

(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
02. August 2018 (02.08.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/137891 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C01B 3/00 (2006.01) C01B 3/22 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/025004

(22) Internationales Anmeldedatum:
09. Januar 2018 (09.01.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 000 634.2
24. Januar 2017 (24.01.2017) DE

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

(72) Erfinder: ADLER, Robert; Lorenz-Steiner-Gasse 34,
2201 Gerasdorf (AT). STEPHAN, Markus; Raitlstraße
59, 2392 Dornbach (AT). RASCH, Markus; Hauptstraße
263/9, 2392 Sulz im Wienerwald (AT). GRUBER, Sarah;
Kunigundbergstraße 4, 2380 Perchtoldsdorf (AT).

(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,
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).

(54) Title: PROVIDING GASEOUS HYDROGEN

(54) Bezeichnung: BEREITSTELLUNG VON GASFÖRMIGEM WASSERSTOFF

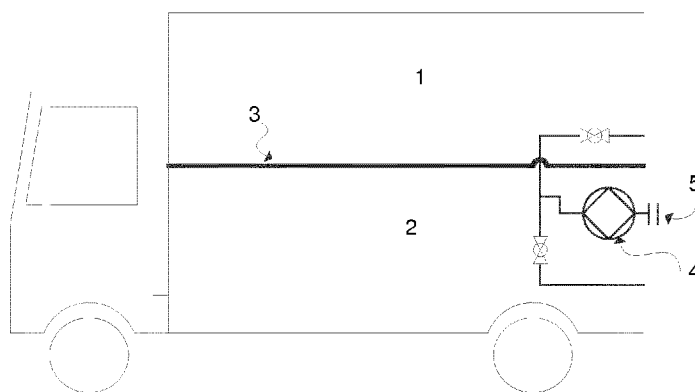


FIG 1

(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for providing gaseous hydrogen for filling a receiving tank. A hydrogenated organic liquid hydrogen carrier is supplied from a storage tank to a dehydrogenator, where hydrogen is released. The hydrogen is condensed by a condenser and is temporarily stored in a constant-pressure store or is directly transferred into a receiving tank on a dispensing column, wherein the dehydrogenated liquid organic hydrogen carrier is recirculated into the storage tank after the hydrogen is released.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bereitstellung von gasförmigem Wasserstoff für die Betankung von einem Empfängertank, wobei ein hydrierter flüssiger organischer Wasserstoffträger aus einem Speichertank einem Dehydrierer zugeführt wird und dort Wasserstoff freigesetzt wird. Und wobei der Wasserstoff über einen Verdichter verdichtet wird und in einem Konstantdruckspeicher zwischengespeichert wird oder direkt an einer Zapfsäule in einen Empfängertank überführt wird wobei der dehydrierte flüssige organische Wasserstoffträger, nach der Freisetzung des Wasserstoff in den Speichertank zurückgeführt wird.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2018/137891 A1

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Beschreibung

Bereitstellung von gasförmigem Wasserstoff

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bereitstellung von gasförmigem Wasserstoff für die Betankung von einem Empfängertank.

5

Herkömmliche Wasserstofftankstellen werden bisher über einen Speichertank in dem flüssiger oder gasförmiger Wasserstoff eingespeichert wird mit Wasserstoff zur Betankung von Fahrzeugen oder weiteren mobilen Speichertanks, insbesondere von Gasflaschen, versorgt.

10 Die Speicherdichte von gasförmigem Wasserstoff ist jedoch abhängig vom Druck des eingelagerten Wasserstoffs. Zur Herstellung und Aufrechthaltung dieses Drucks sind große Druckbehälter und leistungsstarke Verdichter notwendig.

Flüssiger Wasserstoff verfügt über eine höhere Speicherdichte hat jedoch aufgrund der notwendigen tiefkalten Lagerung Nachteile bei der Aufrechterhaltung der niedrigen

15 Temperaturen und dem etwaigen Anfallen von Abdampfverlusten (Boil-off Gas).

Beide Lagerformen haben insbesondere Nachteile, wenn die Speichertanks der Tankstellen befüllt werden, da beim Transport immer Verluste an Wasserstoff entweder durch Boil-Off Gas oder durch unvollständige Entleerung des Gasspeichers entstehen.

