

(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
20. April 2023 (20.04.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/062013 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 8/04119 (2016.01) H01M 8/04223 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/078263

(22) Internationales Anmeldedatum:

11. Oktober 2022 (11.10.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2021 211 698.1

15. Oktober 2021 (15.10.2021) DE

(71) Anmelder: **VITESCO TECHNOLOGIES GMBH**

[DE/DE]; Siemensstraße 12, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: **BRAUN, Florian**; c/o Vitesco Technologies GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27, 81737 München (DE).

BLEECK, Matthias; c/o Vitesco Technologies GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27, 81737 München (DE). **MEISS-GEIER, Henry**; c/o Vitesco Technologies GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27, 81737 München (DE).

(74) Anwalt: **VITESCO TECHNOLOGIES**; Postfach 12 02, 82019 Taufkirchen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV,

(54) Title: WATER SEPARATION DEVICE FOR A FUEL CELL, COMPRISING A MOVABLE VALVE MECHANISM

(54) Bezeichnung: WASSERABSCHIEDEVORRICHTUNG FÜR EINE BRENNSTOFFZELLE MIT BEWEGLICHER VENTILEINRICHTUNG

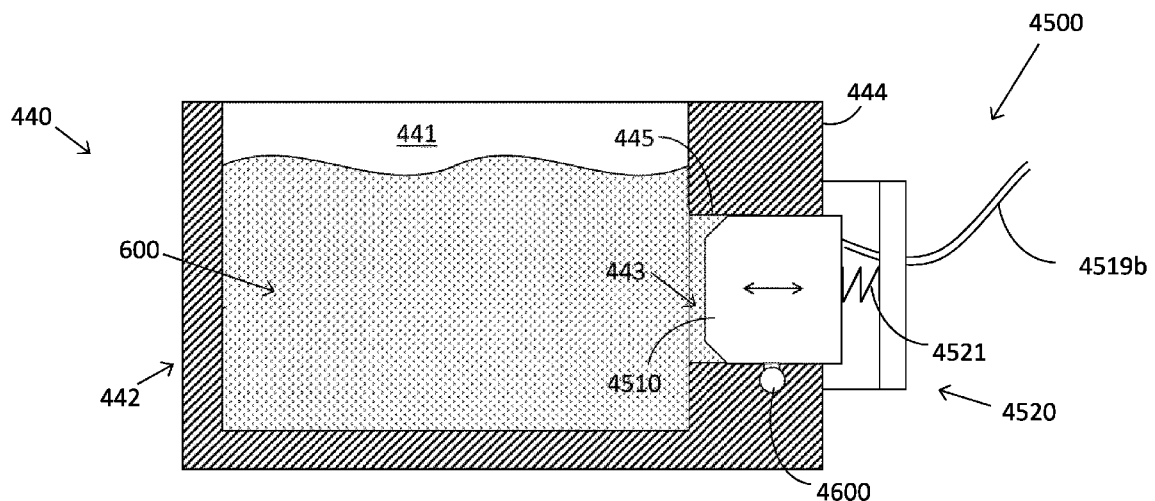


Fig. 3

(57) Abstract: Proposed is a water separation device (400) for a fuel cell (3), comprising: a separation unit (430, 530) for separating water from a water-containing gas mixture discharged from the fuel cell (3); a container (440, 540) having a collection volume (441) for collecting the water (600) separated by the separation unit (430, 530); a freeze protection unit (4500) having a movable valve mechanism (4510) that is connected to the collection volume (441), the freeze protection unit (4500) being designed such that when the water (600) freezes in the collection volume (441), the valve mechanism (4510) moves in the direction of a freeze position, thereby increasing the collection volume (441), and when the frozen water (600) melts in the collection volume (441), the valve mechanism (4510) moves in the direction of a melt position, thereby reducing the collection volume (441).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2023/062013 A1

SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, WS, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
 - vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)
-

(57) Zusammenfassung: Vorgeschlagen wird eine Wasserabscheidevorrichtung (400) für eine Brennstoffzelle (3), mit einer Abscheideeinrichtung (430, 530) zum Abscheiden von Wasser aus einem aus der Brennstoffzelle (3) abgeführten, wasserhaltigem Gasgemisch, mit einem Behälter (440, 540) mit einem Sammelvolumen (441) zum Sammeln des durch die Abscheideeinrichtung (430, 530) abgetrennten Wassers (600), mit einer Gefrierschutteinrichtung (4500) mit einer beweglichen Ventileinrichtung (4510), welche mit dem Sammelvolumen (441) gekoppelt ist, wobei die Gefrierschutteinrichtung (4500) derart ausgebildet ist, dass bei einem Gefrieren des Wassers (600) im Sammelvolumen (441) sich die Ventileinrichtung (4510) unter Vergrößerung des Sammelvolumens (441) in Richtung einer Gefrierposition bewegt, und dass bei einem Schmelzen des gefrorenen Wassers (600) im Sammelvolumen (441) sich die Ventileinrichtung (4510) unter Verkleinerung des Sammelvolumens (441) in Richtung einer Schmelzposition bewegt.

Beschreibung

Wasserabscheidevorrichtung für eine Brennstoffzelle mit beweglicher Ventileinrichtung

- 5 Die Erfindung betrifft eine Wasserabscheidevorrichtung für eine Brennstoffzelle, welche über eine Gefrierschutzeinrichtung mit einer beweglichen Ventileinrichtung verfügt. Die Erfindung betrifft ferner eine Brennstoffzellenvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, welche über eine solche Wasserabscheidevorrichtung verfügt.
- 10 Im Rahmen der Elektrifizierung von Personen- und Nutzfahrzeugen kommen auch Brennstoffzellen als elektrische Energiequellen zum Einsatz. Bei der Brennstoffzelle handelt es sich um eine galvanische Zelle, in der basierend auf einer chemischen Reaktion zwischen einem Brennstoff und einem Oxidationsmittel elektrische Energie gewonnen wird. Im Kraftfahrzeugbereich wird als Brennstoff vorzugsweise Wasserstoff eingesetzt.
- 15 Als Oxidationsmittel dient Luftsauerstoff. Die Brennstoffzelle umfasst zwei Elektroden (Anode und Kathode), welche durch eine semipermeable Membran voneinander getrennt sind. Die beiden Reaktionspartner, Brennstoff und Oxidationsmittel, werden den Elektroden kontinuierlich zugeführt. Die Membran ist dabei nur für eine der bei der Reaktion freigesetzten Ionensorten, z. B. Protonen, durchlässig. Bei der Reaktion zwischen
- 20 dem Oxidationsmittel und dem Brennstoff wird elektrische Energie freigesetzt, welche zum Betrieb der Elektromotoren des Kraftfahrzeugs verwendet wird. Im Fall vom Wasserstoff als Brennstoff und Sauerstoff als Oxidationsmittel entsteht auf Seiten der Kathode Wasser als Reaktionsprodukt. Im Laufe des Betriebs der Brennstoffzelle diffundieren nach und nach Stickstoff (als Hauptbestandteil von Luft) und Wasser von der
- 25 Kathode über die Membran auch zur Anode. Dies ist unerwünscht, denn Stickstoff und Wasser blockieren die Kanäle der Wasserstoffversorgung und vermindern die gleichmäßige Verteilung des Wasserstoffs innerhalb der Anode, was den Wirkungsgrad der Brennstoffzelle negativ beeinträchtigt. Zur Vermeidung einer Aufkonzentrierung von Wasser in Anode und Kathode muss dieses aus den Elektroden evakuiert werden. Dies
- 30 geschieht häufig durch Ausblasen. Das wasserhaltige Gasgemisch (Aerosol), welches die Elektroden verlässt, wird ausgangsseitig einem Wasserabscheider zugeführt, in dem das

Wasser vom restlichen Gas abgetrennt wird. Das abgetrennte Wasser wird dabei einem
Sammelbehälter ausgefangen und von Zeit zu Zeit über ein Ventil abgelassen. Bei einem
Betrieb der Brennstoffzelle unterhalb des Gefrierpunkts von Wasser kann es im Bereich
des Sammelbehälters und des Ventils zu Eisbildung kommen. Aufgrund der dadurch
5 auftretenden, sehr hohen Druckkräfte können Wasserabscheider, Sammelbehälter und
Ventile beschädigt oder zerstört werden. Das Risiko einer Eisbildung ist bei abgeschalteter
Brennstoffzelle besonders groß. Zur Vermeidung von Eisbildung können die betroffenen
Komponenten elektrisch oder mittels eines Wärmeträgerfluids geheizt werden. Jedoch ist
die dafür notwendige, technische Infrastruktur aufwändig, kostspielig und anfällig für
10 Defekte.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Wasserabscheidevorrichtung für eine
Brennstoffzelle sowie eine Brennstoffzellevorrichtung bereitzustellen, welche sich durch
eine verbesserte Betriebssicherheit auch bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunkts
15 von Wasser bei gleichzeitig geringen Kosten und geringem technischen Aufwand
auszeichnet.

Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst.
Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen
20 beschrieben.

