

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50784/2021
(22) Anmeldetag: 01.10.2021
(45) Veröffentlicht am: 15.12.2022

(51) Int. Cl.: **H01M 8/04119** (2016.01)
B01D 45/16 (2006.01)
B04C 7/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102019215601 A1
US 2020373592 A1
DE 102016013666 A1
JP 2002204982 A

(73) Patentinhaber:
AVL LIST GMBH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Pöschl Robert Dr.
8111 Judendorf-Straßengel (AT)

(74) Vertreter:
Gamper Bettina Dr.
8020 Graz (AT)

(54) **Separiervorrichtung zum Separieren von flüssigem Wasser aus einem Abgas in einem Abgasabschnitt eines Brennstoffzellensystems**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Separiervorrichtung (10) zum Separieren von flüssigem Wasser (W) aus einem Abgas (A) in einem Abgasabschnitt eines Brennstoffzellensystems (100), aufweisend einen Grundkörper (20) mit einem Trennabschnitt (30) zum Separieren von flüssigem Wasser (W) aus dem Abgas (A) und einem Auffangabschnitt (40) zu Auffangen des separierten flüssigen Wassers (W), wobei der Grundkörper (20) wenigstens einen Gaseinlass (22) stromaufwärts des Trennabschnitts (30) zum Einlass von Abgas (A) und einen Gasauslass (24) stromabwärts des Trennabschnitts (30) zum Auslass von Abgas (A) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Trennabschnitt (30) eine gekrümmte Führungswandung (32) aufweist für ein Aufnehmen und Führen des Abgases (A) vom Gaseinlass (22) und die Krümmung dieser Führungswandung (32) sich von einem Anfangs-Krümmungsabschnitt (33) von dem Gaseinlass (22) weg zu einem End-Krümmungsabschnitt (34) reduziert.

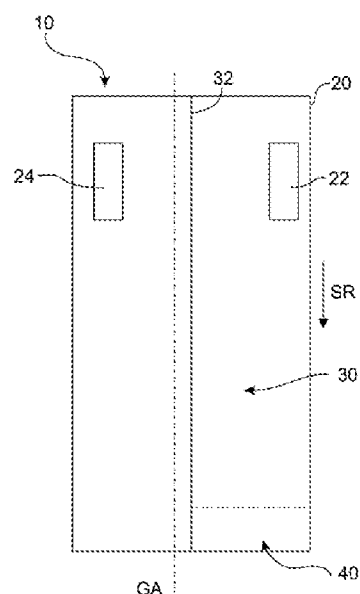


Fig. 1

Beschreibung

SEPARIERVORRICHTUNG ZUM SEPARIEREN VON FLÜSSIGEM WASSER AUS EINEM ABGAS IN EINEM ABGASABSCHNITT EINES BRENNSTOFFZELLENSYSTEMS

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Separiervorrichtung zum Separieren von flüssigem Wasser aus einem Abgas in einem Abgasabschnitt eines Brennstoffzellensystems sowie ein Brennstoffzellensystem mit einer solchen Separiervorrichtung.

[0002] Es ist bekannt, dass beim Betrieb von Brennstoffzellensystemen Abgas entsteht, welches unter anderem auch flüssiges Wasser in Tropfenform enthält. Auch ist es bekannt, dass dieses tropfenförmige Wasser aus dem Abgas abgetrennt werden soll, um zum einen das Abgas so trocken wie möglich zu halten und zum anderen Bauteile vor erhöhter mechanischer Belastung durch das Einwirken von Wassertropfen zu schützen. Dies wird üblicherweise dadurch gewährleistet, dass in den Abgasabschnitten eines Brennstoffzellensystems Separiervorrichtungen als Wasserabscheider vorgesehen sind, die das flüssige Wasser aus dem gasförmigen Abgas abtrennen und abführen oder zumindest auffangen können.

[0003] Nachteilhaft bei den bekannten Lösungen ist es, dass üblicherweise ein hoher Druckverlust mit der Trennfunktion für das abzutrennende Wasser einhergeht. Dies beruht insbesondere auf der Tatsache, dass häufig ein Zyklon verwendet wird mit einem zentral angeordneten Austrittsrohr. In diesem Konzept wird das Abgas kontinuierlich beschleunigt und verursacht an der Umlenkung zum kleinsten Durchmesser des Austrittes hohe Strömungsgeschwindigkeiten und Verluste. Auch werden Systeme eingesetzt, um in labyrinthförmiger Weise das Abgas so zu führen, dass das Wasser abgetrennt wird.

[0004] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, in kostengünstiger und einfacher Weise eine Abscheidung von Wasser aus einem Abgas in einem Brennstoffzellensystem mit möglichst geringem Druckverlust zu ermöglichen.

[0005] Die voranstehende Aufgabe wird gelöst, durch eine Separiervorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 15. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Separiervorrichtung beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem und jeweils umgekehrt, so dass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird beziehungsweise werden kann.

