas oder Gasgemisch in der Speichervorrichtung einerseits in großer Menge und andererseits sicher transportieren zu können.

Die DE 10 2008 061 023 A1 offenbart eine Innenschale für ein Druckgefäß, welche geformte, beabstandete Vertiefungen umfasst, um eine thermische Ausdehnung und Kontraktion der Innenschale zu unterstützen und damit einem Schaden derselben entgegenzuwirken.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schutzvorrichtung für einen Druckbehälter zur Speicherung eines unter Druck stehenden

- 2 -

Gases bereitzustellen, welche eine geringe Masse aufweist und kostengünstig herstellbar ist.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Schutzvorrichtung eine Schutzhülle zur Umhüllung des Druckbehälters und eine Sicherheitshülle zur Umhüllung der Schutzhülle umfasst, wobei die Sicherheitshülle ein Material umfasst, das sich unter Wärmeeinwirkung zusammenzieht.

10 Dadurch, dass die Schutzvorrichtung für den Druckbehälter eine Schutzhülle zur Umhüllung des Druckbehälters umfasst, kann der Druckbehälter erfindungsgemäß geschützt gelagert werden.

15 Durch die Umhüllung der Schutzhülle mit einer Sicherheitshülle ist darüber hinaus ein Schutz der Schutzhülle und somit ein zusätzlicher Schutz des Druckbehälters möglich, wobei durch die Materialwahl für die Sicherheitshülle, welche ein Material umfasst, das sich unter Wärmeeinwirkung mit vorher bekanntem Schrumpfverhältnis zusammenzieht, eine einfache und kostengünstige Herstellung der Schutzvorrichtung möglich ist.

20 Die Schutzhülle ist vorzugsweise so ausgebildet, dass sie eine Entkopplung der Bewegung und/oder Größenänderung (Ausdehnung) des von der Schutzhülle umgebenen Objekts von der Umgebung der Schutzhülle ermöglicht, insbesondere derart, dass eine Bewegung und/oder eine Größenänderung des von der Schutzhülle umgebenen Objekts, insbesondere des Druckbehälters, nicht oder
25 nur unwesentlich zu einer Bewegung und/oder Größenänderung der äußeren Oberfläche der Schutzhülle führt. Zumindest geringe Bewegungen und/oder Größenänderungen des von der Schutzhülle umgebenen Objekts werden somit vorzugsweise nicht auf die die Schutzhülle umgebende Sicherheitshülle übertragen.

30

Günstig kann es sein, wenn die Schutzhülle einstückig ausgebildet ist, so dass eine Ausdehnung des Druckbehälters bei dessen Beladung mit unter Druck stehendem Gas gleichmäßig von der Schutzhülle aufgenommen werden kann

- 3 -

und somit die Sicherheitshülle, wenn überhaupt, nicht ungleichmäßig lokal belastet wird.

- Vorteilhaft kann es sein, wenn die Schutzhülle ein elastisches Material umfasst
5 oder aus einem elastischen Material gebildet ist. Auf diese Weise ist eine besonders einfache Entkopplung der Bewegung und/oder Ausdehnung des von der Schutzhülle umgebenden Objekts von der Umgebung der Schutzhülle möglich.
- 10 Bei einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schutzhülle ein Schaumstoffmaterial umfasst oder aus einem Schaumstoffmaterial gebildet ist. Auf diese Weise ist eine besonders leichte und kostengünstige Ausgestaltung der Schutzhülle möglich.
- 15 Vorteilhaft kann es sein, wenn das Schaumstoffmaterial so gewählt wird, dass es mindestens bei ungefähr 100°C temperaturbeständig ist, um eine beispielsweise bei einer Schnellbefüllung des Druckbehälters erfolgende Temperaturerhöhung desselben unbeschadet zu überstehen. Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Schaumstoffmaterial so gewählt wird, dass es bei mindestens
20 ungefähr 150°C temperaturbeständig ist, so dass bei der Herstellung der Schutzvorrichtung die Anordnung der Sicherheitshülle auf der Schutzhülle, welche unter Wärmeeinwirkung erfolgt, mit einer hohen Temperatur schnell durchgeführt werden kann.
- 25 Als Schaumstoffmaterial kann beispielsweise Armaflex® oder ein Hochtemperaturschaum, wie beispielsweise Melamin, aus den technischen Bereichen eines Blockheizkraftwerks oder aus dem Heizungs- und Heißwasserspeicherbereich gewählt werden.
- 30 Bei einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schutzhülle formschlüssig an dem Druckbehälter festlegbar oder festgelegt ist. Auf diese Weise ist eine besonders stabile Ausgestaltung der Schutzvorrichtung und somit ein zuverlässiger Schutz des Druckbehälters möglich.

- 4 -

Die Sicherheitshülle ist vorzugsweise aus einem robusten Material, insbesondere aus einem gegen chemisch aggressive Gase resistenten Material, beispielsweise Polyolefin, PVDF, PTFE oder Viton, gebildet.

5

Ferner kann vorgesehen sein, dass die Sicherheitshülle aus einem zumindest im montierten Zustand der Schutzvorrichtung harten und/oder schlagfesten Material gebildet ist.

10 Vorteilhaft kann es sein, wenn die Sicherheitshülle ein Kunststoffmaterial, insbesondere ein vernetztes Kunststoffmaterial, umfasst. Auf diese Weise ist eine besonders kostengünstige Herstellung der Sicherheitshülle mit einem Material, das sich unter Wärmeeinwirkung zusammenzieht, möglich.

15 Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Sicherheitshülle zumindest abschnittsweise, vorzugsweise vollständig, als ein Schrumpfschlauch ausgebildet ist. Schrumpfschläuche sind beispielsweise zur elektrischen Isolation von elektrischen Verbindungen bekannt.

20 Das Material eines Schrumpfschlauches ist insbesondere ein Thermoplast, welcher nach der Herstellung im Extruder vernetzt wird, so dass die Molekülketten untereinander verbunden werden.

Vorteilhafterweise kann das Material eines beispielsweise im Extrudierverfahren hergestellten Schrumpfschlauches in einem warmen Zustand aufgeweitet werden und durch Abkühlen in diesem aufgeweiteten Zustand eingefroren werden. Durch ein erneutes Wärmen kehrt der Schrumpfschlauch in seinen Ursprungszustand nach dem Extrudieren zurück und zieht sich dabei zusammen.

30

Bei einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass zwischen der Schutzhülle und der Sicherheitshülle mindestens eine zusätzliche Zwischenlage angeordnet ist, die die Schutzhülle zumindest teilweise, vorzugsweise voll-

- 5 -

ständig, umgibt. Auf diese Weise kann eine zusätzliche Schutzlage zur Erhöhung der Sicherheit des Druckbehälters besonders einfach an der Schutzvorrichtung angeordnet werden.

- 5 Bei einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass mindestens eine Zwischenlage Fasern, beispielsweise GFK-Fasern, CFK-Fasern, Aramidfäden und/oder Metallfäden, umfasst.

- 10 Vorteilhaft kann es hierbei sein, wenn die mindestens eine Zwischenlage ein gewebtes Material, insbesondere ein aus Fasern, beispielsweise den GFK-Fasern, CFK-Fasern, Aramidfäden oder Metallfäden, gewebtes Material umfasst. Auf diese Weise kann ein wirksamer zusätzlicher Schutz des mittels der Schutzvorrichtung zu schützenden Druckspeichers erfolgen.

- 15 Die mindestens eine Zwischenlage wird vorzugsweise im Wesentlichen lose auf die Schutzhülle aufgebracht und erst durch die Festlegung der Sicherheitshülle an der Schutzhülle fixiert. Diese Festlegung kann durch eine Klemmwirkung der Sicherheitshülle beim Schrumpfen derselben und/oder durch eine Adhäsionsbeschichtung der Sicherheitshülle erfolgen.

- 20 Günstig kann es sein, wenn die Schutzvorrichtung eine Transport- und Lager-
vorrichtung zum Transportieren und/oder Lagern der Schutzvorrichtung samt
des darin angeordneten Druckbehälters umfasst. Die Transport- und Lager-
vorrichtung umfasst vorzugsweise mindestens zwei lösbar miteinander ver-
25 bindbare Aufnahmeelemente zum Aufnehmen der Schutzvorrichtung und des
darin angeordneten Druckbehälters. Mittels der Transport- und Lagervorrich-
tung kann insbesondere eine einfache Handhabung und/oder eine Stapelung
von mehreren mit jeweils einer Schutzvorrichtung versehenen Druckspeichern
ermöglicht werden.