Eine Wasserabscheidevorrichtung für eine Brennstoffzelle gemäß Anspruch 1 weist eine
Abscheideeinrichtung zum Abscheiden von Wasser aus einem aus der Brennstoffzelle
abgeführten, wasserhaltigem Gasgemisch auf. Zur Wasserabscheidevorrichtung gehört
25 ferner ein Behälter mit einem Sammelvolumen zum Sammeln bzw. Auffangen des durch
die Abscheideeinrichtung abgeschiedenen Wassers. Zur Wasserabscheidevorrichtung
gehört -ferner eine Gefrierschutzeinrichtung mit einer beweglichen bzw. verschiebbaren
Ventileinrichtung zum Ablassen von Wasser aus dem Sammelvolumen, wobei die
Ventileinrichtung mit dem Sammelvolumen druckkraftübertragend gekoppelt ist, wobei
30 die Gefrierschutzeinrichtung derart ausgebildet ist, dass bei einem Gefrieren des Wassers
im Sammelvolumen sich die Ventileinrichtung unter Vergrößerung des Sammelvolumens

in Richtung einer Gefrierposition bewegt, und dass bei einem Schmelzen des gefrorenen Wassers im Sammelvolumen sich die Ventileinrichtung unter Verkleinerung des Sammelvolumens in Richtung einer Schmelzposition zurückbewegt.

- 5 Eis weist ein um ca. 8-10% größeres spezifisches Volumen als Wasser auf. Gefriert das im Behälter angesammelte Wasser zu Eis, so entstehen sehr hohe Druckkräfte, falls eine Expansion des Eises bzw. ein ausreichender Volumenausgleich nicht möglich ist. Die der Erfindung zugrunde liegende Idee ist darin zu sehen, eine Gefrierschutzeinrichtung vorzusehen, die einen variablen Volumenausgleich im Sammelvolumen ermöglicht. Mit
- 10 anderen Worten ermöglicht die Gefrierschutzeinrichtung eine bedarfsweise Vergrößerung des Sammelvolumens im Falle einer Vereisung des Wassers im Sammelvolumen, und eine entsprechende Verkleinerung des Sammelvolumens im Falle der Verflüssigung des Eises im Sammelvolumen. Die Ventileinrichtung hat zwei gegenüberliegende Oberflächenseiten. Auf einer Oberflächenseite steht er mit dem
- 15 Sammelvolumen und, je nach Füllstand, mit dem darin angesammelten Wasser bzw. Eis in druckkraftübertragender Verbindung. Auf der anderen Oberflächenseite steht die Ventileinrichtung mit der Umgebung (Atmosphärendruck, Umgebungsluft) in kraftübertragender Verbindung. Alternativ kann die Ventileinrichtung auf der anderen Oberflächenseite auch mit einer Rückstelleinrichtung gekoppelt sein, welche eine Kraft
- 20 auf sie ausübt, die der Kraft auf Seiten des Sammelvolumens entgegengerichtet ist (siehe Anspruch 2). Die Ventileinrichtung ist entlang einer Verschiebestrecke beweglich bzw. verschieblich gelagert. Sie nimmt entlang dieser Verschiebestrecke eine Position ein, in der die Kräfte, die auf gegenüberliegenden Oberflächenseiten auf sie einwirken, im Gleichgewicht sind. Falls sich Wasser im Sammelvolumen befindet, so befindet sich die
- 25 Ventileinrichtung in einer Schmelzposition. Gefriert nun das Wasser im Sammelvolumen, so hat dies eine einseitige Erhöhung der Druckkraft auf die Ventileinrichtung zur Folge. Die Ventileinrichtung bewegt sich dann entlang der Verschiebestrecke in Richtung der Gefrierposition, in der dann wieder Kräftegleichgewicht herrscht. Schmilzt das Eis im Sammelvolumen, so hat dies aufgrund des Schrumpfens des Eisvolumens eine einseitige
- 30 Erniedrigung der Druckkraft auf die Ventileinrichtung auf Seiten des Sammelvolumens zur Folge (z.B. aufgrund des Evakuierungseffekts im Raum zwischen Ventileinrichtung und

dem schmelzenden Eis). Die Ventileinrichtung bewegt sich dann entlang der Verschiebestrecke in Richtung der Schmelzposition bis wieder Kräftegleichgewicht herrscht. Die Gefrierschutzeinrichtung ist derart dimensioniert, dass die Vergrößerung des Sammelvolumens ausreichend groß ist, um eine Beschädigung der

- 5 Wasserabscheidevorrichtung aufgrund der Eisbildung zu vermeiden. Beispielsweise kann die Gefrierschutzeinrichtung derart ausgebildet bzw. dimensioniert, dass sich das Sammelvolumen bei Eisbildung um mindestens 8% erweitern bzw. vergrößern kann. Dadurch kann eine Beschädigung der Wasserabscheidevorrichtung bei Eisbildung innerhalb des Sammelvolumens sicher vermieden werden. Die Betriebssicherheit der
- 10 Wasserabscheidevorrichtung ist dadurch auch bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunkts sichergestellt. Die Kosten und die Störanfälligkeit sind gering. Auf eine elektrische oder fluidbasierte Beheizung kann verzichtet werden, was die Kosten, den technischen Aufwand und die Störanfälligkeit der Wasserabscheidevorrichtung erheblich reduziert. Durch Verwendung der Ventileinrichtung als Teil der Gefrierschutzeinrichtung
- 15 kommt diesem eine doppelte Funktion zu, was die Kosten, die Anzahl der Bauteile und den Konstruktionsaufwand gering hält.

- In einer Ausgestaltung weist die Wasserabscheidevorrichtung einen Ablasskanal zum Ablassen des in der Wasserabscheidevorrichtung abgeschiedenen, flüssigen Wassers
- 20 mittels der Ventileinrichtung auf. Beispielsweise ist bei einer Ausführungsform der Ablasskanal in einer Begrenzungswand des Behälters ausgebildet und mit der Ventileinrichtung fluidisch gekoppelt ist. So kann das Ablassen des Wassers besonders einfach und/oder die Wasserabscheidevorrichtung besonders robust und/oder kostengünstig sein.

25

- In einer Ausgestaltung der Wasserabscheidevorrichtung weist die Gefrierschutzeinrichtung eine mit der Ventileinrichtung kraftübertragend gekoppelte Rückstelleinrichtung zum Ausüben einer in Richtung der Schmelzposition gerichteten Rückstellkraft auf die Ventileinrichtung auf, wobei bei einer Bewegung der
- 30 Ventileinrichtung in Richtung der Gefrierposition sich die Rückstellkraft verstärkt, und

wobei bei einer Bewegung der Ventileinrichtung in Richtung der Schmelzposition sich die Rückstellkraft verringert.

Eine Rückstelleinrichtung stellt die Rückbewegung der Ventileinrichtung in die Schmelzposition sicher. Außerdem ist es möglich, die Rückstellkraft durch entsprechende Auswahl der Rückstelleinrichtung einzustellen.

Dabei kann die Rückstelleinrichtung gemäß einer Ausgestaltung eine mechanische Feder (z.B. aus Metall oder Kunststoff), ein Elastomer (z.B. Gummi) oder eine Gasdruckfeder aufweisen, welche mit der Ventileinrichtung kraftübertragend gekoppelt ist.

Dies sind sehr effiziente, zuverlässige und kostengünstige Bauformen der Rückstelleinrichtung, welche durch entsprechende Auswahl der Geometrie und der verwendeten Werkstoffe eine Anpassung der Rückstellkraft durch entsprechende Materialauswahl und Dimensionierung ermöglichen.

In einer Ausgestaltung der Wasserabscheidevorrichtung weist der Behälter an einer Begrenzungswand einen Hohlraum auf, wobei die Ventileinrichtung in dem Hohlraum verschiebbar angeordnet ist, und wobei die Rückstelleinrichtung auf der dem Sammelvolumen abgewandten Seite der Ventileinrichtung angeordnet ist.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Offenbarung wird eine Brennstoffzellenvorrichtung angegeben. Diese weist auf:

- eine Brennstoffzelle, welche eine Anodeneinrichtung und eine Kathodeneinrichtung aufweist, wobei die Anodeneinrichtung einen Anodenausgang zum Abführen von wasserhaltigem Gasgemisch aus der Anodeneinrichtung aufweist, und wobei die Kathodeneinrichtung einen Kathodenausgang zum Abführen von wasserhaltigem Gasgemisch aus der Kathodeneinrichtung aufweist,
- zumindest eine Wasserabscheidevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, welche mit dem Anodenausgang und/oder dem Kathodenausgang gekoppelt ist.

Bezüglich der Vorteile dieser Brennstoffzellenvorrichtung wird auf die Ausführung zur Wasserabscheidevorrichtung verwiesen, welche in analoger Weise auch für die Brennstoffzellenvorrichtung gelten.

- 5 Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Figuren näher erläutert. In den Figuren sind:

Fig. 1 Eine schematische Darstellung einer Brennstoffzellenvorrichtung für ein Kraftfahrzeug;

10

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Brennstoffzelle und der zugehörigen Wasserabscheidevorrichtungen;

Figs.

- 15 3 - 4 schematische Darstellungen des grundsätzlichen Aufbaus und der grundsätzlichen Funktionsweise der Gefrierschutzeinrichtung;

Figs.

- 20 5 - 7 schematische Darstellungen verschiedener Ausführungsbeispiele der Gefrierschutzeinrichtung;

In Figur 1 ist ein Kraftfahrzeug 1 mit einem Ausführungsbeispiel einer Brennstoffzellenvorrichtung 2 schematisch dargestellt. Kernstück der Brennstoffzellenvorrichtung 2 ist die eigentliche Brennstoffzelle 3, welche als galvanische Zelle fungiert. Die Brennstoffzelle 3 weist eine Anodeneinrichtung 4 und eine Kathodeneinrichtung 5 auf, die durch eine Elektrolyteinrichtung 6 (Ionenleiter) voneinander getrennt sind. Die Elektrolyteinrichtung 6 kann beispielsweise als Polymerelektrolytmembran ausgebildet, welche nur für Protonen, nicht jedoch für Elektronen durchlässig ist. Alternativ können auch bestimmte Keramiken oder andere Festelektrolyten eingesetzt werden. Die Anodeneinrichtung 4 und die Kathodeneinrichtung 5 weisen Elektrodenplatten bzw. Bipolarplatten auf (nicht

dargestellt), welche vorzugsweise aus Metall oder Kohlenstoff gefertigt sind und mit einem Katalysator, wie beispielsweise Platin oder Palladium beschichtet sind.