[0006] Erfindungsgemäß dient eine Separiervorrichtung zum Separieren von flüssigem Wasser aus einem Abgas in einem Abgasabschnitt eines Brennstoffzellensystems. Hierfür weist eine solche Separiervorrichtung einen Grundkörper mit einem Trennabschnitt zum Separieren von flüssigem Wasser aus dem Abgas auf. Darüber hinaus ist ein Auffangabschnitt zum Auffangen des separierten flüssigen Wassers vorgesehen. Der Grundkörper weist wenigstens einen Gaseinlass stromaufwärts des Trennabschnitts zum Einlass von Abgas und einen Gasauslass stromabwärts des Trennabschnitts zum Auslass von Abgas auf. Erfindungsgemäß zeichnet sich die Separiervorrichtung dadurch aus, dass der Trennabschnitt eine gekrümmte Führungswandung aufweist, für ein Aufnehmen und Führen des Abgases vom Gaseinlass, wobei die Krümmung dieser Führungswandung sich von einem Anfangs-Krümmungsabschnitt von dem Gaseinlass weg zu einem End-Krümmungsabschnitt reduziert.

[0007] Der wenigstens eine Gaseinlass ist vorzugsweise mit einer schmalen Ausgestaltung in radialer Richtung ausgebildet, sodass sich eine längliche Öffnung ausbildet. Folglich sind insbesondere alle Gaseinlässe hochkant ausgebildet, sprich diese schmal in einer radial Richtung und lang bzw. groß vertikalen Richtung ausgebildet.

[0008] Der erfindungsgemäße Kerngedanke beruht auf einem Trennprinzip, welches auch später

noch als umgekehrtes Zyklon-Trennprinzip beschrieben wird. Darunter ist zu verstehen, dass das Abgas zusammen mit den noch enthaltenen flüssigen Wassertröpfchen vom Gaseinlass in den Trennabschnitt eingeführt wird. Der Trennabschnitt ist nun mit der Führungswandung so ausgebildet, dass er das Abgas aufnimmt und entlang der Führungswandung führt. Diese Art der Führung führt dazu, dass ein Umlenken der Strömungsrichtung des eingeführten Abgases stattfindet und die Strömungsrichtung des Abgases durch die Führungswandung gelenkt wird. Die Führungswandung ist nun so ausgestaltet, dass direkt nach dem Gaseinlass oder kurz nach dem Gaseinlass der Anfangs-Krümmungsabschnitt angebracht ist. Dieser Anfangs-Krümmungsabschnitt weist bezogen auf den später noch erläuterten End-Krümmungsabschnitt eine deutlich größere Krümmung auf, sodass hier ein starkes Umlenken des einströmenden Abgases stattfindet. Ein starkes Umlenken des hier noch mit hoher Strömungsgeschwindigkeit einströmenden Abgases führt dazu, dass die mitgerissenen Wassertröpfchen durch die Zentrifugalkraft nach außen an die Führungswand gedrückt werden. Mit anderen Worten wird hier durch die Zentrifugalkraft als Trennungskraft ein Abtrennen der Wassertropfen aus dem Abgas nach außen erfolgen. Dadurch, dass nun beim Weiterströmen des Abgases und der abgetrennten Wassertropfen entlang der Führungswand die Krümmung dieser Führungswand abnimmt, wird die Beeinflussung der Änderung der Strömungsrichtung entsprechend ebenfalls abnehmen. Durch das Abnehmen der Beeinflussung verlangsamt sich die Strömungsgeschwindigkeit des eingeströmten Abgases, sodass ein Mitreißen von Wassertropfen, nach dem Abtrennen am Anfangs-Krümmungsabschnitt, reduziert wird. Der Kerngedanke der vorliegenden Erfindung beruht also darauf, dass durch ein im Vergleich zum späteren Verlauf der Führungswandung starkes Umlenken am Anfangs-Krümmungsabschnitt eine starke Trennfunktion zur Verfügung gestellt wird, wobei die damit zur Verfügung gestellte Abtrennung der Wassertropfen beim Weiterführen durch die reduzierte Krümmung hin zum End-Krümmungsabschnitt beibehalten wird. Dies führt insbesondere dazu, dass diese Trennungsfunktionalität ohne labyrinthartige Elemente oder einen Siphon durchgeführt werden kann. Da die Trennungsfunktionalität hier im Wesentlichen ausschließlich auf Geschwindigkeitsunterschieden und der Umlenkung der Strömung des Abgases basiert, führt dies dazu, dass ein sehr geringer Druckverlust erzielt werden kann, beim Einsatz dieser Trennungsmethode.

[0009] Das Abtrennen der Wassertropfen in flüssiger Form aus dem Abgas erfolgt in beschriebener Weise durch die Zentrifugalkraft und das Umlenken des Abgases. Das Weiterfördern der abgetrennten Wassertropfen erfolgt insbesondere durch die Schwerkraft entlang der Gravitationsrichtung. Somit ist die Separiervorrichtung vorzugsweise mit einer definierten Einbauposition in dem Brennstoffzellensystem mit einer entsprechend damit korrelierenden Schwerkraftrichtung ausgestattet. Das abgetrennte Wasser kann nun mithilfe der Gravitation entlang dieser Schwerkraftrichtung in den Auffangabschnitt des Grundkörpers transportiert und dort aufgefangen werden. Auch kann ein Weitertransportieren, ein Abführen aus dem Auffangabschnitt oder ein Zwischenspeichern in diesem Auffangabschnitt für das abgetrennte Wasser stattfinden, und vorzugsweise durch Anordnung von Ablaufhilfen begünstigt werden.