20 Vorteile beim Transport von Wasserstoff weisen flüssige organische Wasserstoffträger auf. Flüssige organische Wasserstoffträger, auch oft als LOHC (liquid organic hydrogen carrier) bezeichnet, sind Stoffe welche mit Wasserstoff hydriert werden können. Flüssige organische Wasserstoffträger können im hydrierten Zustand direkt als Treibstoff in einer Verbrennungsmaschine eingesetzt werden oder nur als

25 Wasserstoffspeicher. Wird bei der Verwendung der flüssigen organischen Wasserstoffträger als Speichermaterial Wasserstoff benötigt, wird dieser durch Dehydrierung freigesetzt. Die flüssigen organischen Wasserstoffträger sind bevorzugt sowohl im hydrierten als auch dehydrierten Zustand flüssig. So können die Stoffe einfach gelagert und transportiert werden.

30

Als flüssige organische Wasserstoffträger wird unter anderem Dibenzyltoluol eingesetzt. Es eignen sich jedoch auch dibenzyltoluolhaltige Stoffe. Zudem können bevorzugt kohlenwasserstoffhaltige Verbindungen, welche aromatische Gruppen

und/oder Mehrfachbindungen enthalten, eingesetzt werden, wenn eine signifikante Anzahl an Wasserstoff gebunden werden kann, welches unter Umgebungsbedingungen nicht abgespalten wird. Dazu zählen insbesondere Ethylcarbazolverbindungen oder Methylcyclohexanverbindungen.

- 5 Die flüssigen organischen Wasserstoffträger weisen im hydrierten Zustand eine Sättigung von 0,1 bis 20 %, insbesondere 5 bis 10 % und bevorzugt 7 % Wasserstoff auf. Bei den Prozentangaben handelt es sich um Prozentangaben basierend auf dem Gewicht, also Gewichtsprozent (Gew.-%).
- 10 Sowohl die Hydrierung als auch die Dehydrierung des Stoffes erfolgt in der Regel durch Katalyse und bei hohen Temperaturen (100 – 400 °C) und erhöhten Drücken (1 bis 70 bar), weshalb sich die flüssigen organischen Wasserstoffträger in normaler Umgebung als stabile Speichersysteme erweisen. Der Wasserstoff wird unter normalen Lagerbedingungen (Umgebungsbedingungen) nicht abgegeben, der
- 15 Wasserstoff ist fest gebunden und kann nicht verdampfen.
Aus diesen Gründen eignen sich LOHCs auch für den Transport von Wasserstoff. LOHCs können mit herkömmlichen Tankwagen und Pumpen transportiert und gefördert werden. Vorteilhafterweise gelten LOHCs als Flüssigkeiten mit einer niedrigen Gefahrenstufe, so dass keine wesentlichen anderen Anforderungen an
- 20 Tanks und Transportfahrzeuge gestellt werden, im Vergleich zu Benzin oder Diesel.

Nachteilig daran ist, dass zur Betankung von Fahrzeugen oder Speichertanks mit gasförmigem Wasserstoff der Wasserstoff erst freigesetzt werden muss.

- 25 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb eine Vorrichtung und ein Verfahren anzugeben mit dem die Bereitstellung von gasförmigem Wasserstoff für die Betankung von einem Empfängertank möglich ist.
Als weitere Aufgabe kann der einfache Transport des Wasserstoffs betrachtet werden.
- 30 Zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe wird eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 offenbart und ein Verfahren zum Betrieb der Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruch 7. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den entsprechenden Unteransprüchen angegeben und werden nachfolgend beschrieben.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bereitstellung von gasförmigem Wasserstoff für die Betankung von einem Empfängertank, umfasst