Zur Brennstoffzellenvorrichtung 2 zählen ferner eine Brennstoffversorgungseinrichtung 7, welche mit einem Eingang 8 der Anodeneinrichtung 4 gekoppelt ist, um diese mit Brennstoff zu versorgen. Die Brennstoffversorgungseinrichtung 7 weist einen Brennstofftank 9 auf, in dem der Brennstoff gelagert ist. Im Ausführungsbeispiel dient als Brennstoff Wasserstoff, welcher in flüssiger oder gasförmiger Form unter sehr hohen Druck (z.B. 350 bar bis 700 bar) im Brennstofftank 9 gelagert ist. Der Brennstofftank 9 ist über eine Versorgungsleitung 10 mit dem Eingang 8 der Anodenvorrichtung 4 verbunden. Stromabwärts (Pfeil) des Brennstofftanks 9 sind in der Versorgungsleitung 10 hintereinander ein Absperrventil 11 und ein Druckminderer 12 angeordnet. Der Druckminderer 12 reduziert den Gasdruck auf ca. 10 bar bis 30 bar. Weiter stromabwärts in der Versorgungsleitung 10 ist ein elektrisch betätigtes Dosierventil 13 vorgesehen, mittels dem eine gezielte Dosierung des Wasserstoffs in die Anodeneinrichtung 4 möglich ist. Die Steuerung des Dosierventils 13 erfolgt dabei durch eine der Brennstoffzellenvorrichtung 2 zugeordnete Steuervorrichtung 14, welche mit dem Dosierventil 13 elektrisch verbunden ist. Zwischen dem Dosierventil 14 und der Anodeneinrichtung 4 ist ferner ein Drucksensor 15 angeordnet, der mit der Steuervorrichtung 14 verbunden ist und dieser den Wasserstoffdruckwert am Eingang 8 der Anodeneinrichtung 4 bereitstellt. Der Druck innerhalb der Anodeneinrichtung 4 bewegt sich beim Betrieb der Brennstoffzelle 3 im Bereich zwischen 0,8 bar und 4 bar.

Zur Brennstoffzellenvorrichtung 2 zählt weiterhin eine Oxidationsmittelversorgungseinrichtung 16, welche mit der Kathodeneinrichtung 5 gekoppelt ist, um diese mit Oxidationsmittel zu versorgen. Im Ausführungsbeispiel dient Luftsauerstoff als Oxidationsmittel, welcher der Kathodeneinrichtung 5 durch die Oxidationsmittelversorgungseinrichtung 16 zugeführt wird. Um sicherzustellen, dass der Sauerstoffdruck in der Kathodeneinrichtung 5 ausreichend hoch ist, weist die Oxidationsmittelversorgungseinrichtung 16 einen weiteren Drucksensor 17 auf, welcher

der Steuervorrichtung 14 den Sauerstoffdruck bzw. den Luftdruck am Eingang 18 der Kathodeneinrichtung 5 liefert.

Der Wasserstoff auf Seiten der Anodeneinrichtung 4 reagiert mit dem Luftsauerstoff auf
5 Seiten der Kathodeneinrichtung 5 unter Bildung von Wasser, wobei es zwischen der Anodeneinrichtung 4 und der Kathodeneinrichtung 5 zu einem Gleichstromfluss kommt. Der Gleichstrom kann zum Betrieb eines elektrischen Antriebsmotors (nicht dargestellt) des Kraftfahrzeugs 1 verwendet werden.

10 Mit der Zeit diffundieren Teile des Stickstoffs und Wasser von der Kathodeneinrichtung 5 durch die Polymerelektrolytmembran 6 zur Anodeneinrichtung 4. Die Diffusion dieser beiden Substanzen ist jedoch unerwünscht, da diese Substanzen die Versorgungskanäle für den Wasserstoff blockieren und ferner eine gleichmäßige Verteilung des Wasserstoffs über die gesamte Membranfläche verhindern.

15 Um die Wirksamkeit und die Effizienz der Brennstoffzelle aufrechtzuerhalten, werden die jeweiligen Reaktionsprodukte aus der Anodeneinrichtung 4 und der Kathodeneinrichtung 5 abgeführt.

20 Dazu weist die Anodeneinrichtung 4 einen Anodenausgang 41 auf, über welchen die Reaktionsprodukte aus der Anodeneinrichtung 4 evakuiert, d.h. abgeführt werden können. Bei den Reaktionsprodukten auf Seiten der Anodeneinrichtung 4 handelt es sich im Wesentlichen um ein Gasgemisch aus Wasserdampf, Stickstoff und Wasserstoff als Hauptkomponenten.

25 Die Kathodeneinrichtung 5 weist einen Kathodenausgang 51 auf, über welchen Reaktionsprodukte aus der Kathodeneinrichtung 5 evakuiert, d.h. abgeführt werden können. Bei den Reaktionsprodukten auf Seiten der Kathodeneinrichtung 5 handelt es sich üblicherweise um ein Gasgemisch aus Wasserdampf, Stickstoff und Sauerstoff als
30 Hauptkomponenten.

Wie in Figur 1 in Verbindung mit Figur 2 erkennbar ist, weist das Ausführungsbeispiel der Brennstoffzellenvorrichtung 2 eine erste Wasserabscheidevorrichtung 400 auf, welche der Anodeneinrichtung 4 zugeordnet ist. Die erste Wasserabscheidevorrichtung 400 weist einen ersten Gaseingang 401 auf, welcher mit dem Anodenausgang 41 fluidisch gekoppelt ist. Die erste Wasserabscheidevorrichtung 400 ist dazu ausgebildet, aus dem wasserhaltigen Gasgemisch, welches aus dem Anodenausgang 41 entweicht, Wasser abzutrennen. Während das abgetrennte, flüssige Wasser zumindest zeitweise in der ersten Wasserabscheidevorrichtung 400 verbleibt, verlassen die abgetrennten Gaskomponenten die erste Wasserabscheidevorrichtung 400 unmittelbar nach dem Trennvorgang über einen ersten Gasausgang 402. Die abgetrennten Gaskomponenten werden dann wahlweise über einen Rezirkulationspfad 20 mit einem darin angeordneten Gebläse 21 zum Eingang der Anodeneinrichtung 4 zurückgeführt oder über ein steuerbares erstes Gasventil 410 in die Umgebung abgelassen. Das in der ersten Wasserabscheidevorrichtung 400 abgeschiedene, flüssige Wasser kann von Zeit zu Zeit über eine der ersten Wasserabscheidevorrichtung 400 zugeordnete, steuerbare erste Ventileinrichtung 4510 und einen ersten Ablasskanal 4600 abgelassen werden.

Im Ausführungsbeispiel weist die Brennstoffzellenvorrichtung 2 eine zweite Wasserabscheidevorrichtung 500 auf, welche der Kathodeneinrichtung 5 zugeordnet ist. Die zweite Wasserabscheidevorrichtung 500 weist einen zweiten Gaseingang 501 auf, welcher mit dem Kathodenausgang 51 fluidisch gekoppelt ist. Die zweite Wasserabscheidevorrichtung 500 ist dazu ausgebildet, aus dem wasserhaltigen Gasgemisch, welches aus dem Kathodenausgang 51 entweicht, Wasser abzutrennen. Während das abgetrennte, flüssige Wasser zumindest zeitweise in der zweiten Wasserabscheidevorrichtung 500 verbleibt, verlassen die abgetrennten Gaskomponenten die zweite Wasserabscheidevorrichtung 500 unmittelbar nach dem Trennvorgang über einen zweiten Gasausgang 502 in die Umgebung. Das in der zweiten Wasserabscheidevorrichtung 500 abgeschiedene, flüssige Wasser kann von Zeit zu Zeit über eine der zweiten Wasserabscheidevorrichtung 500 zugeordnete, steuerbare zweite Ventileinrichtung 5510 und einen zweiten Ablasskanal 5600 abgelassen werden.

Alternativ ist kann auch nur eine Wasserabscheidevorrichtung vorgesehen sein, welche entweder mit der Anodeneinrichtung 4 oder der Kathodeneinrichtung 5 zugeordnet ist.

Wie in Figur 2 schematisch gezeigt ist, weisen die erste Wasserabscheidevorrichtung 400
5 eine erste Abscheideeinrichtung 430 zum Abscheiden von Wasser aus dem aus der Anodeneinrichtung 4 abgeführten, wasserhaltigem Gasgemisch, einen ersten Behälter 440 zum Sammeln des abgeschiedenen Wassers sowie eine erste Gefrierschutzeinrichtung 4500 auf.

10 Wie in Figur 2 schematisch weiterhin gezeigt ist, weisen die zweite Wasserabscheidevorrichtung 500 gleichermaßen eine zweite Abscheideeinrichtung 530 zum Abscheiden von Wasser aus dem aus der Kathodeneinrichtung 5 abgeführten, wasserhaltigem Gasgemisch, einen zweiten Behälter 540 zum Sammeln des abgeschiedenen Wassers sowie eine zweite Gefrierschutzeinrichtung 5500 auf.