- 30 Die mindestens zwei Aufnahmeelemente sind vorzugsweise mittels mindestens
einer Nut-Feder-Verbindung miteinander verbindbar. Auf diese Weise kann
insbesondere ein unerwünschtes Verdrehen der vorzugsweise zumindest

- 6 -

näherungsweise um eine Achse rotationssymmetrischen Aufnahmeelemente gegeneinander wirksam verhindert werden.

5 Eine besonders kostengünstige Ausgestaltung der Aufnahmeelemente ist insbesondere dann möglich, wenn die mindestens zwei Aufnahmeelemente miteinander identisch sind. Auf diese Weise kann die Transport- und Lagervorrichtung besonders einfach und kostengünstig hergestellt werden.

10 Vorteilhaft kann es sein, wenn in mindestens einem der Aufnahmeelemente mindestens eine Ausnehmung zur Durchführung mindestens einer Anschlussvorrichtung des Druckbehälters vorgesehen ist. Auf diese Weise kann dem Druckbehälter auch bei montierter Transport- und Lagervorrichtung Gas zugeführt oder aus dem Druckbehälter Gas entnommen werden.

15 Die Transport- und Lagervorrichtung weist vorteilhafterweise mindestens einen Vorsprung auf, welcher sich im montierten Zustand der Schutzvorrichtung in einer Richtung weiter von dem Druckbehälter weg erstreckt, als eine Anschlussvorrichtung des Druckbehälters sich in dieser Richtung von dem Druckbehälter weg erstreckt. Auf diese Weise kann insbesondere bei unsachge-
20 mäßiger Handhabung der Schutzvorrichtung und des darin angeordneten Druckbehälters vermieden werden, dass eine Anschlussvorrichtung des Druckbehälters beschädigt wird.

25 Der Vorsprung ist vorzugsweise ringförmig ausgebildet, so dass ein Schutzring um die Anschlussvorrichtung gebildet ist.

Eine besonders stabile Verbindung der Aufnahmeelemente miteinander ist insbesondere dann möglich, wenn hierzu Haltebänder, beispielsweise elastische, spannbare, crimpbare und/oder hochfeste Haltebänder, verwendet werden.
30 Insbesondere Haltebänder, welche zur Palettenumreifung verwendet werden, ermöglichen hierbei eine besonders stabile Verbindung der beiden Aufnahmeelemente miteinander.

- 7 -

Vorteilhafterweise schließen die Aufnahmeelemente im verbundenen Zustand derselben einen Hohlraum ein, dessen Ausmaße zumindest näherungsweise denjenigen entsprechen, welche eine Kombination aus einem Druckbehälter, einer Schutzhülle und einer Sicherheitshülle im montierten Zustand aufweist,
5 so dass die Kombination im Wesentlichen spielfrei in den Aufnahmeelementen aufgenommen werden kann.

Die erfindungsgemäße Schutzvorrichtung eignet sich insbesondere zur Verwendung in einer Speichervorrichtung zur Speicherung eines unter Druck
10 stehenden Gases, umfassend mindestens einen Druckbehälter und mindestens eine erfindungsgemäße Schutzvorrichtung.

Die erfindungsgemäße Speichervorrichtung weist vorzugsweise die vorstehend im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Schutzvorrichtung beschriebenen Merkmale und/oder Vorteile auf.
15

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der mindestens eine Druckbehälter ein mobiler Druckbehälter, beispielsweise ein Druckbehälter für Wasserstoff (eine Wasserstoff-Gasflasche), ist. Ein solcher Druckbehälter eignet sich insbe-
20 sondere zur Verwendung in mit Wasserstoff betriebenen Fahrzeugen, beispielsweise in Automobilen.

Als Fahrzeuge kommen aber auch andere Landfahrzeuge, Wasserfahrzeuge, Luftfahrzeuge und Raumfahrzeuge in Betracht.
25

Der vorliegenden Erfindung liegt die weitere Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Schützen eines Druckbehälters bereitzustellen, welches einfach durchführbar und kostengünstig ist und einen zuverlässigen Schutz des Druckbehälters ermöglicht.
30

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine Schutzhülle an dem Druckbehälter angeordnet wird und dass eine Sicherheitshülle an der

- 8 -

Schutzhülle angeordnet wird, wobei die Sicherheitshülle ein Material umfasst, welches sich unter Wärmeeinwirkung zusammenzieht.

5 Das erfindungsgemäße Verfahren weist vorzugsweise die vorstehend im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Schutzvorrichtung und/oder der erfindungsgemäßen Speichervorrichtung beschriebenen Merkmale und/oder Vorteile auf.

10 Bei einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Sicherheitshülle erwärmt wird, um die Sicherheitshülle an der Schutzhülle festzulegen. Auf diese Weise ist insbesondere eine stabile, formschlüssige Anordnung der Sicherheitshülle an der Schutzhülle möglich.

15 Das Material der Sicherheitshülle wird vorzugsweise so gewählt, dass nach Durchführung des Erwärmungsvorgangs die Sicherheitshülle im Wesentlichen dehnungsinvariant ist, so dass sich die Ausdehnung der Sicherheitshülle auch bei einer Änderung der Ausmaße des Druckbehälters aufgrund einer Beladung desselben mit unter Druck stehendem Gas oder einer Entladung des Druckbehälters nicht ändert.

20 Günstig kann es sein, wenn vor dem Anordnen der Schutzhülle an dem Druckbehälter mindestens eine Anschlussvorrichtung des Druckbehälters, mittels welcher dem Druckbehälter Gas zuführbar und/oder mittels welcher aus dem Druckbehälter Gas entnehmbar ist, mit einer temporären Abdeckung versehen wird, welche verhindert, dass die mindestens eine Anschlussvorrichtung beim Anordnen der Schutzhülle an dem Druckbehälter verunreinigt wird. Auf diese Weise ist insbesondere eine Anordnung der erfindungsgemäßen Schutzvorrichtung an einem bereits fertigmontierten Druckbehälter mit daran angeordneten Anschlussvorrichtungen möglich.

30 Eine besonders einfache Ausgestaltung der Schutzhülle ist insbesondere dann möglich, wenn der Druckbehälter zur Herstellung der Schutzhülle mit einem

- 9 -

Schaumstoff umschäumt wird. Auf diese Weise ist insbesondere eine einteilige Schutzhülle besonders einfach herstellbar.

Bei einer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass vor dem Erwärmen
5 der Sicherheitshülle zur Festlegung derselben an der Schutzhülle mindestens eine Zwischenlage zwischen die Schutzhülle und die Sicherheitshülle eingebracht wird. Auf diese Weise kann der Druckbehälter zusätzlich geschützt werden.

- 10 Die Zwischenlage kann fest mit der Schutzhülle verbunden werden, bevor die Sicherheitshülle aufgebracht und erwärmt wird. Alternativ hierzu kann jedoch auch vorgesehen sein, dass die Zwischenlage lediglich zwischen die Schutz-
hülle und die Sicherheitshülle gelegt wird. Erst durch die Erwärmung der
Sicherheitshülle wird die Zwischenlage dann zusammen mit der Sicherheits-
15 hülle an der Schutzhülle festgelegt.

- Ferner können die erfindungsgemäße Schutzvorrichtung, die erfindungsgemäße Speichervorrichtung und/oder das erfindungsgemäße Verfahren zum
Schützen eines Druckbehälters die nachfolgend beschriebenen Merkmale
20 und/oder Vorteile aufweisen:

- Ein Druckspeicher kann beispielsweise ein sogenannter Typ-3-Druckgas-
speicher sein, welcher einen Wasserstoff-dichten Metall-Innenbehälter auf-
weist und mit einer in Epoxyharz eingelagerten äußeren Glasfaserumwicklung
25 versehen ist. Ein solcher Druckbehälter kann besonders leicht ausgebildet werden.

- Vorzugsweise kann der Druckbehälter Gas mit einem Druck von mindestens
ungefähr 350 bar, insbesondere mindestens ungefähr 500 bar, speichern.

30

Vorteilhaft ist es, wenn mindestens ein Kilogramm Wasserstoff in dem Druck-
behälter speicherbar ist.

- 10 -

Die erfindungsgemäße Speichervorrichtung kann vorzugsweise als Wechselspeichervorrichtung oder als Bestandteil eines festinstallierten Systems ausgebildet sein.