- mindestens einen Speichertank für einen flüssigen organischen Wasserstoffträger,
 - 5 - mindestens eine Vorrichtung zur Dehydrierung des flüssigen organischen Wasserstoffträgers, die mit dem Speichertank in Verbindung steht,
 - mindestens einen Verdichter zur Erhöhung des Drucks des gasförmigen Wasserstoffs, welcher mit dem Dehydrierer in Verbindung steht,
 - mindestens eine Konstantdruckspeichervorrichtung zur Zwischenlagerung
 - 10 gasförmigen Wasserstoffs, welche mit dem Dehydrierer in Verbindung steht
 - mindestens eine Zapfsäule zur Abgabe von Wasserstoff an den Empfängertank, welche mit der Konstantdruckspeichervorrichtung und dem Dehydrierer in Verbindung steht.
- 15 Der Speichertank für den flüssigen organischen Wasserstoffträger ist vorteilhafterweise durch eine Membran in zwei Bereich aufgeteilt, wobei ein Teil für hydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträger, also mit Wasserstoff beladenem flüssigen organischen Wasserstoffträger, verwendet wird und der zweite Teil für dehydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträger, entladene flüssigen organischen Wasserstoffträger.
- 20 So muss nur ein Speicherbehälter bereitgestellt werden.
- Die Membran besteht bevorzugt aus synthetischem Polymermaterial und weist insbesondere eine Dicke von 2 bis 10 mm auf.
- Vorteilhafterweise ist die Membran als Blase ausgeführt.
- In einer anderen Ausführungsform steht die Membran vorteilhafterweise beweglich mit
- 25 den Wänden des Speichertanks in Verbindung. So kann das Volumen der beiden Bereiche variiert werden.
- Die Membran ist dazu bevorzugt als Flachmembran oder Trennscheibe ausgeführt und so gegenüber der Speicherwand abgedichtet, dass der dehydrierte und der hydrierte organische flüssige Wasserstoffträger voneinander getrennt sind.
- 30 Bei der Vorrichtung zur Dehydrierung von flüssigen organischen Wasserstoffträgern handelt es sich bevorzugt um einen Reaktor, welcher beheizbar ist und einen Katalysator enthält. Die Dehydrierung findet vorteilhafterweise bei 0-5 bar und einer Temperatur von 150-390 °C statt. Bei der Dehydrierung wird der Wasserstoff vom
- 35 flüssigen organischen Wasserstoffträger abgetrennt. Der dehydrierte Träger ist

bevorzugt weiterhin flüssig und wird gesammelt und bevorzugt recycelt. Der Wasserstoff ist gasförmig und wird an einen Verdichter weitergeleitet.

Als Verdichter wird bevorzugt ein ionischer Verdichter verwendet. Der Wasserstoff
5 kann dabei auf einen Druck von 0 bis 950 bar verdichtet werden.

Als Konstantdruckspeicher oder Konstantdruckspeichervorrichtung wird eine Speichereinrichtung verstanden, in welcher der gasförmige Wasserstoff trotz variierender Menge bei gleichem Druck gehalten wird, indem das Speichervolumen
10 verringert wird. Ein Konstantdruckspeicher, kann aus einem oder mehreren Speicherbehältern aufgebaut sein. Das Volumen wird durch Verschieben eines Kolbens, einer Membran oder Blase verändert. Als hydraulische Flüssigkeit zur Aufrechterhaltung des Drucks kann Wasser verwendet werden oder wie in diesem Fall bevorzugt dehydrierter flüssiger organischer Wasserstoffträger. Vorteilhafterweise steht
15 der mindestens eine Konstantdruckspeicher über mindestens eine Pumpe und mindestens einen Filter mit dem Bereich des dehydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträgers des Speichertanks in Verbindung.

Verfahrensseitig wird zur Bereitstellung von gasförmigen Wasserstoff für die
20 Betankung von einem Empfängertank, hydrierter flüssiger organischer Wasserstoffträger aus einem Speichertank einem Dehydrierer zugeführt und dort Wasserstoff freigesetzt, wobei der Wasserstoff über einen Verdichter verdichtet wird und in einem Konstantdruckspeicher zwischengespeichert wird oder direkt an einer Zapfsäule in einen Empfängertank überführt wird, wobei der dehydrierte flüssige
25 organische Wasserstoffträger, nach der Freisetzung des Wasserstoff in den Speichertank zurückgeführt wird.

Vorteilhafterweise umfasst der Speichertank einen Bereich für den hydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträger und einen Bereich für flüssigen organischen Wasserstoffträger, wobei die Bereiche durch eine Membran getrennt sind.

30 Bevorzugt wird zur Aufrechterhaltung des Drucks im Konstantdruckspeicher dehydrierte flüssiger organischer Wasserstoffträger verwendet und dieser dazu während eines Ausspeichervorgangs über eine Pumpe in den Konstantdruckspeicher gefördert und während eines Einspeichervorgangs über einen Filter zurück in den
35 Speichertank gefördert.