[0010] Neben der grundsätzlichen Veränderung der Krümmung über den Verlauf der Führungswandung ist vorzugsweise ein dreidimensionales Führen des Abgases gewünscht. Dabei wird, wie dies ebenfalls später noch näher erläutert wird, das Abgas vorzugsweise entlang der Schwerkraftrichtung von oben nach unten geführt, sodass vom Gaseinlass aus, sich in spiralförmiger Weise das Abgas mit vergrößernder Krümmung vom Anfangs-Krümmungsabschnitt zum End-Krümmungsabschnitt hinbewegt. Dabei nimmt die Geschwindigkeit ab und die Trennfunktion für das abgetrennte Wasser wird aufrechterhalten.

[0011] Darüber hinaus ist vorzugsweise eine Trennung zwischen dem Gaseinlass und dem Gasauslass durch den Trennabschnitt und insbesondere durch die Führungswandung gegeben, um einen Bypass von einströmendem Abgas an dem Trennabschnitt vorbei zum Gasauslass wirksam zu vermeiden.

[0012] Auch ist noch darauf hinzuweisen, dass der Trennabschnitt für diese beschriebene Funktionalität der sich verändernden Krümmung in unterschiedlicher Weise ausgebildet sein kann. So ist es denkbar, dass der Trennabschnitt rohrförmig oder wenigstens abschnittsweise rohrförmig

entlang einer Schrauben- oder Spiralline ausgestaltet ist und eine umschließende Führungsfunktionalität für das Abgas zur Verfügung stellt. Jedoch ist es grundsätzlich auch möglich, wenn diese Führungswandung als einseitige Wandung oder Trennwand ausgebildet ist, sodass insbesondere entlang der Schwerkraftrichtung, sich die Führungsfunktionalität durch die Strömungsverhältnisse im Trennabschnitt einstellen kann. Auch Kombinationen aus geschlossenen und geöffneten Trennabschnitten sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung grundsätzlich denkbar.

[0013] Es kann von Vorteil sein, wenn bei einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung der Anfangs-Krümmungsabschnitt der Führungswandung eine Umlenkung des geführten Abgases im Bereich zwischen mindestens 30° und maximal 360° erzeugt. Eine solche sehr starke Krümmung führt also zu einem kontinuierlichen Richtungswechsel oder sogar zu einem vollständigen Umlenken um 360° des eingebrachten Abgases. Insbesondere aufgrund der hohen Strömungsgeschwindigkeit direkt an oder nach dem Gaseinlass führt dies zu hohen Tröpfchengeschwindigkeiten und einer sehr starken Trennfunktionalität. Darüber hinaus wird auch das Abgas nach außen gedrückt und es entsteht ein Aufweiten quer zur Strömungsrichtung an der Führungswandung, ein starkes Reduzieren der Geschwindigkeit des Abgases mit dieser Aufweitung einhergehen, sodass entsprechend die Trennungsfunktion des bereits abgetrennten Wassers mit hoher Sicherheit beibehalten wird. Mit anderen Worten öffnet die Führungswandung nach dem Anfangs-Krümmungsabschnitt den Strömungsquerschnitt wesentlich stärker als es in einem geraden Rohrdiffusor ohne Ablösung jemals möglich wäre.

[0014] Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung die Führungswandung sich, vom Anfangs-Krümmungsabschnitt zum End-Krümmungsabschnitt hin, von dem Gaseinlass weg, insbesondere entlang einer Schwerkraftrichtung, nach unten erstreckt. Das bedeutet, dass das Abgas walzenförmig um die Schwerkraftrichtung gefördert wird und das abgetrennte Wasser durch die Einwirkung der Gravitationskraft aus dieser Walzenströmung herausgefördert wird. Damit wird angestrebt, dass kein unnötiges Abbremsen durch gegenläufige Strömungsverhältnisse zwischen trockenem Abgas und abgetrenntem Wasser entstehen. Dies führt zu einer weiteren Verbesserung der Strömungsverhältnisse im Innenraum der Separiervorrichtung und insbesondere im Trennabschnitt.

[0015] Vorteilhaft ist es weiter, wenn bei einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung sich der Strömungsquerschnitt des Trennabschnitts vom Anfangs-Krümmungsabschnitt zum End-Krümmungsabschnitt vergrößert. Darunter ist zu verstehen, dass nicht nur die Krümmung reduziert wird und damit einhergehend eine Geschwindigkeitsreduktion des Abgases stattfindet, sondern darüber hinaus durch ein Aufweiten des Strömungsquerschnittes sich diese Geschwindigkeitsreduktion weiter verstärken lässt. Die Kombination aus Aufweiten der Krümmung und sich aufweitendem Strömungsquerschnitt führt also zu einer sich gegenseitig verstärkenden Trennwirkung und Sicherungswirkung für das abgetrennte Wasser. Es wird dadurch angestrebt das zunehmend die Gravitationswirkung die Wandfilme bewegt und nicht die Strömungskräfte aus der Abgasströmung mit hoher Geschwindigkeit.