- 5 Die erfindungsgemäße Speichervorrichtung ermöglicht vorzugsweise einen Speicherinhalt von mindestens ungefähr 4 Gewichtsprozent, das heißt, dass bei einer Gesamtmasse der Speichervorrichtung von beispielsweise 25 kg mindestens 1 kg Wasserstoff in der Speichervorrichtung gespeichert werden kann.
- 10 Durch den Aufbau der erfindungsgemäßen Schutzvorrichtung und/oder der erfindungsgemäßen Speichervorrichtung sowie durch die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Gefahr der Ansammlung von Gasen wirksam verhindert, da die erfindungsgemäße Speichervorrichtung und die erfindungsgemäße Schutzvorrichtung vorzugsweise keine geschlossenen
- 15 Räume aufweisen, in welchen sich Gas sammeln könnte.

- Günstig kann es sein, wenn die Schutzhülle aus einem Material mit gradierter Härte gebildet ist, das heißt, dass sich ausgehend von einer Innenseite der Schutzhülle, mit welcher die Schutzhülle im montierten Zustand an dem
- 20 Druckbehälter anliegt, die Porosität, die Härte und/oder die Elastizität des Materials nach außen hin ändert, beispielsweise zunimmt.

- Vorteilhaft kann es sein, wenn als Material für die Schutzhülle ein geschlossenesporiges Schaumstoffmaterial verwendet wird.
- 25 Vorzugsweise beträgt die Dicke der Schutzhülle mindestens ungefähr 2 cm, insbesondere mindestens ungefähr 3 cm. Ferner kann vorgesehen sein, dass die Dicke der Schutzhülle höchstens ungefähr 5 cm beträgt.

- 30 Vorzugsweise wird die Elastizität der Schutzhülle so gewählt, dass eine Volumenänderung des Druckbehälters bei einer Beladung mit unter Druck stehendem Gas und bei einer Entnahme des Gases aus dem Druckbehälter kompensiert werden kann.

- 11 -

siert wird, so dass die Schutzhülle stets dicht an dem Druckbehälter anliegt und sich die äußeren Abmessungen der Schutzhülle nicht verändern.

Eine beispielsweise als Webhülle ausgebildete Zwischenlage dient insbesondere dem Schutz des Druckbehälters vor äußerer Beschädigung, beispielsweise Beschädigungen in Form von Schnitten oder durch das Eindringen von Gegenständen. Ferner kann durch eine solche Zwischenlage vorzugsweise verhindert werden, dass größere Teile der Schutzhülle von dem Druckbehälter abgestreift werden.

10

Vorzugsweise sind sämtliche Bauteile der Schutzvorrichtung, einschließlich der Transport- und Lagervorrichtung aus sortenreinen Materialien (Kunststoffen/Metalllegierungen) gebildet, so dass eine einfache und umweltfreundliche Demontage und Wiederverwertung möglich sind.

15

Weitere Merkmale und/oder Vorteile der erfindungsgemäßen Schutzvorrichtung, der erfindungsgemäßen Speichervorrichtung und/oder des erfindungsgemäßen Verfahrens sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung und der zeichnerischen Darstellung eines Ausführungsbeispiels.

20

In den Zeichnungen zeigen:

Figur 1 einen schematischen Längsschnitt durch eine Speichervorrichtung zur Speicherung eines unter Druck stehenden Gases;

25

Figur 2 einen schematischen Längsschnitt durch einen Druckbehälter der Speichervorrichtung aus Figur 1;

30

Figur 3 einen schematischen Längsschnitt durch den Druckbehälter der Speichervorrichtung aus Figur 1, mit daran angeordneter Schutzhülle einer Schutzvorrichtung der Speichervorrichtung und temporären Abdeckungen an Anschlussvorrichtungen des Druckbehälters;

- 12 -

Figur 4 einen schematischen Längsschnitt durch den Druckbehälter der Speichervorrichtung aus Figur 1, mit daran angeordneter Schutzhülle, temporären Abdeckungen für die Anschlussvorrichtungen des Druckbehälters und einer zusätzlichen Zwischenlage;

5

Figur 5 eine schematische Seitenansicht einer Speichervorrichtung mit einer Transport- und Lagervorrichtung im montierten Zustand;

10

Figur 6 einen schematischen vertikalen Schnitt durch ein Aufnahmeelement der Transport- und Lagervorrichtung aus Figur 5;

15

Figur 7 eine schematische Darstellung einer Draufsicht auf das Aufnahmeelement aus Figur 6 mit Blickrichtung in Richtung des Pfeiles 7 in Figur 6; und

Figur 8 eine schematische Darstellung einer Draufsicht auf das Aufnahmeelement aus Figur 6 mit Blickrichtung in Richtung des Pfeiles 8 in Figur 6.

20 Gleiche oder funktional äquivalente Elemente sind in sämtlichen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

Eine in den Figuren 1 bis 8 dargestellte, als Ganzes mit 100 bezeichnete Speichervorrichtung umfasst einen Druckbehälter 102 zur Speicherung von unter Druck stehendem Gas, beispielsweise Wasserstoff, eine Schutzvorrichtung 104 zum Schützen des Druckbehälters 102 und eine Transport- und Lagervorrichtung 106 zum Transportieren und Lagern der Kombination aus Druckbehälter 102 und Schutzvorrichtung 104 der Speichervorrichtung 100.

30 Der Druckbehälter 102 ist beispielsweise als Typ-3-Druckbehälter ausgebildet und umfasst als solcher einen Wasserstoff-dichten Metall-Innenbehälter, welcher mit einer Epoxyharz eingelagerten äußeren Glasfasernwicklung umgeben ist.

- 13 -

Der Druckbehälter 102 weist einen mittigen zylindrischen Abschnitt 108 auf, welcher von zwei an den gegenüberliegenden Enden des zylindrischen Abschnitts 108 angeordneten, kalottenförmigen Endabschnitten 110 begrenzt ist.

5

Der zylindrische Abschnitt 108 und die kalottenförmigen Endabschnitte 110 begrenzen einen Innenraum 112 des Druckbehälters 102, in welchem das zu speichernde Gas aufgenommen werden kann.

- 10 Jeder der kalottenförmigen Endabschnitte 110 des Druckbehälters 102 ist mit einer Anschlussvorrichtung 114 versehen, wobei eine in den Figuren 1 bis 4 auf der linken Seite dargestellte Anschlussvorrichtung 114 des Druckbehälters 102 eine Beladevorrichtung 116 zum Beladen des Druckbehälters 102 mit Gas und eine Schnellkupplung 118 zum Anschließen einer Leitung für das dem
- 15 Druckbehälter 102 zuzuführende Gas umfasst.

- Die auf der in den Figuren 1 bis 4 rechten Seite des Druckbehälters 102 angeordnete Anschlussvorrichtung 114 umfasst eine Entnahmevorrichtung 120 zur Entnahme von Gas aus dem Druckbehälter 102 und eine Schnellkupplung 122
- 20 zum Anschließen einer (nicht dargestellten) Entnahmeleitung für das aus dem Druckbehälter 102 zu entnehmende Gas.

- Die Entnahmevorrichtung 120 und die Beladevorrichtung 116 können funktionell auch in einer gemeinsamen Anschlussvorrichtung 114 mit einer Schnell-
- 25 kupplung 118 zusammengefasst sein, so dass nur ein kalottenförmiger Endabschnitt 110 des Druckbehälters 102 mit einer Anschlussvorrichtung 114 ausgerüstet ist.

- Der Druckbehälter 102 ist zum Schutz desselben mittels der Schutzvorrichtung
- 30 104 umgeben.

- 14 -

Die Schutzvorrichtung 104 umfasst eine Schutzhülle 124, welche im Wesentlichen zylinderförmig ausgebildet ist und ein beispielsweise elastisches Schaumstoffmaterial umfasst.

- 5 Die Schutzhülle 124 liegt dicht an dem Druckbehälter 102 an, so dass der Druckbehälter 102 spielfrei in der Schutzhülle 124 der Schutzvorrichtung 104 gehalten ist.

- 10 Die Schutzhülle 124 umgibt den Druckbehälter 102 nicht nur im Bereich des zylindrischen Abschnitts 108, sondern auch in den Bereichen der kalottenförmigen Endabschnitte 110, so dass der Druckbehälter 102 formschlüssig in der Schutzhülle 124 gehalten ist.