Unter einem Ausspeichervorgang wird die Abgabe von Wasserstoff aus dem Konstantdruckspeicher verstanden. Um den Druck des Wasserstoff konstant zu halten, muss während der Abgabe des Wasserstoff das Volumen verringert werden, weshalb hydraulische Flüssigkeit, bevorzugt dehydrierte flüssiger organischer Wasserstoffträger, aus einem Vorratsbehälter, bevorzugt aus einem erfindungsgemäßen geteilten Speichertank in den Konstantdruckspeicher gepumpt wird. Während eines Einspeichervorgangs wird Wasserstoff in den Konstantdruckspeicher eingespeichert. Das Volumen für den Wasserstoff wird vergrößert, die hydraulische Flüssigkeit wird zurück in den Vorratsbehälter geführt, bevorzugt wird also der dehydrierte flüssige organische Wasserstoffträger zurück in den Speicherbehälter gefördert. Falls Undichtigkeiten innerhalb des Konstantdruckspeichers aufgetreten sind, würde dieser mit Wasserstoff verunreinigt sein. Der Wasserstoff wird deshalb bevorzugt über einen Filter vor der Rückführung in den Speicherbehälter abgetrennt.

Der Verdichter steht deshalb bevorzugt sowohl mit dem Konstantdruckspeicher als auch mit der Zapfsäule in Verbindung. Diese bedeutet, dass Wasserstoff nach der Verdichtung direkt an einen Empfängertank abgegeben werden kann oder in einem Konstantdruckspeicher zwischengespeichert werden kann. Dies erhöht die Flexibilität des Verfahrens und der Vorrichtung. In einem anderen Ausführungsbeispiel kann die Zapfsäule aber auch nur mit dem Konstantdruckspeicher in Verbindung stehen. Dies bedeutet, dass der Wasserstoff direkt in den Konstantdruckspeicher eingespeichert wird und nur von dort über die Zapfsäule an den Empfängertank abgegeben wird.

Vorteilhafterweise wird der Speichertank durch ein Fahrzeug betankt, dessen Vorratstank durch eine Membran in einen Bereich für hydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträger und einen weiteren Bereich für dehydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträger unterteilt ist und dass bei Befüllung des Speichertanks hydrierter flüssiger organische Wasserstoff vom Vorratstank insbesondere über eine im Fahrzeug installierte Pumpe in den Speichertank überführt wird und zeitgleich oder versetzt dazu dehydrierter flüssiger organischer Wasserstoffträger aus dem Speichertank in den Bereich des Fahrzeugs für dehydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträgers überführt wird. Bevorzugt ist die Membran im Vorratstank beweglich angebracht oder als Blase ausgestaltet. Das Volumen der Bereiche im Fahrzeug ist deshalb flexibel an die jeweils vorhandenen Mengen an flüssigen organischen Wasserstoffträger

anpassbar. Derartige Fahrzeuge bieten den Vorteil, dass keine Leerfahrten notwendig sind. Beim Antransport von hydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträgern, kann der Bereich für diese Flüssigkeit maximal sein. Wird dieser dann an einen stationären Speichertank überführt, kann die Membran flexibel bewegt werden und dehydrierter

5 flüssiger organischer Wasserstoffträger aufgenommen werden. So können auch mehrere stationäre Speichertanks hintereinander befüllt oder respektive entleert werden ohne, dass ein separates Transportfahrzeug notwendig ist. Der dehydrierte flüssige organische Wasserstoffträger kann zentral an einem Ort gesammelt werden und wieder hydriert werden. Dies bietet den Vorteil, dass die Hydrierung direkt an dem

10 Ort der Wasserstoffproduktion erfolgen kann und so der Transport von gasförmigem Wasserstoff über weite Wegstrecken in großen Mengen vermieden werden kann. Wird die Hydrierung des flüssigen Wasserstoffträgers beispielsweise an einem Ort zentral durchgeführt kann die bei der Hydrierung entstehende Abwärme endotherme Prozesse zur Wasserstoffgewinnung, beispielsweise für die Dampfreformierung

15 eingesetzt werden.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sollen nachfolgend bei der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Figuren erläutert werden. Es zeigen:

- 20 Fig. 1 eine Schnittansicht eines erfindungsgemäßen Fahrzeuges zum Transport von flüssigem organischen Wasserstoffträger
- Fig. 2 eine schematische Ansicht einer Vorrichtung zur Bereitstellung von Wasserstoff.