[0016] Von Vorteil ist es ebenfalls, wenn bei einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung der Trennabschnitt frei von einem Siphonabschnitt ausgebildet ist. Separiervorrichtungen mit Siphon weisen einen hohen Druckverlust auf, weshalb die erfindungsgemäße Trennfunktionalität zur Verfügung gestellt wird, um die komplette Separiervorrichtung frei von einem solchen Siphon auszugestalten. Dies führt zu dem bereits eingangs erwähnten großen Vorteil eines deutlich geringeren Druckverlustes einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung im Vergleich zu einer solchen mit einem Siphon. Die Trennwirkung wird also hier unabhängig von einem Siphon durch die Geschwindigkeitsreduktion aufgrund der Krümmungsvariation erzielt.

[0017] Von Vorteil ist es darüber hinaus, wenn bei einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung der Trennabschnitt als umgekehrter Zyklonabscheider ausgebildet ist. Damit ist also eine kegelförmige oder im Wesentlichen kegelförmige Ausbildung zu verstehen, welche die jeweils beschriebenen Krümmungsverhältnisse und vorzugsweise auch die beschriebenen Verhältnisse des Strömungsquerschnittes berücksichtigt, um den Geschwindigkeitsverlauf mit dem Richtungsverlauf der Strömung des Abgases mit der erfindungsgemäßen Trennungsfunktionalität zur Ab-

trennung des flüssigen Wassers auszugestalten.

[0018] Von Vorteil ist es ebenfalls, wenn bei einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung, sich die Krümmung der Führungswandung vom Anfangs-Krümmungsabschnitt zum End-Krümmungsabschnitt knickfrei, insbesondere kontinuierlich oder im Wesentlichen kontinuierlich, verringert. Dies führt insbesondere zu einer kontinuierlichen Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit und auch vorzugsweise zu einer kontinuierlichen Änderung der Richtung des Abgases. Beides führt zu einer besonders gleichmäßigen Strömung und vermeidet insbesondere Wirbelbildung und Wirbelablösung. Bevorzugt führt dies dazu, dass die gesamte Wandfilmströmung innerhalb des Trennabschnitts größtenteils oder sogar vollständig in laminaren Strömungsverhältnissen verbleibt, sodass turbulente Strömungsbereiche vermieden oder zumindest reduziert werden. Die möglichst gleichmäßige und glatte Strömung innerhalb des Trennabschnitts führt wiederum dazu, dass das abgetrennte Wasser als Wasserfilm mit höherer Wahrscheinlichkeit und höherer Sicherheit an der Führungswand des Trennabschnitts anhaftet (Adhäsion), verbleibt und in beschriebener Weise abgetrennt vom getrockneten Abgas in den Auffangabschnitt abgeführt werden kann. Unter getrocknetem Abgas wird im Sinne der vorliegenden Erfindung Abgas verstanden, welchem zumindest zum Teil flüssiges Wasser durch das beschriebene Trennungsprinzip entzogen worden ist und welches somit zumindest im Wesentlichen frei von Wasserströpfchen ist. Insbesondere weist getrocknetes Abgas nach dieser Definition immer noch eine Restfeuchte auf, so dass sich die vorliegende Erfindung auf die Abtrennung von flüssigem, tropfenförmigem Wasser frei oder im Wesentlichen frei von einer Kondensationstrocknung bezieht.

[0019] Von Vorteil ist es darüber hinaus, wenn bei einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung die Führungswandung, insbesondere wenigstens im End-Krümmungsabschnitt, zumindest eine Führungsaufnahme zum Aufnehmen und Abführen von Wasserfilmen aufweist. Während die grundsätzliche erfindungsgemäße Qualität bereits dadurch gewährleistet ist, dass sich durch die Krümmungsvariation und insbesondere auch eine Variation des Strömungsquerschnittes eine Geschwindigkeitsreduktion des Abgases erzielt wird, kann ein Absichern des abgetrennten Wassers gegen ein Mitreißen durch das getrocknete Abgas durch eine solche Führungsaufnahme noch weiter verbessert werden. Dabei kann es sich im einfachsten Fall um rillen- oder rippenförmige Elemente handeln, die das Wasser entlang der Gravitationsrichtung, also der Schwerkraft-Richtung durch Gravitationskraft, fördern und durch ihre geometrische Ausbildung gegen ein Mitreißen durch das getrocknete Abgas sichern. Auch sind seitliche Kanalaufnahmen oder Rohraufnahmen denkbar, die als Führungsaufnahmen das Wasser, beispielsweise durch einen Aufnahmeschlitz, aufnehmen und entsprechend in noch sicherer Weise vom getrockneten Abgas abführen können.

[0020] Von Vorteil ist es darüber hinaus, wenn bei einer Separiervorrichtung gemäß dem voranstehenden Absatz eine Führungsaufnahme wenigstens abschnittsweise entlang oder im Wesentlichen entlang der Schwerkraftrichtung ausgerichtet ist. Wie bereits erläutert worden ist, ist es vorteilhaft, wenn für das Abführen des abgetrennten Wassers aus dem dann getrockneten Abgas, dieses abgeführte und abgetrennte Wasser mit Gravitationskraft in den Auffangabschnitt bewegt wird. Um nun den einen Siphonabschnitt möglichst wirksam und endgültig zu vermeiden, erfolgt eine Ausrichtung dieser Führungsaufnahme entlang oder im Wesentlichen entlang der Schwerkraftrichtung, sodass die maximale Krafteinwirkung der Gravitationskraft zum Abführen des abgetrennten Wassers erzielt wird.