15 Die erste Abscheideeinrichtung 430 und die zweite Abscheideeinrichtung 530 können beispielweise als Zyklonabscheider ausgebildet sein. Der erste Behälter 440 bzw. der zweite Behälter 540 können einstückig mit der ersten Wasserabscheidevorrichtung 400 bzw. der zweiten Wasserabscheidevorrichtung 500 ausgebildet sein, oder als separate
20 Komponenten.

In den Figuren 3 bis 7 sind Ausführungsbeispiele der ersten Gefrierschutzeinrichtung 450 und Teile der ersten Wasserabscheidevorrichtung 400 schematisch dargestellt. Im Folgenden wird der Aufbau und die Funktionsweise nur der ersten

25 Gefrierschutzeinrichtung 450 beschrieben. Alle Beschreibungsinhalte können jedoch in analoger Weise auf die baugleiche, zweite Gefrierschutzeinrichtung 550 übertragen werden. Die grundsätzliche Wirkungsweise und der grundsätzliche Aufbau der ersten Gefrierschutzeinrichtung 450 wird anhand der Figs. 3 und 4 beschrieben. Anhand der Figs. 5 bis 7 werden dann konkrete, konstruktive Ausführungsbeispiele beschrieben, wobei die
30 grundsätzliche Wirkungsweise und der grundsätzliche Aufbau auch für diese Ausführungsbeispiele zutrifft.

Zunächst wird auf die Figuren 3 und 4 Bezug genommen: Der erste Behälter 440 der ersten Wasserabscheidevorrichtung 400 weist ein erstes Sammelvolumen 441 auf, welches von einer Begrenzungswand 442 begrenzt ist. In der Figur 3 ist die erste
5 Wasserabscheidevorrichtung 400 in einem Zustand abgebildet, in dem sich bereits Wasser 600 im ersten Sammelvolumen 441 angesammelt hat.

In der Begrenzungswand 442 des ersten Behälters 440 ist ein Hohlraum 443 ausgebildet. Dazu ist in der Begrenzungswand 442 ein Durchbruch 445 ausgebildet, welcher von der
10 ersten Gefrierschutzeinrichtung 4500 zur Umgebung hin flüssigkeitsdicht oder gasdicht abgeschlossen ist. Die erste Gefrierschutzeinrichtung 4500 kann an der Begrenzungswand 442 des ersten Behälters 440 durch eine Schraub-, Klebe-, oder Schweißverbindung angebracht sein.

15 Zur ersten Gefrierschutzeinrichtung 4500 gehört die erste Ventileinrichtung 4510, welche in den Figs. 3 und 4 rein schematisch dargestellt ist. Die erste Ventileinrichtung 4510 ist in dem Hohlraum 443 bzw. in dem Durchbruch 445 angeordnet und dort entlang einer Verschiebestrecke (Doppelpfeil) verschieblich bzw. beweglich bzw. gleitend gelagert. Die erste Ventileinrichtung 4510 ist auf einer Oberflächenseite mit dem im Sammelvolumen
20 441 befindlichen Wasser druckkraftübertragend gekoppelt. Im Ausführungsbeispiel steht diese Oberflächenseite mit dem Wasser 600 unmittelbar in Kontakt. Auf der gegenüberliegenden Oberflächenseite ist die erste Ventileinrichtung 4510 mit einer Rückstelleinrichtung 4520 der ersten Gefrierschutzeinrichtung 4500 druckkraftübertragend gekoppelt. Die Kopplung erfolgt mittels eines oder mehrerer
25 Kopplungselemente 4521, welche der Rückstelleinrichtung 4520 zugeordnet sind. Mittels der ersten Ventileinrichtung 4510 kann Wasser 600 aus dem Sammelvolumen 441 über den ersten Ablasskanal 4600, welcher in der Begrenzungswand 442 des ersten Behälters 440 ausgebildet ist und mit der Ventileinrichtung 4510 fluidisch gekoppelt ist, abgelassen werden.

In Fig. 3 liegt das im Sammelvolumen 441 befindliche Wasser 600 in flüssiger Form vor. Die erste Ventileinrichtung 4510 befindet sich entlang der Verschiebestrecke in einer Schmelzposition. In der Schmelzposition steht die erste Ventileinrichtung 4510 in Richtung der Verschiebestrecke in einem stabilen Kräftegleichgewicht. Die auf
5 gegenüberliegende Oberflächenseiten wirkenden Kräfte heben sich.

Bei Umgebungstemperaturen unterhalb des Gefrierpunkts von Wasser kann es zu einer Vereisung des Wassers 600 im Sammelvolumen 441 kommen, insbesondere dann, wenn die Brennstoffzelle 3 längere Zeit nicht betrieben wird. Eis hat ein um ca. 9% größeres,
10 spezifisches Volumen als flüssiges Wasser. Bei Gefrieren des Wassers 600 im ersten Sammelvolumen 441 kommt es zu einer Druckrafterhöhung auf der dem ersten Sammelvolumen 441 zugewandten Oberflächenseite der erste Ventileinrichtung 4510. Dieses temporäre Druckkraftungleichgewicht führt zu einer Verschiebung bzw. Bewegung der erste Ventileinrichtung 4510 von der Schmelzposition (Fig. 3) entlang der
15 Verschiebestrecke in eine Gefrierposition (Fig. 4) unter Vergrößerung des Sammelvolumens 441.

In Fig. 4 ist das im Sammelvolumen 441 befindliche Wasser vollständig zu Eis 700 gefroren. Die erste Ventileinrichtung 4510 befindet sich entlang der Verschiebestrecke
20 (Doppelpfeil) in der Gefrierposition. In der Gefrierposition steht die erste Ventileinrichtung 4510 in Richtung der Verschiebestrecke wieder in einem stabilen Kräftegleichgewicht. Die Druckkräfte auf gegenüberliegenden Oberflächenseiten heben sich auf. Die Volumenexpansion durch Vereisung des Wassers ist abgeschlossen. Das Sammelvolumen 441 in Fig. 4 ist entsprechend größer als das Sammelvolumen in Fig. 3.

25 Die Rückstelleinrichtung 4520 ist über die Kopplungselemente 4521 mit der Ventileinrichtung 4510 druckkraftübertragend gekoppelt und dazu ausgebildet, auf die Ventileinrichtung 4510 eine in Richtung der Schmelzposition gerichteten Rückstellkraft auszuüben.

30

Die Rückstelleinrichtung 4520 kann so ausgebildet sein, dass die Rückstellkraft einer Progression unterliegt, je weiter sich die Ventileinrichtung 4510 von der Schmelzposition in die Gefrierposition bewegt. Die Bewegung der Ventileinrichtung 4510 von der Schmelzposition in Richtung der Gefrierposition erfolgt also unter Vergrößerung des
5 Sammelvolumens 441 und unter Verstärkung der Rückstellkraft.

Schmilzt nun das Eis 700 im Sammelvolumen 441 so nimmt das entstehende Wasser 600 ein kleineres Volumen ein als das Eis 700. Die Druckkraft auf der dem Sammelvolumen 441 zugewandten Oberflächenseite der Ventileinrichtung 4510 nimmt ab und ist nun
10 geringer als die von der Rückstelleinrichtung 4520 auf die Ventileinrichtung 4510 ausgeübte Rückstellkraft. Durch dieses Kräfteungleichgewicht bewegt sich die Ventileinrichtung 4510 in Richtung der Schmelzposition (Fig. 3) bis wieder Kräftegleichgewicht herrscht. Die Bewegung der Ventileinrichtung 4510 von der Gefrierposition in Richtung der Schmelzposition erfolgt also unter Verringerung des
15 Sammelvolumens 441 und unter Abschwächung der Rückstellkraft.

Die erste Gefrierschutzeinrichtung 4500 ermöglicht die bedarfsweise Anpassung des ersten Sammelvolumens 441 in Abhängigkeit vom Aggregatzustand des darin enthaltenen Wassers. Im Falle der Vereisung des im ersten Sammelvolumen 451 enthaltenen Wassers
20 bewirkt die erste Gefrierschutzeinrichtung 4500 eine Vergrößerung des ersten Sammelvolumens 441, wodurch sich das entstehenden Eis entsprechend seines größeren spezifischen Volumens ausreichend ausdehnen kann, ohne dass zu große Druckkräfte entstehen, welche zu einer Beschädigung der ersten Wasserabscheidevorrichtung 400 bzw. des ersten Behälters 440 führen können. Die erste Gefrierschutzeinrichtung 4500 ist
25 derart ausgebildet, dass die bei einer Vereisung des Wassers stattfindende, natürliche volumetrische Ausdehnung durch die Vergrößerung des ersten Sammelvolumens 441 soweit kompensiert wird, dass zu hohe Druckkräfte und eine Beschädigung der ersten Wasserabscheidevorrichtung 400 vermieden werden. So ermöglicht die Gefrierschutzeinrichtung 4500 eine Vergrößerung des Sammelvolumens 441 im Falle der
30 Vereisung des Wassers um ca. 9% bis 16%. Wenn sich also die Ventileinrichtung 4510 in

der Gefrierposition befindet, so ist das Sammelvolumen beispielsweise um ca. 9% bis 16% größer, als wenn sich die Ventileinrichtung 4510 in der Schmelzposition befindet.