25 Figur 1 zeigt schematisch ein Fahrzeug, in welchem gleichzeitig hydrierter und dehydrierter flüssiger organischer Wasserstoffträger transportiert werden kann. Es ist ein Bereich 1 vorhanden, in welchem dehydrierter flüssiger organischer Wasserstoffträger gespeichert wird und ein Bereich 2 in welchem hydrierter flüssiger organischer Wasserstoffträger transportiert werden kann. Die beiden Bereiche sind

30 durch eine Membran 3 getrennt. Diese ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als Flachmembran ausgebildet und schließt mit der Wand des Transportbehälters ab. Die Membran 3 ist jedoch beweglich angebracht, so dass die Bereiche 1 und 2 jeweils nach Bedarf vergrößert oder verkleinert werden können. Dargestellt sind zudem eine Pumpe 4 mit welcher hydrierter flüssiger organischer Wasserstoffträger in einen

stationären Speicherbehälter überführt werden kann und ein Kupplung 5 zur Verbindung eines stationären Speicherbehälters mit dem Fahrzeug.

Figur 2 zeigt schematisch eine Vorrichtung zur Bereitstellung von gasförmigem Wasserstoff. Ein Speicherbehälter ist in einen Bereich 1, in welchem dehydrierter flüssiger organischer Wasserstoffträger gespeichert wird, und in einen Bereich 2, in welchem hydrierter flüssiger organischer Wasserstoffträger gespeichert wird, aufgeteilt. Die beiden Bereiche sind durch eine Membran 3 getrennt. Diese ist im dargestellten Ausführungsbeispiel als Flachmembran ausgebildet und schließt mit der Wand des Speicherbehälters ab. Die Membran 3 ist jedoch beweglich, so dass die Bereiche 1 und 2 jeweils nach Bedarf vergrößert oder verkleinert werden können. An den Speicherbehälter angeschlossen ist ein Dehydrierer 6, in welchem der Wasserstoff von hydriertem flüssigem organischem Wasserstoffträger abgespalten wird. Der entstehende gasförmige Wasserstoff wird in einem Verdichter 7 verdichtet und direkt über eine Zapfsäule 8 an einen Empfängertank abgegeben oder in einem Konstantdruckspeicher 9 zwischengespeichert. Der dehydrierte flüssige organische Wasserstoffträger wird aus dem Dehydrierer 6 in den Bereich 1 des Speicherbehälters geführt (nicht dargestellt).

Der dehydrierte flüssige organische Wasserstoffträger kann über Pumpe 11 zur Aufrechterhaltung des Drucks im Konstantdruckspeicher 9 verwendet werden. Wenn Wasserstoff in den Konstantdruckspeicher 9 eingespeichert wird kann dehydrierter flüssiger organischer Wasserstoffträger über einen Filter 10 wieder in den Speicherbehälter zurückgeführt werden. Der Filter 10 dient der Abtrennung von gasförmigem Wasserstoff oder anderen Fremdstoffen.

25

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bereitstellung von gasförmigen Wasserstoff für die Betankung von einem Empfängertank, umfassend
 - 5 - mindestens einen Speichertank, für einen flüssigen organischen Wasserstoffträger,
 - mindestens eine Vorrichtung zur Dehydrierung (6) des flüssigen organischen Wasserstoffträgers, die mit dem Speichertank in Verbindung steht,
 - 10 - mindestens einen Verdichter (7) zur Erhöhung des Drucks des gasförmigen Wasserstoffs, welcher mit dem Dehydrierer in Verbindung steht,
 - mindestens eine Konstantdruckspeichervorrichtung (9) zur Zwischenlagerung gasförmigen Wasserstoffs, welche mit dem Dehydrierer (6) in Verbindung steht
 - 15 - mindestens eine Zapfsäule (8) zur Abgabe von Wasserstoff an den Empfängertank, welche mit der Konstantdruckspeichervorrichtung (9) und dem Dehydrierer (6) in Verbindung steht.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Speichertank für flüssigen organischen Wasserstoffträger durch eine Membran (3) in zwei
 - 20 Bereich aufgeteilt ist wobei ein Teil für hydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträger (2) verwendet wird und der zweite Teil für dehydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträger (1).
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (3)
 - 25 aus synthetischem Polymermaterial besteht und insbesondere eine Dicke von 2 bis 10 mm aufweist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (3) als Blase ausgeführt ist.
- 30 5. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran (3) beweglich mit den Wänden des Speichertanks in Verbindung steht.