[0021] Ebenfalls vorteilhaft ist es bei einer Separiervorrichtung der beiden voranstehenden Absätze, wenn die wenigstens eine Führungsaufnahme eine Rücklaufsperrung, insbesondere in Form wenigstens einer Rücklaufsperrlippe, aufweist, für ein Vermeiden eines Rücklaufes des aufgenommenen Wassers. Wie bereits erläutert worden ist, kann durch eine starke Krümmungsvariation im Anfangs-Krümmungsabschnitt der Führungswandung eine starke Trennfunktion zur Verfügung gestellt werden, sodass bereits auf sehr kurzer Strecke entlang der Führungswandung ein Großteil des flüssigen Wassers aus dem eingeführten Abgas abgetrennt werden kann. So kann nach einer kurzen Strecke nach dieser Abtrennung auch dieses bereits abgetrennte Wasser durch einen entsprechenden Schlitz oder eine Einlauföffnung in der Führungsaufnahme aufgenommen werden. Um nun für die Weiterförderung das unerwünschte Mitreißen des abgetrennten

Wassers in dem getrockneten Abgas noch sicherer zu verhindern, kann eine Rücklaufsperrung vorgesehen sein, welche zum Beispiel lippen- oder riefenförmig durch die Geometrie ein solches Mitreißen noch wirkungsvoller verhindert und damit die erfindungsgemäße Funktionalität weiter stärkt. Das Wasser kann also in abgetrennter Form in die Führungsaufnahme hineingefördert, insbesondere gedrückt, werden, kann jedoch gegen diese Rücklaufsperrung nicht oder nur in sehr unwahrscheinlichen Fällen wieder teilweise herausgelangen.

[0022] Vorteile bringt es mit sich, wenn bei einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung der Auffangabschnitt ein Rücklaufsperrerelement aufweist, für ein Verhindern einer Rückströmung von aufgefangenem Wasser in den Trennabschnitt. Auch hier handelt es sich um eine Rücklaufsperrung, welche bereits dann wirksam ist, wenn sich das Wasser bereits im Auffangabschnitt befindet. So können hier entsprechende Labyrinthausbildungen oder -wandungen vorgesehen sein, um ein Rückströmen oder Rücklaufen des abgetrennten Wassers aus dem Auffangabschnitt zu vermeiden.

[0023] Ebenfalls Vorteile kann es mit sich bringen, wenn bei einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung der Grundkörper wenigstens zwei Gaseinlässe zum Einlass von Abgas in dem Trennabschnitt aufweist, wobei die beiden Gaseinlässe bezogen auf eine Grundkörperachse des Grundkörpers auf unterschiedlichen Höhen angeordnet sind. Dabei kann es sich beispielsweise um unterschiedliche Abgasabschnitte eines Brennstoffzellenstapels handeln. Bei größeren Brennstoffzellensystemen mit mehreren Brennstoffzellenstapeln können auch mehrere Gaseinlässe vom gleichen Abschnitt des jeweils anderen Brennstoffzellenstapels in eine gemeinsame Separiervorrichtung eingebracht werden. Dabei sind die Gaseinlässe vorzugsweise auf unterschiedlichen Höhen, aber auf gleicher oder im Wesentlichen gleicher Umfangsposition und/oder auf gleicher oder im Wesentlichen gleicher radialer Position angeordnet, sodass für beide Gaseinlässe identische oder im Wesentlichen identische Trennfunktionen für das Abtrennen des Wassers zur Verfügung gestellt werden sowie eine gegenseitige Beeinflussung durch den Versatz in Höhenrichtung vermieden wird.

[0024] Weitere Vorteile bringt es mit sich, wenn bei einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung der Grundkörper durch ein aufbauendes Verfahren hergestellt ist. Dabei kann es sich zum Beispiel um ein sogenanntes 3D-Druckverfahren oder Sinterverfahren handeln. Dies führt insbesondere dazu, dass auch sehr komplexe Strömungsgeometrien in kostengünstiger und einfacher Weise, insbesondere für die Führungswandung, herstellbar werden.

[0025] Ebenfalls von Vorteil ist es, wenn bei einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung der Gaseinlass, sich von einer Seitenwandung des Trennabschnitts in den Trennabschnitt hinein erstreckt. Damit wird sichergestellt, dass ein Aufweiten der Strömungsquerschnitte nach dem Gaseinlass vermieden wird und ein sauberes Übergeben, insbesondere in laminarer Weise, gleichmäßige Strömungsverhältnisse nach dem Gaseinlass bei der Übergabe an die Führungswandung einstellt. Dies vermeidet insbesondere ein Verwirbeln beim Einbringen des Abgases und darüber hinaus vorzugsweise ein Vermischen mit bereits getrocknetem Abgas nach der Führung durch die Führungswandung.