- 15 Die Schutzhülle 124 ist insbesondere aufgrund der Materialwahl so ausgebildet, dass eine bei der Beladung und bei der Entladung des Druckbehälters 102 erfolgende Volumenänderung des Druckbehälters 102 von der Schutzhülle 124 aufgenommen wird, so dass die äußeren Abmessungen der Schutzhülle 124 stets zumindest näherungsweise konstant bleiben.

- 20 Für einen zusätzlichen Schutz des Druckbehälters 102 mittels der Schutzvorrichtung 104 umfasst die Schutzvorrichtung 104 eine Zwischenlage 126, welche beispielsweise als eine Webhülle aus GFK-Fasern, CFK-Fasern, Aramidfäden oder Metallfäden gebildet ist und die Schutzhülle 124 umgibt.

- 25 Ferner umfasst die Schutzvorrichtung 104 zum Schutz des Druckbehälters 102 eine Sicherheitshülle 128, welche ein Material umfasst, das sich unter Wärmeeinwirkung zusammenzieht.

- 30 Die Sicherheitshülle 128 ist ebenfalls im Wesentlichen zylinderförmig ausgebildet und umgibt die Zwischenlage 126 der Schutzvorrichtung 104.

Aufgrund der Materialwahl der Sicherheitshülle 128 kann die Zwischenlage 126 mittels der Sicherheitshülle 128 an der Schutzhülle 124 festgelegt werden,

- 15 -

wenn die Sicherheitshülle 128 erwärmt wird und sich hierdurch zusammenzieht.

Wie insbesondere Figur 5 zu entnehmen ist, umfasst die Speichervorrichtung 100 die beispielsweise aus Kunststoff, insbesondere Polypropylen (PP), gebildete Transport- und Lagervorrichtung 106, welche zwei identische, beispielsweise als Spritzgussbauteile ausgebildete, Aufnahmeelemente 130 zum Aufnehmen der Schutzvorrichtung 104 und des darin angeordneten Druckbehälters 102 umfasst.

10

Wie insbesondere Figur 6 zu entnehmen ist, ist jedes der Aufnahmeelemente 130 der Transport- und Lagervorrichtung 106 der Speichervorrichtung 100 im Wesentlichen hohlzylindrisch ausgebildet und umfasst einen Verbindungsabschnitt 132, an welchem die beiden Aufnahmeelemente 130 miteinander verbindbar sind, und anderenends einen Befestigungsbereich 134 mit mehreren, beispielsweise sechs, Befestigungsöffnungen 136.

15

Die Befestigungsöffnungen 136 in dem Befestigungsbereich 134 dienen der Durchführung einer Befestigungsvorrichtung 138 der Transport- und Lagervorrichtung 106, mittels welcher die Aufnahmeelemente 130 aneinander festgelegt werden können.

20

In dem Befestigungsbereich 134 des Aufnahmeelements 130 ist ein plattenförmiges Anslagelement 140 vorgesehen, an welchem im montierten Zustand der Speichervorrichtung 100 die Schutzvorrichtung 104, insbesondere die Schutzhülle 124, anliegt und welches im montierten Zustand der Speichervorrichtung 100 eine unerwünschte Bewegung der Schutzvorrichtung 104 samt Druckbehälter 102 relativ zu den Aufnahmeelementen 130 längs einer Längsmittelachse 164 der Speichervorrichtung 100 verhindert.

25

30

Ein im montierten Zustand der Transport- und Lagervorrichtung 106 durch die Aufnahmeelemente 130 gebildeter Innenraum 142 der Transport- und Lagervorrichtung 106 weist im Wesentlichen dieselben Ausmaße auf wie die Schutz-

- 16 -

vorrichtung 104, so dass die Schutzvorrichtung 104 spielfrei in dem Innenraum 142 der Transport- und Lagervorrichtung 106 aufgenommen werden kann.

- 5 Die Aufnahmeelemente 130 weisen ferner Ausnehmungen 144 in den Anschlagelementen 140 auf, durch welche sich im montierten Zustand der Speichervorrichtung 100 die Anschlussvorrichtungen 114, insbesondere die Schnellkupplungen 118, 122 der Anschlussvorrichtungen 114, erstrecken können.

10

Um eine unbeabsichtigte Beschädigung der Anschlussvorrichtungen 114 zu vermeiden, ist der Befestigungsbereich 134 der Aufnahmeelemente 130 als ein ringförmiger Vorsprung 146 ausgebildet, so dass die durch die Ausnehmungen 144 ragenden Anschlussvorrichtungen 114 geschützt werden.

15

Der Verbindungsabschnitt 132 der Aufnahmeelemente 130 umfasst jeweils eine mindestens sechsteilige Nut-Feder-Verbindung 148 mit mindestens sechs Federn 150 und entsprechend mindestens sechs Nuten 152.

- 20 Mittels der Nut-Feder-Verbindungen 148 kann ein unerwünschtes Verdrehen der Aufnahmeelemente 130 gegeneinander wirksam verhindert werden.

Die Federn 150 und die Nuten 152 sind dabei so ausgebildet, dass ein Verdrehen der Aufnahmeelemente 130 gegeneinander auch dann wirksam verhindert wird, wenn die Aufnahmeelemente 130 an den Verbindungsabschnitten 132 nicht vollständig aneinander anliegen.

25

Hierdurch ist eine Ausgleichsmöglichkeit zum Ausgleichen einer Fertigungstoleranz bei der Fertigung der Schutzvorrichtung 104 und/oder der Transport- und Lagervorrichtung 106 gegeben.

30

Die Federn 150 sind vorzugsweise kleiner als die entsprechenden Nuten 152 ausgebildet, so dass die Nut-Feder-Verbindungen 148 leichtgängig sind.

Die Gesamthöhe h_1 eines jeden Aufnahmeelements 130 ist dabei die Summe der Innenzylinderhöhe h_3 , welche im Wesentlichen der Hälfte der Länge des Innenraums 142 der Transport- und Lagervorrichtung 106 im montierten Zustand derselben entspricht, der Schutzringhöhe h_2 eines Schutzrings 154, welcher durch den Vorsprung 146 in dem Befestigungsbereich 134 der Aufnahmeelemente 130 gebildet wird, und der Toleranzhöhe h_4 der Nut-Feder-Verbindungen 148.

- 10 Die Schutzringhöhe h_2 des Schutzrings 154 wird so gewählt, dass diese größer ist als die Erstreckung der Anschlussvorrichtungen 114 in axialer Richtung der Druckbehälter 102 längs der Längsmittelachse 164 über einen Rand der Schutzvorrichtung 104 hinaus, so dass die Anschlussvorrichtungen 114 nicht über den Befestigungsbereich 134 der Aufnahmeelemente 130 hinausragen.

15

Aufgrund der Toleranzhöhe h_4 kann eine Anpassung an Fertigungstoleranzen sowohl der Schutzvorrichtung 104 als auch der Transport- und Lagervorrichtung 106 erfolgen.

- 20 Grundsätzlich können die Aufnahmeelemente 130 umfangseitig ununterbrochen ausgebildet sein, so dass der Innenraum 142 im montierten Zustand der Transport- und Lagervorrichtung 106 mit Ausnahme der Ausnehmungen 144 geschlossen ausgebildet ist.

- 25 Bei der in den Figuren 5 bis 8 dargestellten Ausführungsform ist hingegen keine solche massive Ausgestaltung vorgesehen. Vielmehr umfasst jedes der Aufnahmeelemente 130 eine Mehrzahl von Druckstäben 156, beispielsweise sechs bis zwölf, Druckstäbe 156, welche den Verbindungsabschnitt 132 mit dem Befestigungsbereich 134 der Aufnahmeelemente 130 verbinden. Zur zusätzlichen Stabilisation der Druckstäbe 156 sind ferner ringförmige Querspannen 158 vorgesehen.
- 30

- 18 -

Wie insbesondere den Figuren 5 und 6 zu entnehmen ist, sind die Befestigungsöffnungen 136 in dem Befestigungsbereich 134 eines jeden Aufnahmeelements 130 mit Mulden 160 versehen, in welchen beispielsweise ungefähr 10 mm bis ungefähr 15 mm breite Spanngurte 162 der Befestigungsvorrichtung 138 im montierten Zustand der Transport- und Lagervorrichtung 106 verlaufen.