Anhand der Fig. 5 bis 7 werden nun vorteilhafte Ausführungsbeispiele der

- 5 Gefrierschutzeinrichtung 4500 und die Ventileinrichtung 4510 näher beschrieben. Dabei werden nur die konstruktiven Aspekte und Wirkungsweisen beschrieben, die über die Beschreibungsinhalte zu den Figuren 3 und 4 hinausgehen, wobei diese weiterhin Gültigkeit haben.
- 10 In den Figs. 5 bis 7 ist eine mögliche Ausführungsform der Ventileinrichtung 4510 detaillierter dargestellt. Die Ventileinrichtung 4510 ragt mit einem Ventilabschnitt 4511 in den in der Begrenzungswand 444 ausgebildeten Durchbruch 445 hinein und mit einem Steuerabschnitt 4512 nach Außen über die Begrenzungswand 444 hinaus. Am Außendurchmesser des Ventilabschnitts 4511 sind mehrere Dichtungen 4513 vorgesehen,
- 15 welche den Hohlraum 443 flüssigkeitsdicht nach außen abdichten, wobei die Verschiebbarkeit der Ventileinrichtung 4510 weiterhin gewährleistet bleibt. Am Übergang zwischen dem Ventilabschnitt 4511 und dem Steuerabschnitt 4512 weist die Ventileinrichtung 4510 eine Begrenzungsplatte 4514, welche sich radial (quer zur Verschieberichtung der Ventileinrichtung 4510) nach Außen erstreckt. Die
- 20 Ventileinrichtung 4510 bleibt mit ihrem Steuerabschnitt 4512 und der Begrenzungsplatte 4514 außerhalb des Behälters 440 und steht in der Schmelzposition mit der Begrenzungsplatte 4514 an der Begrenzungswand 444 an.
- Im Ventilabschnitt 4511 ist eine Ventilplatte 4515 mit einem Strömungskanal S
- 25 angeordnet, wobei auf einer dem Sammelvolumen 441 abgewandten Seite der Ventilplatte 4515, am Rande des Strömungskanals S, ein Ventilsitz ausgebildet ist. Im Ventilabschnitt 4511 ist ferner ein beweglicher Ventilkörper 4516 angeordnet. Dieser liegt im geschlossenen Zustand der Ventileinrichtung 4510 in flüssigkeitsdichtender Weise am Ventilsitz 4515 an. Im geöffneten Zustand der Ventileinrichtung 4510 hebt der
- 30 Ventilkörper 4516 vom Ventilsitz 4515 ab und gibt den Strömungskanal S frei, sodass Wasser aus dem Sammelvolumen 441 durch den Strömungskanal S fließen kann. Im

geöffneten Zustand steht der Strömungskanal S in fluidischer Verbindung mit dem Ablasskanal 4600, welcher in den Fig. 5-7 abschnittsweise am radialen Außenrand der Ventileinrichtung 4510 und abschnittsweise in der Begrenzungswand 444 des Behälters 440 verläuft, sodass Wasser über den Strömungskanal S und den Ablasskanal 4600 aus dem Behälter 440 abgeführt werden kann.

Die Ventileinrichtung 4510 ist als elektromagnetisches Ventil ausgebildet. Im Steuerabschnitt 4512 ist ein elektromagnetischer Aktor vorgesehen, welcher einen mit dem Ventilkörper 4516 verbundenen Anker 4517, eine den Anker 4517 umgebende Spulenwicklung 4519a und ein Polstück 4518 aufweist. Die Spulenwicklung 4519a kann mittels der Stromzuführung 4519b mit Strom/Spannung beaufschlagt werden, um so die Ventileinrichtung 4510 zu öffnen und zu schließen. Die Ventileinrichtung 4510 ist an ihrem plattenförmigen Abschnitt 4510a an zwei Schraubbolzen 4523, welche an der Behälterwand 444 befestigt sind, gleitend gelagert.

In den Ausführungsbeispielen der Figuren 5 bis 7 weist die Rückstelleinrichtung 4520 die zwei oder mehrere Schraubbolzen 4523, welche an der Behälterwand 444 befestigt sind, und zwei mechanische Federn als Kopplungselemente 4521 auf, welche über die Schäfte der Schraubbolzen 4523 gestülpt sind. Die mechanischen Federn 4521 können als Schraubenfedern oder Tellerfedern aus Metall oder Kunststoff ausgebildet sein. Die Ventileinrichtung 4510 ist mit ihrer Begrenzungsplatte 4514 an zwei oder mehreren Schraubbolzen 4523 gleitend gelagert. Dazu ist Begrenzungsplatte 4514 mit mehreren Durchgangbohrungen versehen, welche von den Schäften der Schraubbolzen 4523 durchdrungen sind. Die mechanischen Federn 4521 stützen sich an einem ihrer Enden an den Köpfen der Schraubbolzen 4523 und an ihren gegenüberliegenden Enden an der Begrenzungsplatte 4514 des Ventilkörpers 4510 ab. Damit ist die Ventileinrichtung 4510 elastisch und kraftübertragend mit der Rückstelleinrichtung 4520 gekoppelt, wobei bei einer Bewegung der Ventileinrichtung 4510 in Richtung der Gefrierposition sich die Rückstellkraft verstärkt (mechanische Federn werden komprimiert und dadurch gespannt) und in der entgegengesetzten Bewegungsrichtung reduziert (mechanische

Federn werden entspannt). Die Köpfe der Schraubbolzen 4523 wirken als mechanische Anschläge und begrenzen den Bewegungshub der Ventileinrichtung 4510.

In Fig. 5 liegt das im Sammelvolumen 441 befindliche Wasser in flüssiger Form vor. Die
5 Ventileinrichtung 4510 befindet sich der Schmelzposition. Die mechanischen Federn 4521 sind entspannt oder nur geringfügig komprimiert. Gefriert nun das Wasser 600 im Sammelvolumen, so kommt es aufgrund der volumetrischen Expansion zu einer Verschiebung der Ventileinrichtung 4510 in Richtung der Gefrierposition unter Vergrößerung des Sammelvolumens 441. Die Ventileinrichtung 4510 gleitet unter
10 Kompression der mechanischen Federn 4521 in Richtung der Köpfe der Schraubbolzen 4523. In Fig. 6 ist das im Sammelvolumen 441 befindliche Wasser 600 vollständig gefroren. Die Ventileinrichtung 4510 befindet sich der Gefrierposition. Die mechanischen Federn 4521 sind stark komprimiert und erzeugen eine Rückstellkraft, die die Ventileinrichtung 4510 in die Schmelzposition drängt. Sobald das im Sammelvolumen 441
15 befindliche Wasser unter Volumenverkleinerung wieder schmilzt, drängen die mechanischen Federn 4521 die Ventileinrichtung 4510 zurück in die Schmelzposition.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 7 unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel der Figs. 5 und 6 lediglich dadurch, dass zwei hülsenförmige Elastomere als
20 Kopplungselemente 4521 vorgesehen sind, welche ebenfalls als Federn fungieren. Ansonsten ist die Funktionsweise analog zum Ausführungsbeispiel der Figs. 5 und 6!

Patentansprüche

1. Wasserabscheidevorrichtung (400) für eine Brennstoffzelle (3) mit
 - einer Abscheideeinrichtung (430) zum Abscheiden von Wasser aus einem
 - 5 aus der Brennstoffzelle (3) abgeführten, wasserhaltigem Gasgemisch,
 - einem Behälter (440) mit einem Sammelvolumen (441) zum Sammeln des durch die Abscheideeinrichtung (430) abgeschiedenen Wassers,
 - einer Gefrierschutzeinrichtung (4500) mit einer verschiebbaren Ventileinrichtung (4510), welche mit dem Sammelvolumen (441) gekoppelt ist,
 - 10 wobei die Gefrierschutzeinrichtung (4500) derart ausgebildet ist, dass bei einem Gefrieren des Wassers (600) im Sammelvolumen (441) sich die Ventileinrichtung (4510) unter Vergrößerung des Sammelvolumens (441) in Richtung einer Gefrierposition bewegt, und dass bei einem Schmelzen des gefrorenen Wassers (600) im Sammelvolumen (441) sich die Ventileinrichtung (4510) unter
 - 15 Verkleinerung des Sammelvolumens (441) in Richtung einer Schmelzposition bewegt.
2. Wasserabscheidevorrichtung (400) nach Anspruch 1, die einen Ablasskanal (4600) zum Ablassen des in der Wasserabscheidevorrichtung (400) abgeschiedenen,
- 20 flüssigen Wassers mittels der Ventileinrichtung (4510) aufweist.
3. Wasserabscheidevorrichtung (400) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Ablasskanal (4600) in einer Begrenzungswand (442) des Behälters (440) ausgebildet und mit der Ventileinrichtung (4510) fluidisch gekoppelt ist.
- 25 4. Wasserabscheidevorrichtung (400) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Gefrierschutzeinrichtung (4500) eine Rückstelleinrichtung (4520) zum Ausüben einer in Richtung der Schmelzposition gerichteten Rückstellkraft auf die Ventileinrichtung (4510) aufweist, wobei bei einer Bewegung der Ventileinrichtung (4510) in Richtung der Gefrierposition sich die Rückstellkraft verstärkt, und wobei
- 30

bei einer Bewegung der Ventileinrichtung (4510) in Richtung der Schmelzposition sich die Rückstellkraft verringert.