[0026] Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Brennstoffzellensystem, aufweisend zumindest einen Brennstoffzellenstapel mit einem Anodenabschnitt und einem Kathodenabschnitt. Der Anodenabschnitt weist einen Anodenzuführabschnitt zum Zuführen von Anodenzuführgas und einen Anodenabführabschnitt zum Abführen von Anodenabgas auf. Der Kathodenabschnitt weist einen Kathodenzuführabschnitt zum Zuführen von Kathodenzuführgas und einen Kathodenabführabschnitt zum Abführen von Kathodenabgas auf. Weiters ist das Brennstoffzellensystem mit einer Separiervorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ausgestattet, deren Gaseinlass fluidkommunizierend mit dem Anodenabführabschnitt oder dem Kathodenabführabschnitt verbunden ist. Damit bringt ein erfindungsgemäßes Brennstoffzellensystem die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf eine erfindungsgemäße Separiervorrichtung erläutert worden sind. Die abgetrennten Abgase aus Anodenabgas und Kathodenabgas können beispielsweise einem Rezirkulationsgasabschnitt zur Rezirkulation in den Anodenzuführabschnitt zugemischt werden.

[0027] Auch können mehrere Separiervorrichtungen für unterschiedliche Abgasabschnitte des Brennstoffzellensystems separat voneinander betrieben werden. Bei einer Rezirkulation ist vorzugsweise der Gasauslass der Separiervorrichtung mit einer Injektorvorrichtung ausgebildet oder mit dieser fluidkommunizierend verbunden, um eine Injektorfunktionalität für die Rezirkulation zur Verfügung zu stellen.

[0028] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Es zeigen schematisch:

[0029] Fig. 1 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung in seitlichem Querschnitt,

[0030] Fig. 2 die Ausführungsform der Figur 1 in einem Querschnitt in Draufsicht,

[0031] Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Trennabschnitts in Draufsicht,

[0032] Fig. 4 die Ausführungsform der Figur 3 in seitlicher Darstellung,

[0033] Fig. 5 eine weitere Ausführungsform eines Trennabschnitts mit einer Führungsaufnahme,

[0034] Fig. 6 eine Detaildarstellung der Ausführungsform der Figur 5,

[0035] Fig. 7 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Separiervorrichtung,

[0036] Fig. 8 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems.

[0037] Die Figuren 1 und 2 zeigen schematisch, wie eine Separiervorrichtung 10 aufgebaut sein kann. Diese teilt sich im Wesentlichen in zwei Kernabschnitte, nämlich den Trennabschnitt 30 und den Auffangabschnitt 40 auf. Über einen Gaseinlass 22 kann Abgas A in den Trennabschnitt 30 gelangen und dort mithilfe der Trennfunktion das Wasser W aus dem Abgas A abgetrennt werden. Entlang der Schwerkraftrichtung SR, in Figur 1 nach unten, kann dieses abgetrennte Wasser W (in Figur 1 nicht näher dargestellt) nach unten in den Auffangabschnitt 40 abgeführt werden. Dort kann ein entsprechendes Reservoir, ein Auffangvolumen oder Ähnliches vorgesehen sein, um das abgetrennte Wasser W aufzunehmen und zu lagern oder auch weiterzuführen. Das auf diese Weise getrocknete Abgas A geht nun in den linken Bereich über und verlässt damit den Trennabschnitt 30, um in getrockneter Weise zum Gasauslass 24 zu strömen und wieder dem weiteren System zur Verfügung gestellt zu werden oder an die Umwelt abgegeben zu werden.

[0038] Anhand der Figur 2 ist schematisch die Funktionalität dieser Abtrennung des Wassers W aus dem Abgas A dargestellt. Das Abgas A strömt über den Gaseinlass 22 hineinragend in den Trennabschnitt 30 ein. Um ein Verwirbeln des Abgases A mit hoher Wahrscheinlichkeit zu vermeiden, ragt hier der Gaseinlass 22 mit seiner Gaseinlass-Wandung 23 über die Seitenwandung 31 des Trennabschnitts 30 hinaus. Damit wird sichergestellt, dass ein sauberes Anlegen des Abgases A beim Austritt aus dem Gaseinlass 22 an der Führungswandung 32 erreicht wird. Hier ist, teilelliptisch dargestellt, die Führungswandung 32 so ausgebildet, dass nun ein langsames Aufweiten der Krümmung stattfindet. Auch ist eine spiralförmige Ausbildung denkbar, um eine vergrößerte Krümmung nach 90° zu vermeiden. In dieser Figur ist weiter gut zu erkennen, dass sich eine walzenförmige Strömung ausbildet, welche unterhalb und/oder oberhalb des Gaseinlasses 22 durch einen Freiraum der Führungswandung 32 aus dem Trennabschnitt ausströmt. Die weitere Trennfunktion wird insbesondere im Nachfolgenden mit Bezug auf die Figuren 3 und 4 näher erläutert.