Die Spanngurte 162 sind dabei nicht durch bezüglich der Längsmittelachse 164 der Aufnahmeelemente 130 einander gegenüberliegend angeordnete Befestigungsöffnungen 136 geführt, so dass die Spanngurte 162 nicht über die Ausnehmungen 144 in den Aufnahmeelementen 130 laufen und somit ein ungehinderter Zugang zu den Anschlussvorrichtungen 114 des Druckbehälters 102 gewährleistet ist.

Die Herstellung der vorstehend beschriebenen Speichervorrichtung 100 funktioniert wie folgt:

Ein handelsüblicher Druckbehälter 102 mit den Anschlussvorrichtungen 114 (Figur 2) wird zur Anordnung der Schutzhülle 124 dadurch vorbereitet, dass die Anschlussvorrichtungen 114 mit temporären Abdeckungen 166 versehen werden, um bei der Herstellung der Schutzhülle 124 eine Verunreinigung der Anschlussvorrichtung 114 zu verhindern.

Wie insbesondere Figur 3 zu entnehmen ist, wird dann die im Wesentlichen zylinderförmige Schutzhülle 124 auf den Druckbehälter 102 aufgebracht, insbesondere auf denselben aufgeschäumt. Dabei wird vorzugsweise ein Kunststoffmaterial verwendet, welches einen geschlossen-porigen Schaum ergibt, wobei durch eine gradierte Aufbringung der Schutzhülle 124 eine Schaumhärte vorzugsweise nach außen hin zunimmt.

Die Dicke der Schutzhülle 124 beträgt nach deren Fertigstellung vorzugsweise ungefähr 3 cm im Bereich des zylindrischen Abschnitts 108.

- 19 -

Anschließend wird, wie in Figur 4 dargestellt, die Zwischenlage 126 auf die Schutzhülle 124 aufgebracht. Diese beispielsweise als Webhülle ausgebildete Zwischenlage 126 kann dabei mittels einer Niedertemperatur-Schrumpfhülle mit harter Oberfläche in Position gehalten werden.

5

Zur Vervollständigung der Schutzvorrichtung 104 wird die Sicherheitshülle 128 auf die Zwischenlage 126 und die Schutzhülle 124 geschoben und durch Erwärmen der Sicherheitshülle 128 auf der Zwischenlage 126 und der Schutzhülle 124 festgelegt.

10

Anschließend können die temporären Abdeckungen 166 von den Anschlussvorrichtungen 114 entfernt werden.

Die Aufnahmeelemente 130 werden von beiden Seiten auf die Schutzvorrichtung 104 und den darin angeordneten Druckbehälter 102 aufgeschoben, so dass die Schutzvorrichtung 104 mit dem Druckbehälter 102 in dem Innenraum 142 der Transport- und Lagervorrichtung 106 spielfrei aufgenommen ist.

Durch die Befestigungsöffnungen 136 in den Befestigungsbereichen 134 wird nun eine Vielzahl von Spanngurten 162 der Befestigungsvorrichtung 138 geführt und anschließend gespannt, wodurch die Aufnahmeelemente 130 gegeneinander gepresst werden und so aneinander festgelegt werden.

Ein Verdrehen der Aufnahmeelemente 130 relativ zueinander ist aufgrund der ineinandergreifenden Nut-Feder-Verbindungen 148 wirksam verhindert.

Die so hergestellte Speichervorrichtung 100 ermöglicht eine sichere Speicherung von unter Druck stehendem Gas in dem Druckbehälter 102 aufgrund der Schutzvorrichtung 104.

30

Insbesondere dann, wenn die Befestigungsöffnungen 136 in den Befestigungsbereichen 134 der Aufnahmeelemente 130 groß genug ausgebildet sind,

- 20 -

können die Befestigungsöffnungen 136 als Griffe 168 dienen, so dass eine einfachere Handhabung der Speichervorrichtung 100 möglich ist.

Insbesondere aufgrund der Transport- und Lagervorrichtung 106 ist dann eine
5 besonders einfache Handhabung der Speichervorrichtung 100 möglich.

Die Speichervorrichtung 100 ist für den Einsatz sowohl als ortsfester als auch als ortsbeweglicher Speicher vorgesehen.

Bezugszeichenliste

100	Speichervorrichtung
102	Druckbehälter
104	Schutzvorrichtung
106	Transport- und Lagervorrichtung
108	zylindrischer Abschnitt
110	kalottenförmiger Endabschnitt
112	Innenraum
114	Anschlussvorrichtung
116	Beladevorrichtung
118	Schnellkupplung
120	Entnahmevorrichtung
122	Schnellkupplung
124	Schutzhülle
126	Zwischenlage
128	Sicherheitshülle
130	Aufnahmeelement
132	Verbindungsabschnitt
134	Befestigungsbereich
136	Befestigungsöffnung
138	Befestigungsvorrichtung
140	Anschlagelement
142	Innenraum
144	Ausnehmung
146	Vorsprung
148	Nut-Feder-Verbindung
150	Feder
152	Nut
154	Schutzring
156	Druckstäbe
158	ringförmiger Querspant

- 22 -

160	Mulde
162	Spanngurte
164	Längsmittelachse
166	temporäre Abdeckung
168	Griff
h_1	Gesamthöhe
h_2	Schutzringhöhe
h_3	Innenzylinderhöhe
h_4	Toleranzhöhe

Patentansprüche

1. Schutzvorrichtung (104) für einen Druckbehälter (102) zur Speicherung eines unter Druck stehenden Gases, umfassend
 - eine Schutzhülle (124) zur Umhüllung des Druckbehälters (102) und
 - eine Sicherheitshülle (128) zur Umhüllung der Schutzhülle (124), wobei die Sicherheitshülle (128) ein Material umfasst, das sich unter Wärmeeinwirkung zusammenzieht.
2. Schutzvorrichtung (104) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzhülle (124) ein Schaumstoffmaterial umfasst.
3. Schutzvorrichtung (104) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzhülle (124) formschlüssig an dem Druckbehälter (102) festlegbar oder festgelegt ist.
4. Schutzvorrichtung (104) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sicherheitshülle (128) ein Kunststoffmaterial, insbesondere ein vernetztes Kunststoffmaterial, umfasst.
5. Schutzvorrichtung (104) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Sicherheitshülle (128) zumindest abschnittsweise als ein Schrumpfschlauch ausgebildet ist.
6. Schutzvorrichtung (104) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Schutzhülle (124) und der Sicherheitshülle (128) mindestens eine zusätzliche, die Schutzhülle (124) umgebende Zwischenlage (126) angeordnet ist.