- 5 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Konstantdruckspeichervorrichtung (9) über mindestens eine Pumpe (11) und mindestens einen Filter (10) mit dem Bereich des dehydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträgers (1) des Speichertanks in Verbindung steht.
- 10 7. Verfahren zur Bereitstellung von gasförmigen Wasserstoff für die Betankung von einem Empfängertank, dadurch gekennzeichnet, dass ein hydrierter flüssiger organischer Wasserstoffträger aus einem Speichertank einem Dehydrierer (6) zugeführt wird und dort Wasserstoff freigesetzt wird und wobei der Wasserstoff über einen Verdichter (7) verdichtet wird und in einer Konstantdruckspeichervorrichtung (9) zwischengespeichert wird oder direkt an einer Zapfsäule (8) in einen Empfängertank überführt wird wobei der dehydrierte flüssige organische Wasserstoffträger, nach der Freisetzung des
- 15 Wasserstoff in den Speichertank zurückgeführt wird.
- 20 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Speichertank einen Bereich für den hydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträger (2) und einen Bereich für dehydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträger (1) umfasst, wobei die Bereiche durch eine Membran (3) getrennt sind.
- 25 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Aufrechterhaltung des Drucks im Konstantdruckspeicher (9) dehydrierter flüssiger organischer Wasserstoffträger verwendet wird und dieser dazu während eines Ausspeichervorgangs über eine Pumpe (11) in den Konstantdruckspeicher (9) gefördert wird und während eines Einspeichervorgangs über einen Filter (10) zurück in den Speichertank gefördert wird.
- 30 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Speichertank durch ein Fahrzeug betankt wird, dessen Vorratstank durch eine Membran in einen Bereich für hydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträger und einen weiteren Bereich für dehydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträger unterteilt ist und dass bei Befüllung des
- 35 Speichertanks hydrierter flüssiger organischer Wasserstoff vom Vorratstank insbesondere über eine im Fahrzeug installierte Pumpe in den Speichertank überführt wird und zeitgleich oder versetzt dazu dehydrierter flüssiger

organischer Wasserstoffträger aus dem Speichertank in den Bereich des Fahrzeugs für dehydrierten flüssigen organischen Wasserstoffträgers überführt wird.

- 5 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Membran im Vorratstank beweglich angebracht ist oder als Blase ausgestaltet ist.

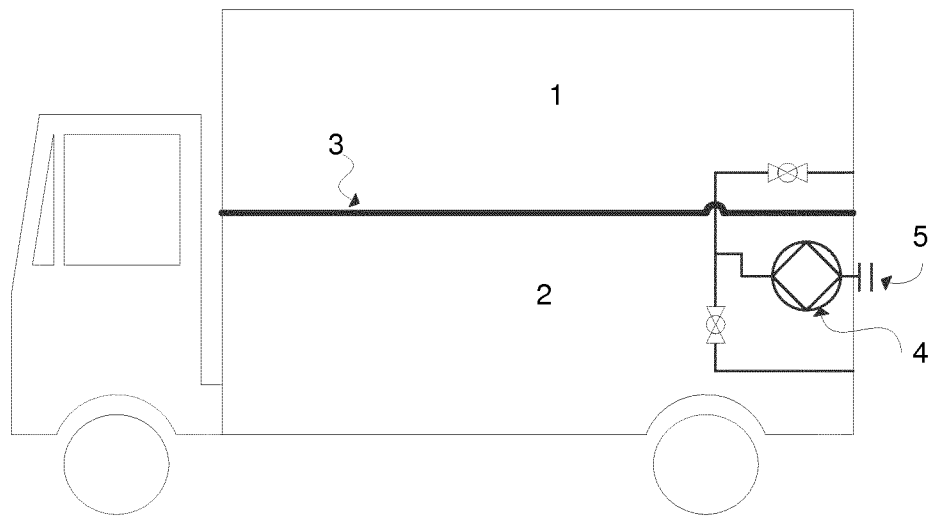


FIG 1.