[0039] So zeigen diese Figuren 3 und 4 nun, einmal in Draufsicht gemäß der Figur 3 und einmal in seitlicher Darstellung gemäß der Figur 4, eine schematische Möglichkeit einer Abtrennfunktionalität. Diese ist hier im Wesentlichen rohrförmig dargestellt, funktioniert jedoch identisch auch mit einer reinen Wandungsausgestaltung, wie sie zum Beispiel die Figuren 1 und 2 zeigen. In Figur 3 ist in Draufsicht dargestellt, wie das Abgas A in den Gaseinlass 22 einströmt und sich nun an der Führungswandung 32 anlegt. Im Anfangs-Krümmungsabschnitt 33 erfolgt ein starkes Um-

lenken, hier beispielsweise um circa 120° . Dabei werden durch die Zentrifugalkraft das Wasser W in Tropfenform nach außen getragen und an die Wand gedrückt. Über den weiteren Verlauf zeigt die Figur 4, dass das getrocknete Abgas A nach unten geführt wird, entlang der Schwerkraftrichtung. Dabei wird auch das Wasser W ebenfalls nach unten gefördert, entlang der Schwerkraftrichtung SR durch die Gravitationskraft. Dadurch, dass das Wasser W sich nun bereits an der Seitenwand der Führungswand 32 befindet, bildet sich ein Wasserfilm aus, wie er schematisch in der Figur 4 durch die Schwerkraftrichtung SR nach unten gedrückt dargestellt ist. Dies stellt sicher, dass nun das abgetrennte Wasser W in den Auffangabschnitt 40 eingebracht werden kann. Die Figur 3 zeigt, wie sich die Krümmung vom Anfangs-Krümmungsabschnitt 33 zum End-Krümmungsabschnitt 34 vergrößert, womit entsprechend die Strömungsgeschwindigkeit des eingeströmten Abgases A abnimmt. Darüber hinaus vergrößert sich der Strömungsquerschnitt entlang der Führungswandung 32, was zusätzlich die Strömungsgeschwindigkeit des Abgases A in seiner getrockneten Form reduziert. Beides führt dazu, dass eine reduzierte Geschwindigkeit des Abgases A ein Mitreißen des abgetrennten Wassers W vermeidet oder zumindest dieses Risiko reduziert. Das abgetrennte Wasser W kann nun im Auffangabschnitt 40 aufgenommen werden, wobei dieser bei der Ausführungsform der Figur 4 mit einem Rücklaufsperrerelement 42 ausgestattet ist. Dieses ist hier eine labyrinthförmige Wandung, welche verhindert, dass Wasser W, welches in den Auffangabschnitt 40 gelangt ist, wieder zurück in den Trennabschnitt 30 läuft. Grundsätzlich sind beliebige Querschnittsformen des Rohres denkbar. Als vorteilhaft erweisen sich zunehmend Querschnitte mit einer stärkeren Höhenerstreckung als radialer Breite die deutlich stärker als jene in Figur 3 und 4 angedeuteten Relationen ausgeführt werden können.

[0040] Anhand der Figuren 5 und 6 wird nochmals erläutert, wie die Trennfunktionalität weiter gesteigert und verbessert werden kann. So ist hier nach etwas mehr als der Hälfte des Umfangs der Führungswandung 32 eine Führungsaufnahme 36 schlitzförmig ausgebildet. Wasser, welches durch die Zentrifugalkraft nun nach dem Eintritt aus dem Gaseinlass 22 an die Führungswandung 32 angepresst worden ist, wird nun entlang dieser Führungswandung mit dem Abgas A mitgeführt und in der Zeichnungsebene der Figur 5 nach hinten, entlang der Schwerkraftrichtung SR also nach unten, gefördert. Sobald der Schlitz der Führungsaufnahme 36 erreicht ist, tritt das abgetrennte Wasser W in diese Führungsaufnahme 36 hinein und wird durch die Schwerkraft entlang der Schwerkraftrichtung SR nach unten (in Figur 5 in die Zeichnungsebene hinein) zum Auffangabschnitt 40 geführt. Die Figur 6 zeigt, wie diese Führungsaufnahme 36 gegen ein Rücklaufen des abgetrennten Wassers W noch weiter gesichert sein kann. So sind hier in lippenförmiger Weise zwei Rücklaufsperrern 37 dargestellt, welche das Wasser W mit höherer Sicherheit nach dem Eintreten innerhalb der Führungsaufnahme 36 halten soll. Wie dargestellt kann eine verjüngende aber auch eine erweiternde Ausführung dieses Spaltes vorteilhaft sein als Kompromiss von hydraulischen und fertigungstechnischen Aspekten.

[0041] Die Figur 7 zeigt eine Weiterbildung der Ausführungsform der Figur 1. So ist hier jedoch diese mit zwei Gaseinlässen 22 dargestellt, welche in gleicher Umfangsposition und gleicher radialen Position in Schwerkraftrichtung SR versetzt zueinander angeordnet sind. Darüber hinaus ist hier der Trennabschnitt 30 noch konisch öffnend ausgebildet, sodass eine zusätzliche Geschwindigkeitsreduktion nach dem Einströmen des Abgases A für dieses gewährleistet werden kann.

[0042] Die Figur 8 zeigt eine Möglichkeit eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems 100. Dieses ist hier mit einem Brennstoffzellenstapel 110 ausgestattet. Dieser Brennstoffzellenstapel 110 weist einen Anodenabschnitt 120 und einen Kathodenabschnitt 130 auf. Anodenzuführgas AZG wird über den Anodenzuführabschnitt 122 dem Anodenabschnitt 120 zugeführt. In ähnlicher Weise wird Kathodenzuführgas KZG über den Kathodenzuführabschnitt 132 dem Kathodenabschnitt 130 zugeführt. Anodenabgas AAG wird über den Anodenabführabschnitt 124 und Kathodenabgas KAG über den Kathodenabführabschnitt 134 abgeführt. Bei der Ausführungsform der Figur 8 ist nun im Anodenabführabschnitt 124 eine Separiervorrichtung 10 gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt und kann ein Abtrennen von Wasser und damit ein Trocknen des Anodenabgases AAG als Abgas A gewährleisten. Selbstverständlich kann in gleicher oder ähnlicher Weise eine Separiervorrichtung 10 auch in dem Kathodenabführabschnitt 134 angeordnet sein.