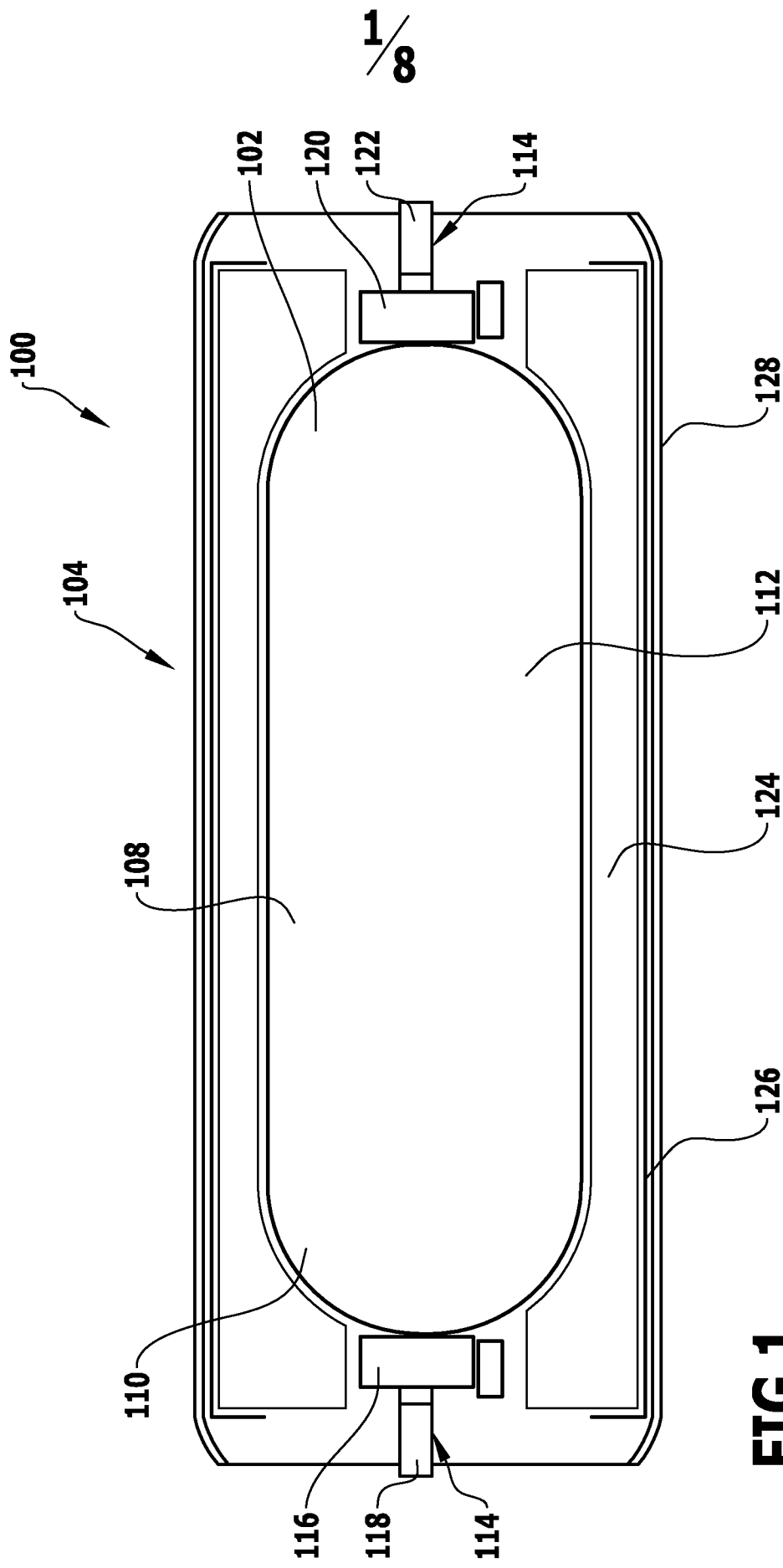
- 24 -

7. Schutzvorrichtung (104) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Zwischenlage (126) Fasern und/oder ein gewebtes Material umfasst.
8. Schutzvorrichtung (104) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzvorrichtung (104) eine Transport- und Lagervorrichtung (106) umfasst, welche mindestens zwei lösbar miteinander verbindbare Aufnahmeelemente (130) zum Aufnehmen der Schutzvorrichtung (104) und des darin angeordneten Druckbehälters (102) umfasst.
9. Schutzvorrichtung (104) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens zwei Aufnahmeelemente (130) miteinander identisch sind.
10. Schutzvorrichtung (104) nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass in mindestens einem der Aufnahmeelemente (130) mindestens eine Ausnehmung (144) zur Durchführung mindestens einer Anschlussvorrichtung (114) des Druckbehälters (102) vorgesehen ist.
11. Schutzvorrichtung (104) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Transport- und Lagervorrichtung (106) mindestens einen Vorsprung (146) aufweist, welcher sich im montierten Zustand der Schutzvorrichtung (104) in einer Richtung weiter von dem Druckbehälter (102) weg erstreckt, als eine Anschlussvorrichtung (114) des Druckbehälters (102) sich in dieser Richtung von dem Druckbehälter (102) weg erstreckt.
12. Speichervorrichtung (100) zur Speicherung eines unter Druck stehenden Gases, umfassend mindestens einen Druckbehälter (102) und mindestens eine Schutzvorrichtung (104) nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

- 25 -

13. Verfahren zum Schützen eines Druckbehälters (102), umfassend:
 - Anordnen einer Schutzhülle (124) an dem Druckbehälter (102);
 - Anordnen einer Sicherheitshülle (128) an der Schutzhülle (124), wobei die Sicherheitshülle (128) ein Material umfasst, welches sich unter Wärmeeinwirkung zusammenzieht.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Sicherheitshülle (128) erwärmt wird, um die Sicherheitshülle (128) an der Schutzhülle (124) festzulegen.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass vor der Durchführung des Erwärmungsvorgangs mindestens eine Zwischenlage (126) zwischen die Schutzhülle (124) und die Sicherheitshülle (128) eingebracht wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckbehälter (102) zur Herstellung der Schutzhülle (124) mit einem Schaumstoff umschäumt wird.