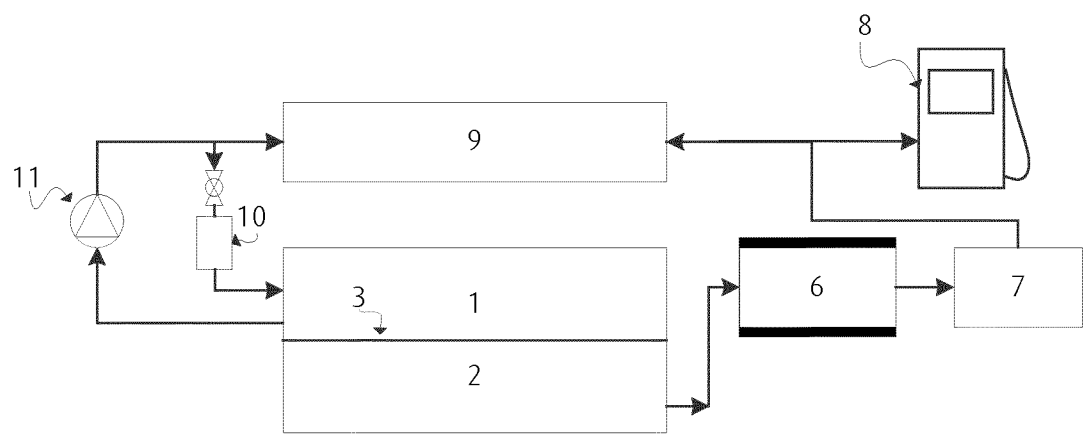


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2018/025004

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. C01B3/00 C01B3/22
 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)
 C01B

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2013 203892 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 11 September 2014 (2014-09-11)	1
Y	paragraph [0026] - paragraph [0028] figure 1	2-5,7,8, 10,11 6,9
A	-----	
Y	EP 1 901 381 A2 (HITACHI LTD [JP]) 19 March 2008 (2008-03-19) the whole document	2-5,7,8, 10,11
Y	-----	
Y	US 2009/246575 A1 (ZHAO JI-CHENG [US] ET AL) 1 October 2009 (2009-10-01) paragraph [0017]; figure 1	2,7,8
A	-----	
A	DE 10 2012 004444 A1 (UNIV FRIEDRICH ALEXANDER ER [DE]) 5 September 2013 (2013-09-05) the whole document	1-11



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

27 March 2018

Date of mailing of the international search report

13/04/2018

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

Harf-Bapin, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/025004

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102013203892 A1	11-09-2014	NONE	

EP 1901381 A2	19-03-2008	EP 1901381 A2	19-03-2008
		JP 4918826 B2	18-04-2012
		JP 2008056072 A	13-03-2008
		US 2008052994 A1	06-03-2008

US 2009246575 A1	01-10-2009	JP 2009242232 A	22-10-2009
		US 2009246575 A1	01-10-2009

DE 102012004444 A1	05-09-2013	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C01B3/00 C01B3/22
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C01B

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2013 203892 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 11. September 2014 (2014-09-11)	1
Y	Absatz [0026] - Absatz [0028] Abbildung 1	2-5,7,8, 10,11
A	-----	6,9
Y	EP 1 901 381 A2 (HITACHI LTD [JP]) 19. März 2008 (2008-03-19) das ganze Dokument	2-5,7,8, 10,11
Y	-----	
Y	US 2009/246575 A1 (ZHAO JI-CHENG [US] ET AL) 1. Oktober 2009 (2009-10-01) Absatz [0017]; Abbildung 1	2,7,8
A	-----	
A	DE 10 2012 004444 A1 (UNIV FRIEDRICH ALEXANDER ER [DE]) 5. September 2013 (2013-09-05) das ganze Dokument	1-11



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

27. März 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/04/2018

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

Harf-Bapin, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/025004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013203892 A1	11-09-2014	KEINE	
EP 1901381 A2	19-03-2008	EP 1901381 A2	19-03-2008
		JP 4918826 B2	18-04-2012
		JP 2008056072 A	13-03-2008
		US 2008052994 A1	06-03-2008
US 2009246575 A1	01-10-2009	JP 2009242232 A	22-10-2009
		US 2009246575 A1	01-10-2009
DE 102012004444 A1	05-09-2013	KEINE	