5. 5 Wasserabscheidevorrichtung (400) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Rückstelleinrichtung (4520) zumindest eine mechanische Feder, ein Elastomer oder eine Gasdruckfeder aufweist, welche mit der Ventileinrichtung (4510) kraftübertragend gekoppelt ist.
6. 10 Wasserabscheidevorrichtung (400) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Behälter (400) in einer Begrenzungswand (440) einen Durchbruch (445) aufweist, und wobei die Ventileinrichtung (4510) in dem Durchbruch (445) verschiebbar angeordnet ist, und wobei die Rückstelleinrichtung (4520) auf der dem Sammelvolumen (441) abgewandten Seite der Ventileinrichtung (4510) angeordnet ist.
- 15 7. Brennstoffzellenvorrichtung (2) mit
- einer Brennstoffzelle (3), welche eine Anodeneinrichtung (4) und eine Kathodeneinrichtung (5) aufweist, wobei die Anodeneinrichtung (4) einen Anodenausgang (41) zum Abführen von wasserhaltigem Gasgemisch aus der
 - 20 Anodeneinrichtung (4) aufweist, und wobei die Kathodeneinrichtung (5) einen Kathodenausgang (51) zum Abführen von wasserhaltigem Gasgemisch aus der Kathodeneinrichtung (5) aufweist,
 - zumindest einer Wasserabscheidevorrichtung (400) nach einem der
 - 25 vorhergehenden Ansprüche, welche mit dem Anodenausgang (41) und/oder dem Kathodenausgang (51) gekoppelt ist.