* * *



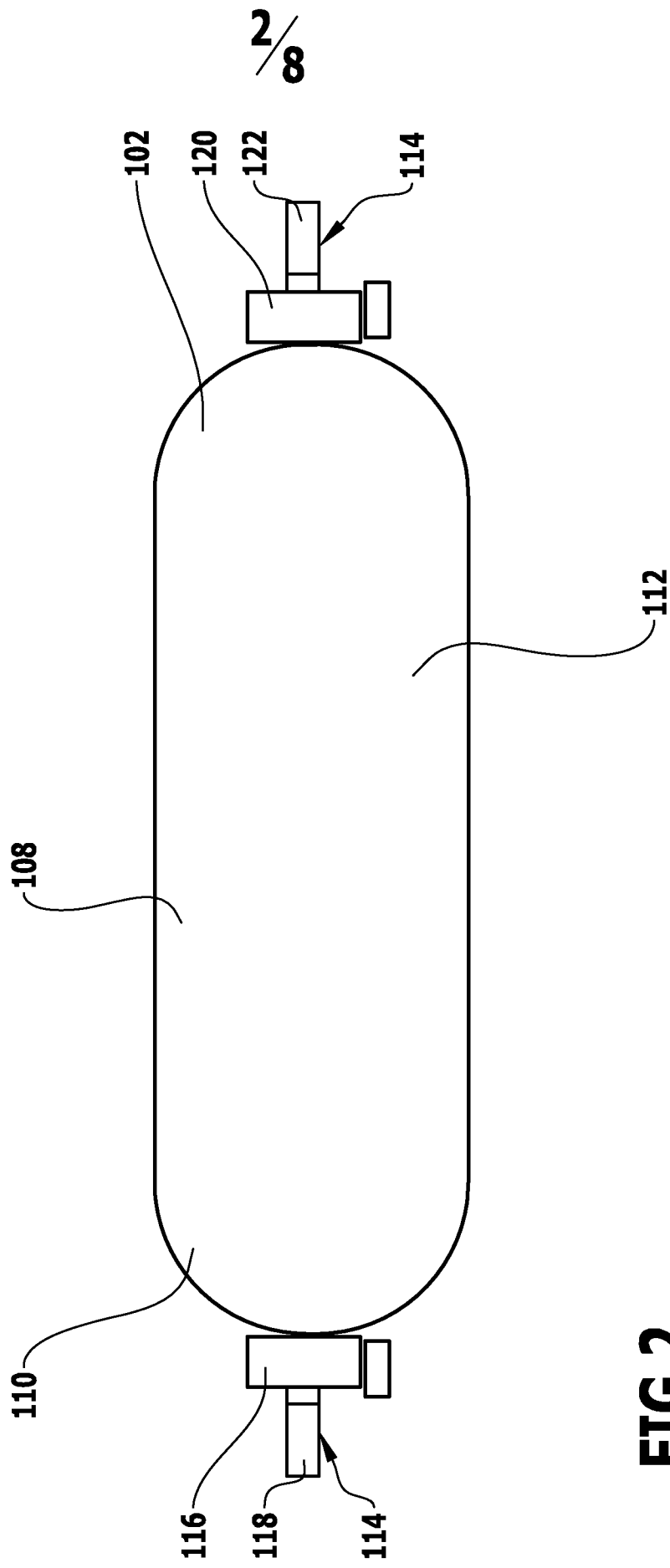


FIG. 2

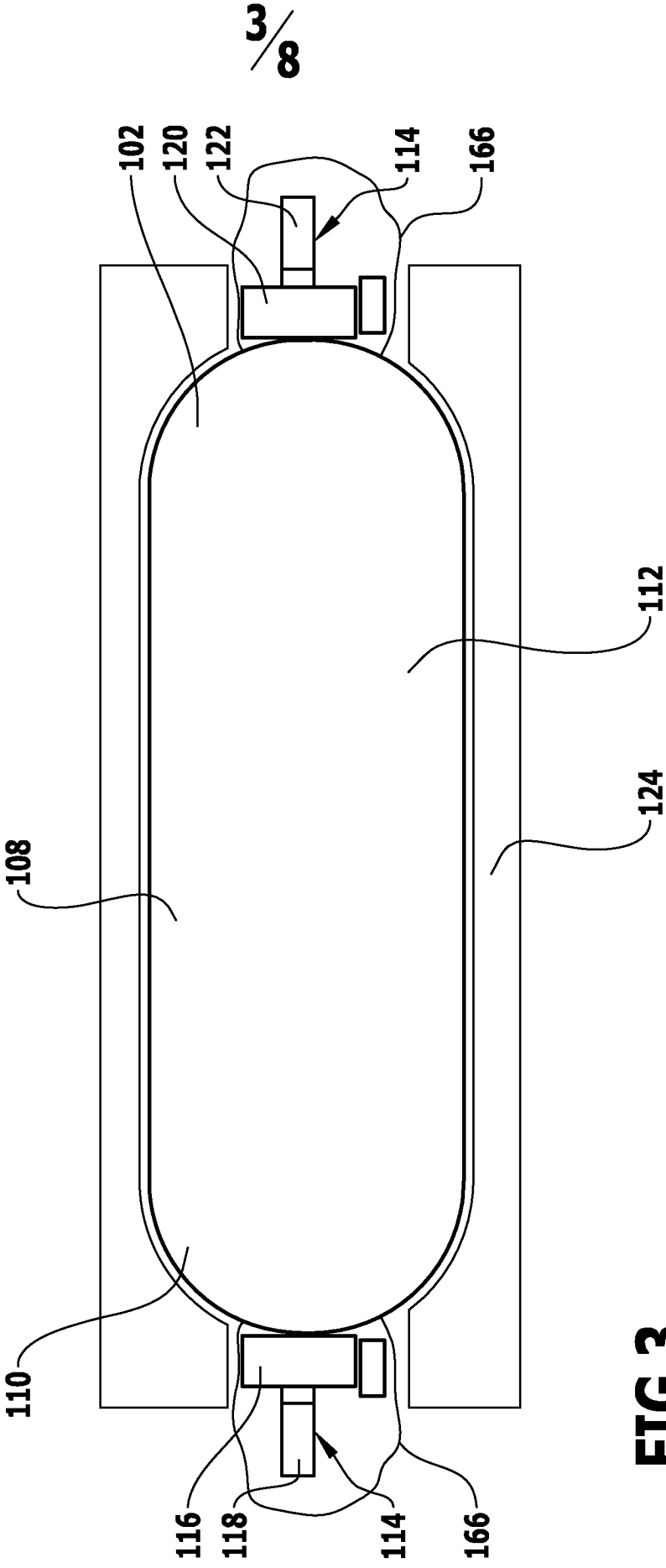


FIG. 3

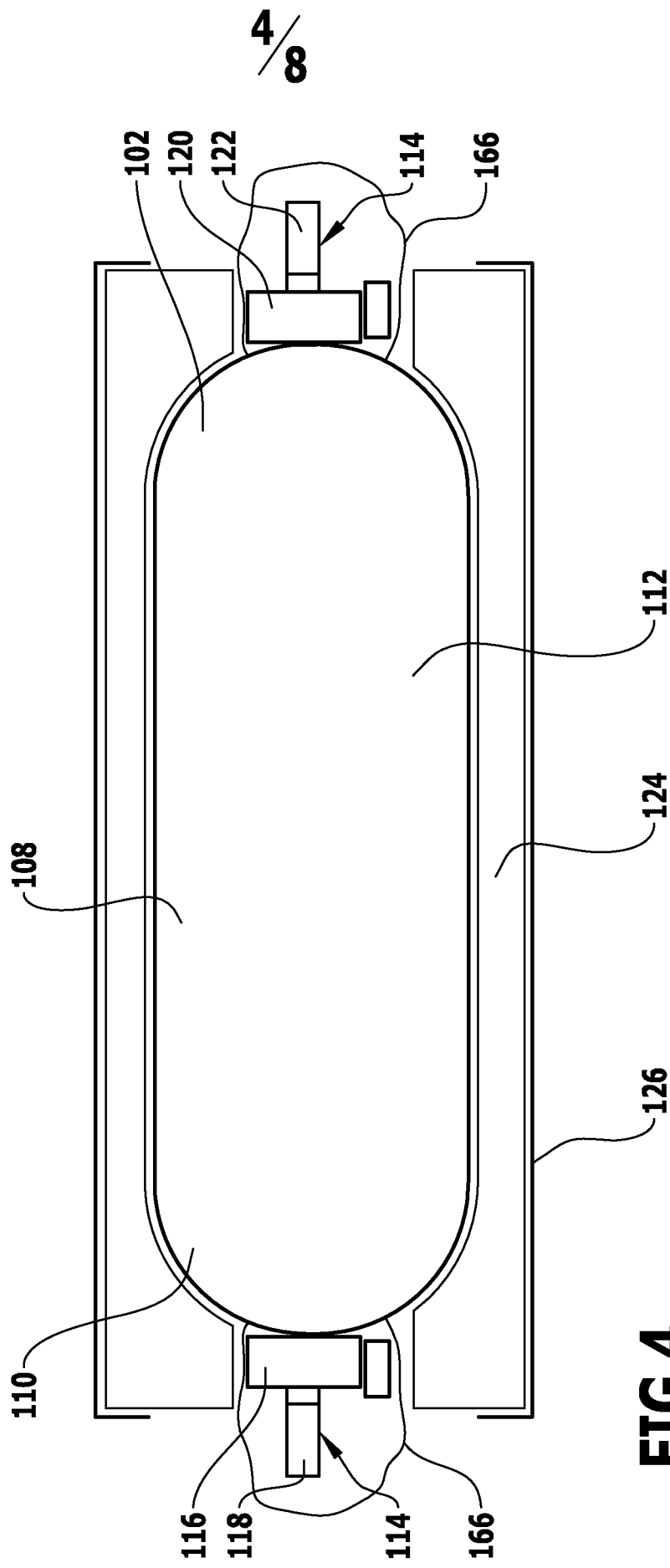


FIG.4

5/8

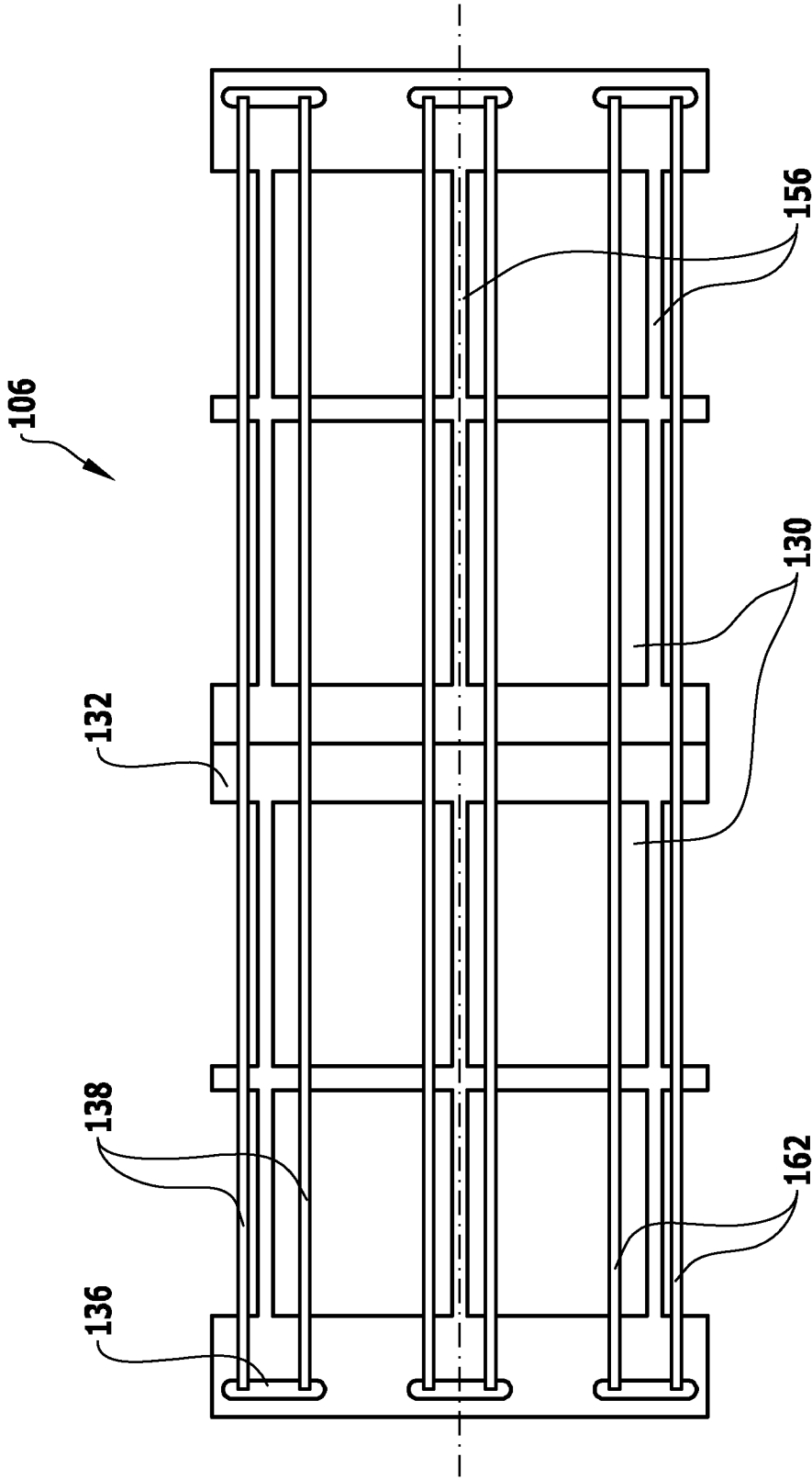


FIG. 5

6/8

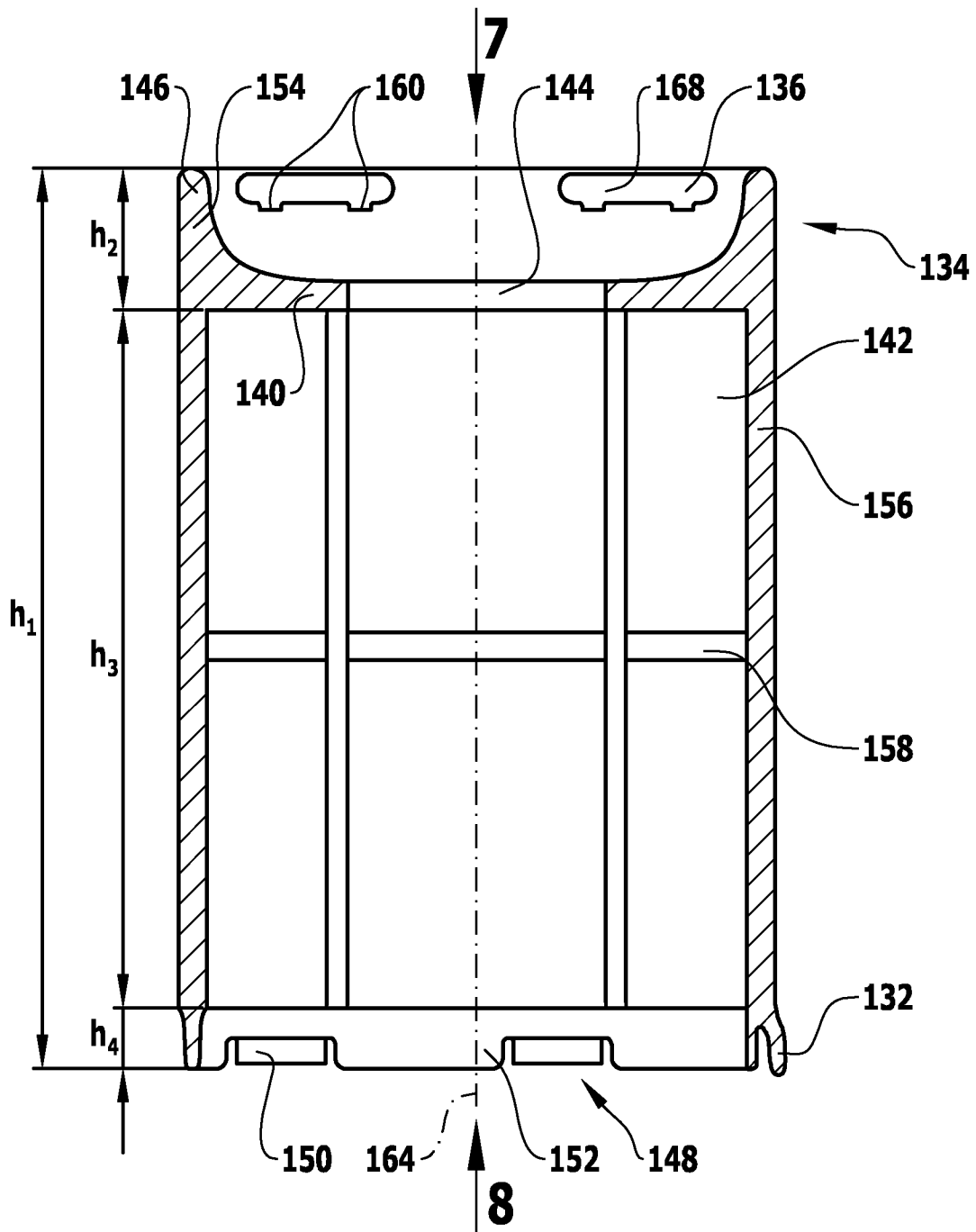


FIG.6

7/8

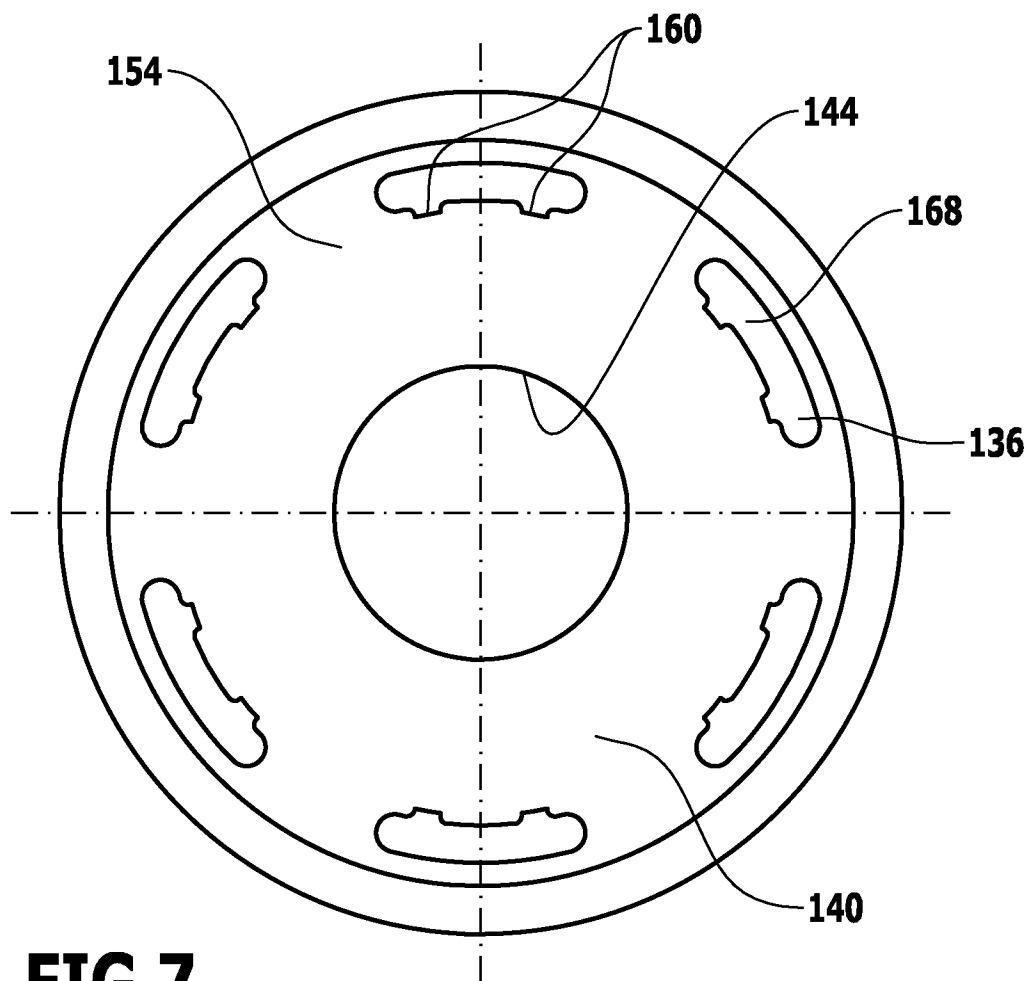


FIG.7

8/8