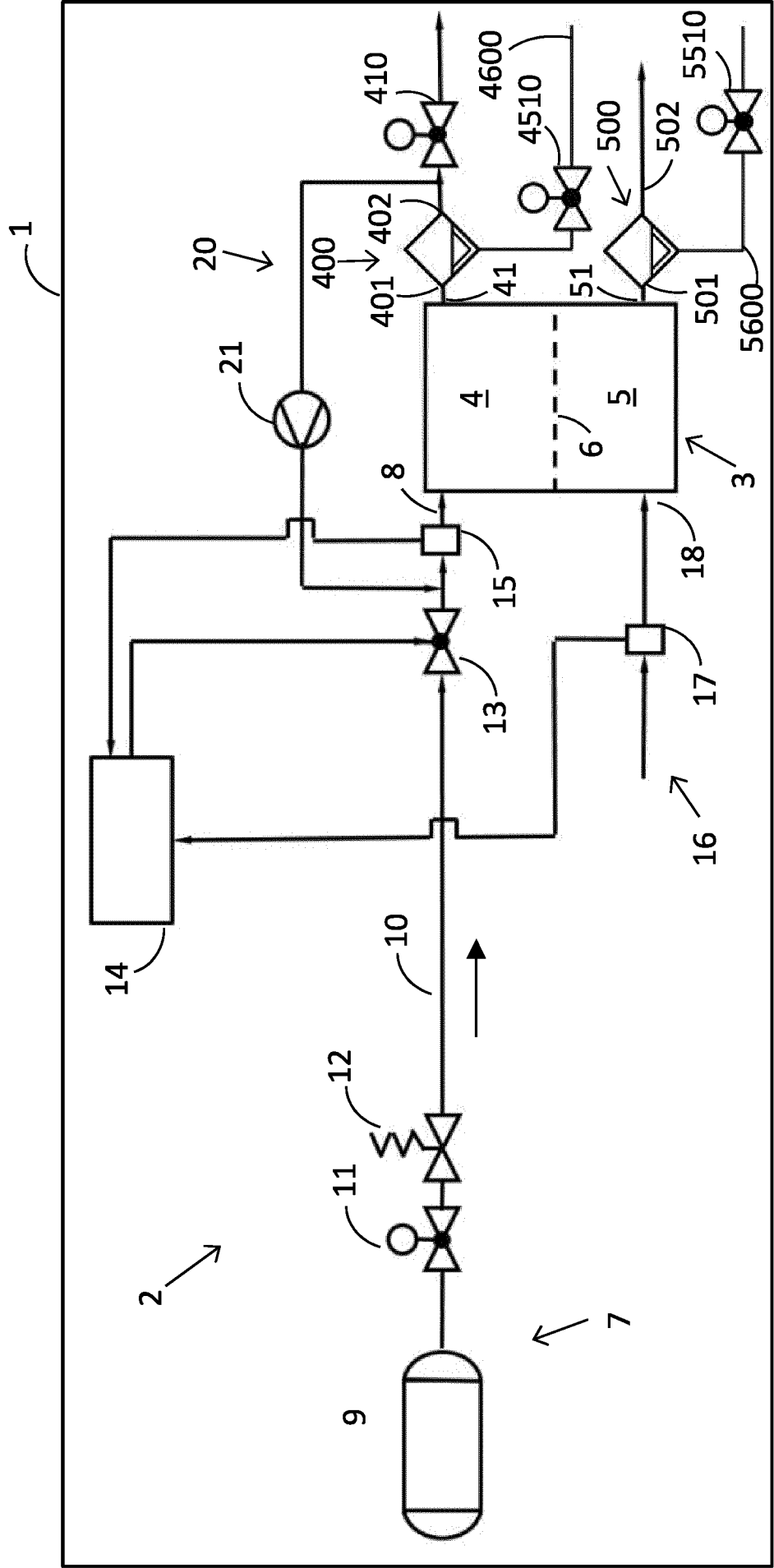


Fig. 1

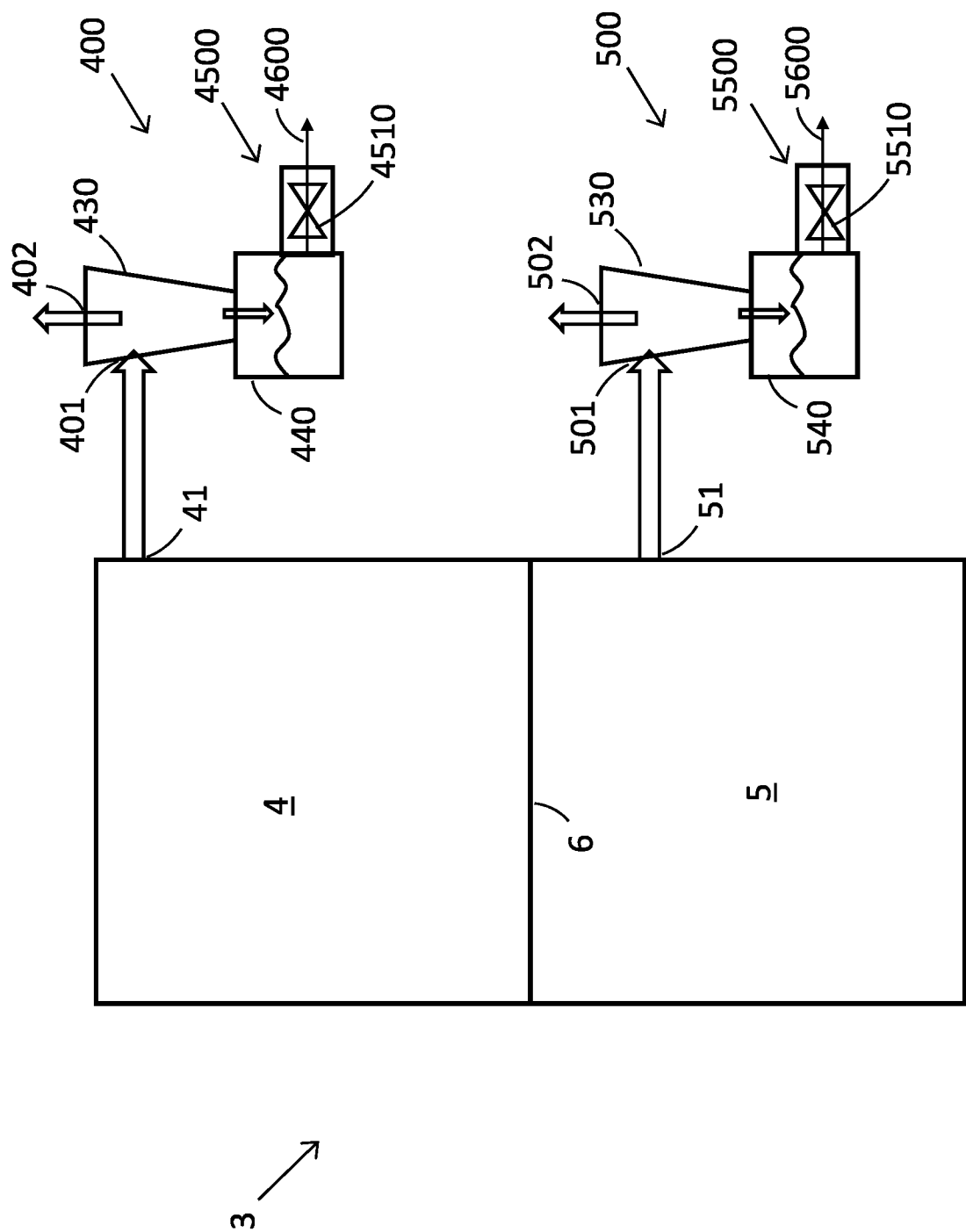


Fig. 2

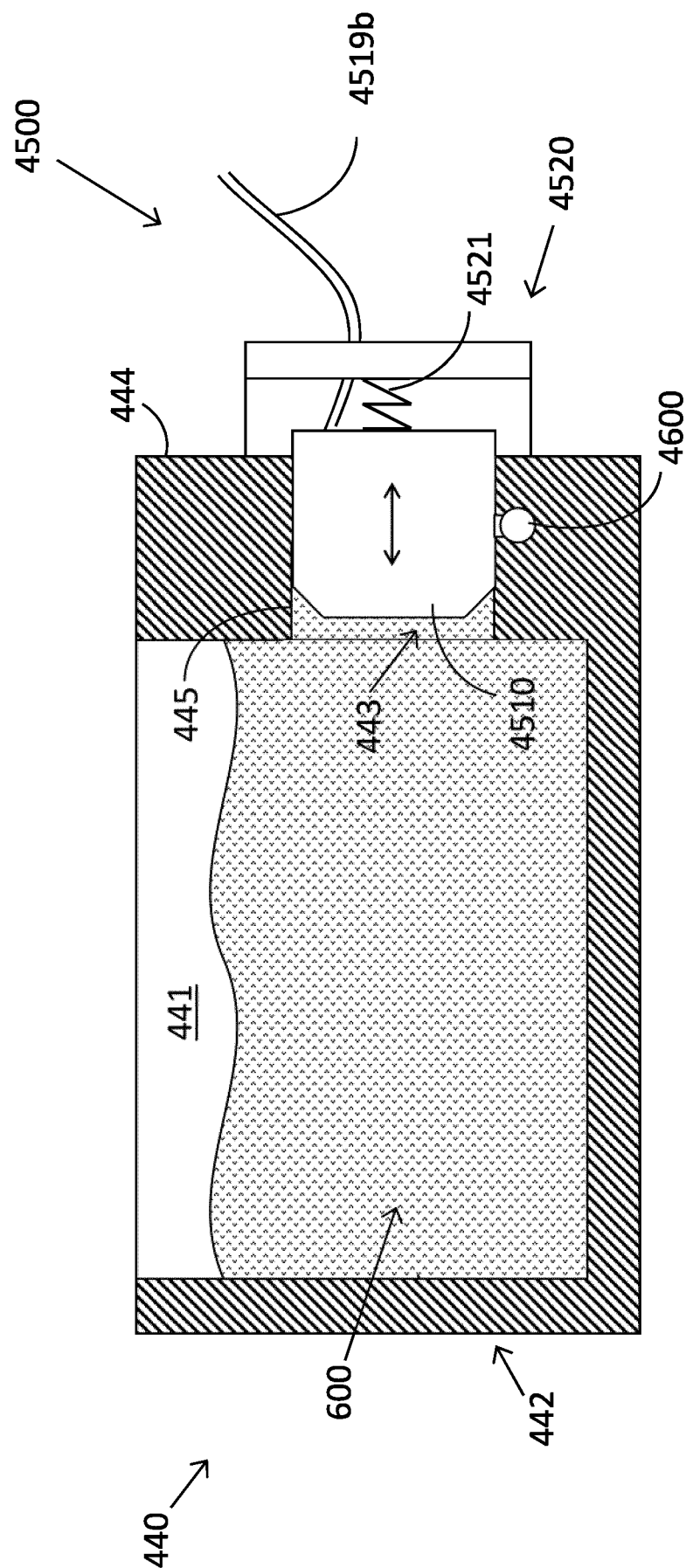


Fig. 3

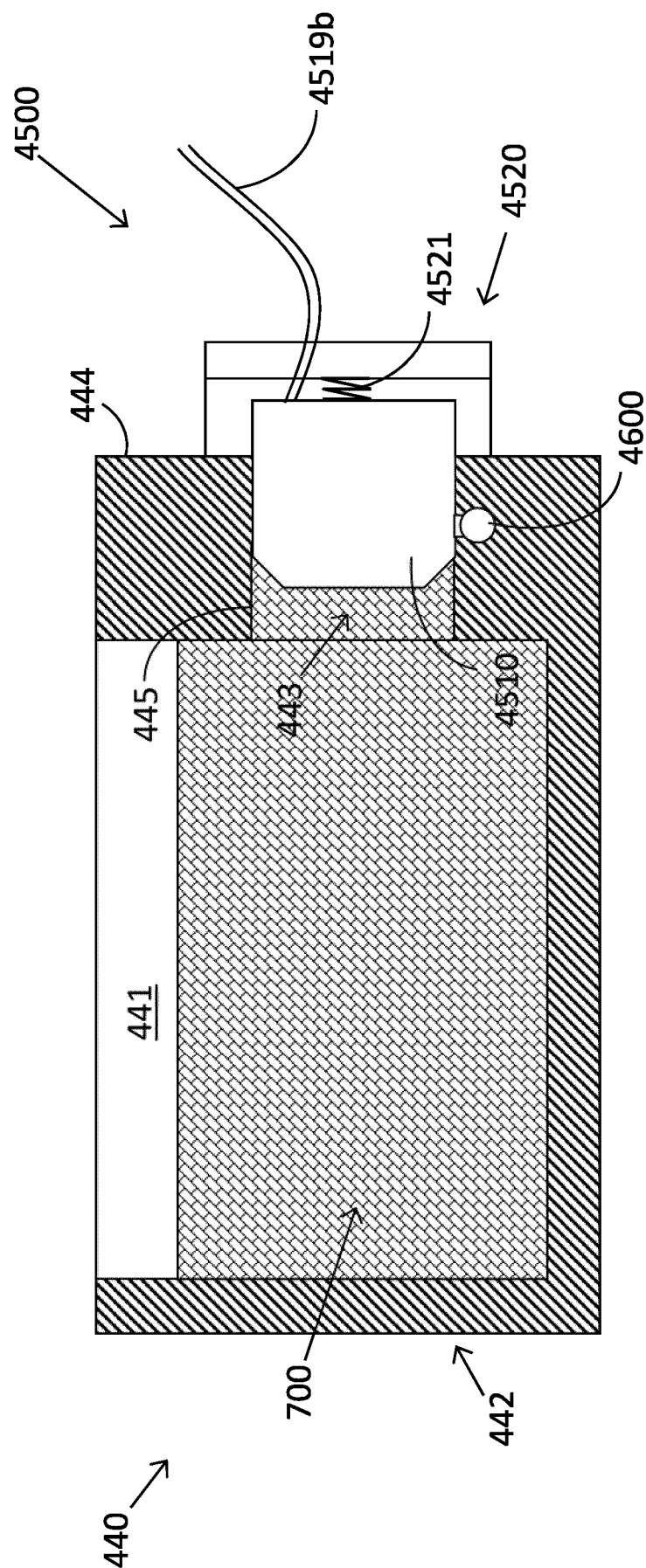


Fig. 4

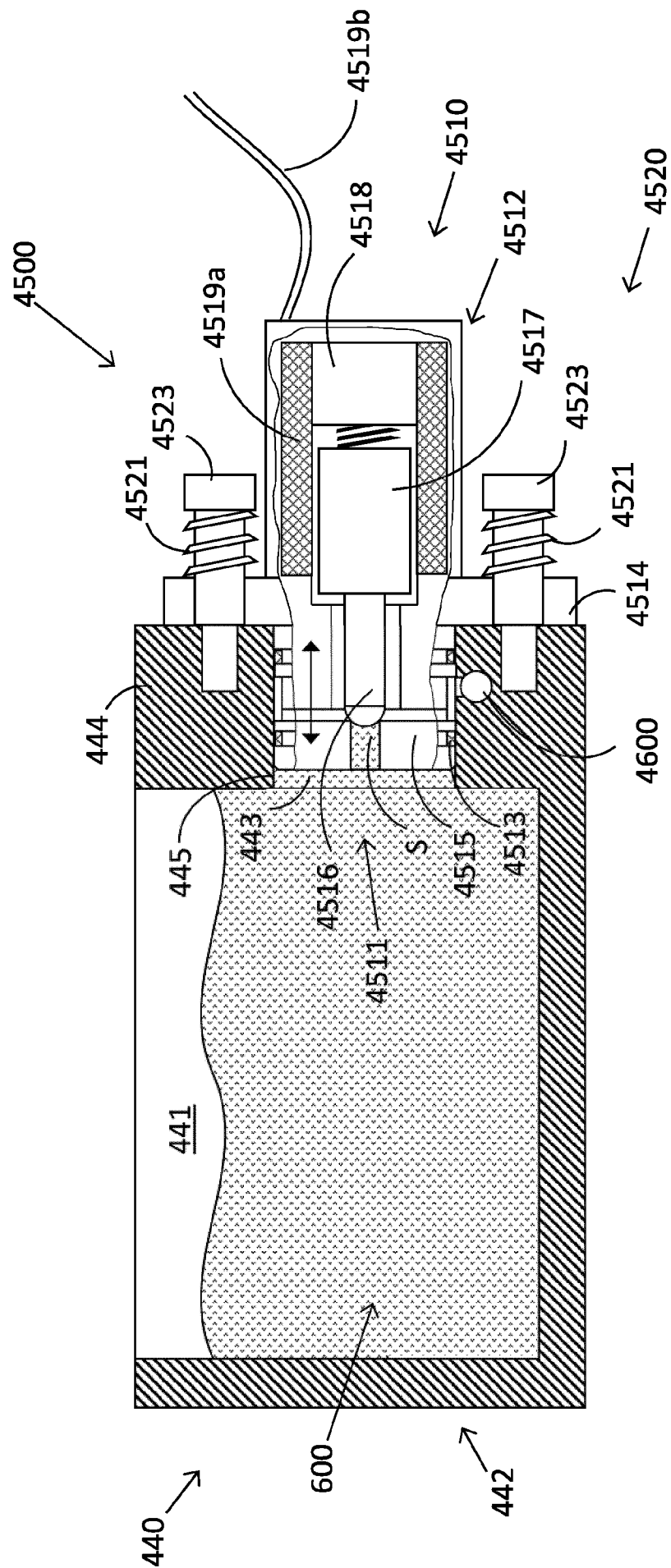


Fig. 5

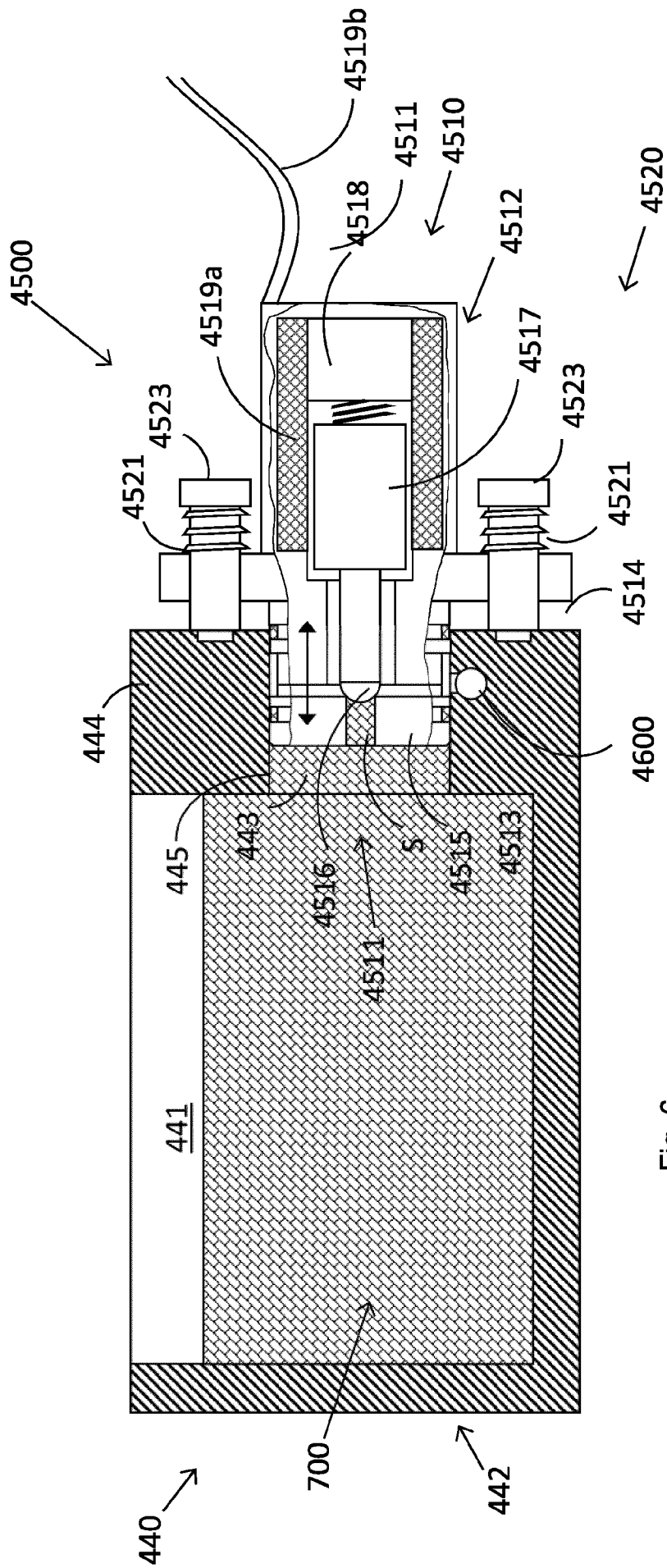


Fig. 6

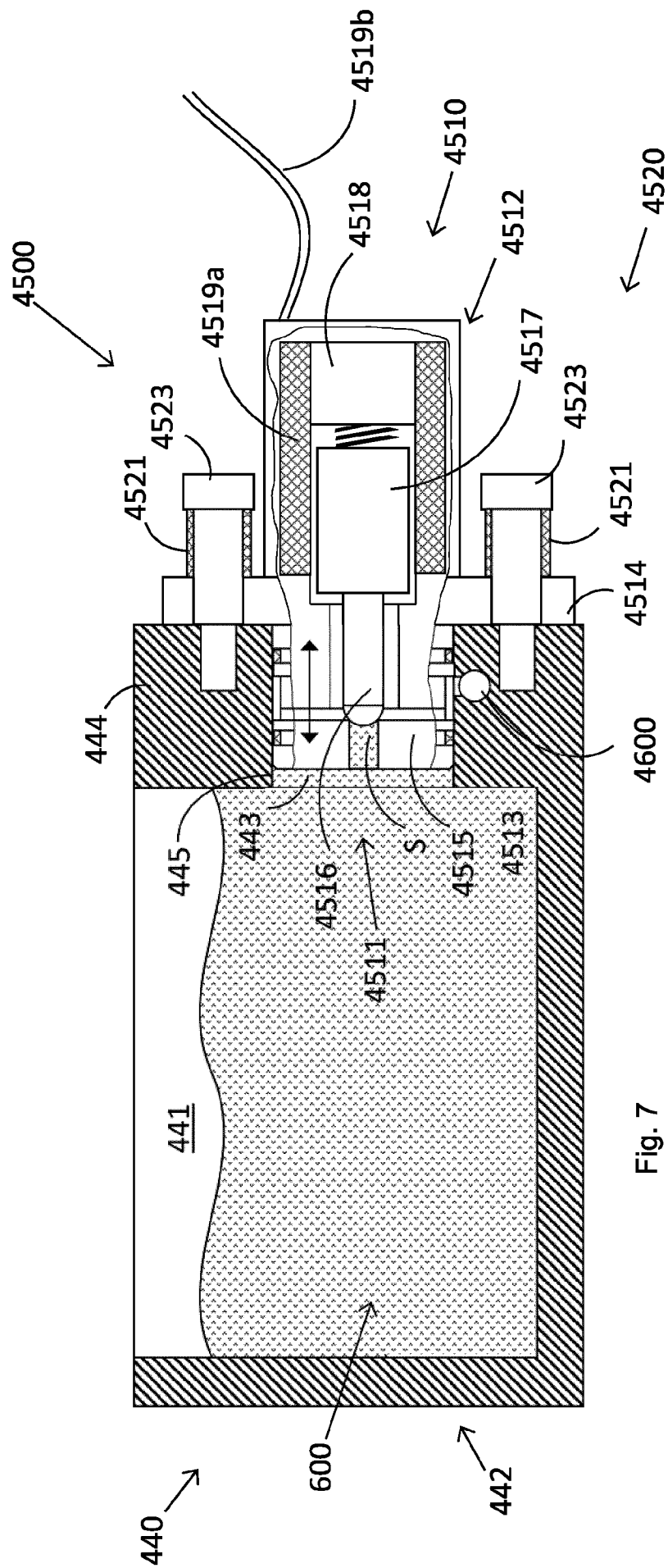


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/078263

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01M 8/04119**(2016.01)i; **H01M 8/04223**(2016.01)i

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)

H01M

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	DE 102018110661 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 08 November 2018 (2018-11-08) paragraphs [0029] - [0058]; figures 1-3	1-3,7 4-6
A	DE 102019113605 A1 (AISIN SEIKI [JP]; TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 28 November 2019 (2019-11-28) the whole document	1-7
A	DE 102016208600 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23 November 2017 (2017-11-23) the whole document	1-7
A	US 2018205100 A1 (HOSOI TAKAMI [JP] ET AL) 19 July 2018 (2018-07-19) the whole document	1-7



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

08 February 2023

Date of mailing of the international search report

16 February 2023

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Brune, Markus

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/078263

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102018110661	A1	08 November 2018	CN	108878927	A	23 November 2018
				DE	102018110661	A1	08 November 2018
				US	2018323451	A1	08 November 2018
DE	102019113605	A1	28 November 2019	CN	110534768	A	03 December 2019
				DE	102019113605	A1	28 November 2019
				JP	7063724	B2	09 May 2022
				JP	2019204731	A	28 November 2019
				US	2019363375	A1	28 November 2019
DE	102016208600	A1	23 November 2017	CN	109477595	A	15 March 2019
				DE	102016208600	A1	23 November 2017
				KR	20190008560	A	24 January 2019
				US	2019293189	A1	26 September 2019
				WO	2017198379	A1	23 November 2017
US	2018205100	A1	19 July 2018	CN	108448135	A	24 August 2018
				JP	6547770	B2	24 July 2019
				JP	2018116837	A	26 July 2018
				US	2018205100	A1	19 July 2018

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01M8/04119 H01M8/04223 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01M		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2018 110661 A1 (FORD GLOBAL TECH LLC [US]) 8. November 2018 (2018-11-08)	1-3, 7
A	Absätze [0029] - [0058]; Abbildungen 1-3 -----	4-6
A	DE 10 2019 113605 A1 (AISIN SEIKI [JP]; TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 28. November 2019 (2019-11-28) das ganze Dokument -----	1-7
A	DE 10 2016 208600 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 23. November 2017 (2017-11-23) das ganze Dokument -----	1-7
A	US 2018/205100 A1 (HOSOI TAKAMI [JP] ET AL) 19. Juli 2018 (2018-07-19) das ganze Dokument -----	1-7
☐ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8. Februar 2023		16/02/2023
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 Brune, Markus

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/078263

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102018110661 A1	08-11-2018	CN 108878927 A	23-11-2018
		DE 102018110661 A1	08-11-2018
		US 2018323451 A1	08-11-2018

DE 102019113605 A1	28-11-2019	CN 110534768 A	03-12-2019
		DE 102019113605 A1	28-11-2019
		JP 7063724 B2	09-05-2022
		JP 2019204731 A	28-11-2019
		US 2019363375 A1	28-11-2019

DE 102016208600 A1	23-11-2017	CN 109477595 A	15-03-2019
		DE 102016208600 A1	23-11-2017
		KR 20190008560 A	24-01-2019
		US 2019293189 A1	26-09-2019
		WO 2017198379 A1	23-11-2017

US 2018205100 A1	19-07-2018	CN 108448135 A	24-08-2018
		JP 6547770 B2	24-07-2019
		JP 2018116837 A	26-07-2018
		US 2018205100 A1	19-07-2018