Das getrocknete Anodenabgas AAG kann als Rezirkulationsgas nun dem Anodenzuführabschnitt 122 zugeführt werden oder aber als gemeinsames Abgas mit Kathodenabgas an die Umgebung entlassen werden.

[0043] Die voranstehende Erläuterung beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 10 Separiervorrichtung
- 20 Grundkörper
- 22 Gaseinlass
- 23 Gaseinlass-Wandung
- 24 Gasauslass
- 30 Trennabschnitt
- 31 Seitenwandung
- 32 Führungswandung
- 33 Anfangs-Krümmungsabschnitt
- 34 End-Krümmungsabschnitt
- 36 Führungsaufnahme
- 37 Rücklaufsperr
- 40 Auffangabschnitt
- 42 Rücklaufsperr

- 100 Brennstoffzellensystem
- 110 Brennstoffzellenstapel
- 120 Anodenabschnitt
- 122 Anodenzuführabschnitt
- 124 Anodenabführabschnitt
- 130 Kathodenabschnitt
- 132 Kathodenzuführabschnitt
- 134 Kathodenabführabschnitt

- W Wasser
- A Abgas
- AR Schwerkraft
- GA Grundkörperachse
- AZG Anodenzuführgas
- AAG Anodenabgas
- KZG Kathodenzuführgas

Patentansprüche

1. Separiervorrichtung (10) zum Separieren von flüssigem Wasser (W) aus einem Abgas (A) in einem Abgasabschnitt eines Brennstoffzellensystems (100), aufweisend einen Grundkörper (20) mit einem Trennabschnitt (30) zum Separieren von flüssigem Wasser (W) aus dem Abgas (A) und einem Auffangabschnitt (40) zu Auffangen des separierten flüssigen Wassers (W), wobei der Grundkörper (20) wenigstens einen Gaseinlass (22) stromaufwärts des Trennabschnitts (30) zum Einlass von Abgas (A) und einen Gasauslass (24) stromabwärts des Trennabschnitts (30) zum Auslass von Abgas (A) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Trennabschnitt (30) eine gekrümmte Führungswandung (32) aufweist für ein Aufnehmen und Führen des Abgases (A) vom Gaseinlass (22) und die Krümmung dieser Führungswandung (32) sich von einem Anfangs-Krümmungsabschnitt (33) von dem Gaseinlass (22) weg zu einem End-Krümmungsabschnitt (34) reduziert.
2. Separiervorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Anfangs-Krümmungsabschnitt (33) der Führungswandung (32) eine Umlenkung des geführten Abgases (A) im Bereich zwischen mindestens 30° und maximal 360° erzeugt.
3. Separiervorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungswandung (32) sich vom Anfangs-Krümmungsabschnitt (33) zum End-Krümmungsabschnitt (34) hin von dem Gaseinlass (22) weg, insbesondere entlang einer Schwerkraftrichtung (SR), nach unten erstreckt.
4. Separiervorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Strömungsquerschnitt des Trennabschnitts (30) vom Anfangs-Krümmungsabschnitt (33) zum End-Krümmungsabschnitt (34) vergrößert.
5. Separiervorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Trennabschnitt (30) frei von einem Siphonabschnitt ausgebildet ist.
6. Separiervorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Trennabschnitt (30) als umgekehrter Zyklonabscheider ausgebildet ist.
7. Separiervorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Krümmung der Führungswandung (32) vom Anfangs-Krümmungsabschnitt (33) zum End-Krümmungsabschnitt (34) knickfrei, insbesondere kontinuierlich oder im Wesentlichen kontinuierlich reduziert.
8. Separiervorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungswandung (32), insbesondere wenigstens im End-Krümmungsabschnitt (34), zumindest eine Führungsaufnahme (36) zum Aufnehmen und Abführen von Wasser (W) aufweist.
9. Separiervorrichtung (10) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Führungsaufnahme (36) wenigstens abschnittsweise entlang oder im Wesentlichen entlang einer Schwerkraftrichtung (SR) ausgerichtet ist.
10. Separiervorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens eine Führungsaufnahme (36) eine Rücklaufsperrung (37), insbesondere in Form wenigstens einer Rücklaufsperrlippe, aufweist für ein Vermeiden eines Rücklaufes des aufgenommenen Wassers (W).
11. Separiervorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Auffangabschnitt (40) ein Rücklaufsperrerelement (42) aufweist für ein Verhindern einer Rückströmung von aufgefangenem Wasser (W) in den Trennabschnitt (30).
12. Separiervorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (20) wenigstens zwei Gaseinlässe (22) zum Einlass von Abgas (A) in den Trennabschnitt (30) aufweist, wobei die beiden Gaseinlässe (22) bezogen auf eine Grundkörperachse (GA) des Grundkörpers (20) auf unterschiedlichen Höhen angeordnet sind.

13. Separiervorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (20) durch ein aufbauendes Verfahren hergestellt ist.
14. Separiervorrichtung (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Gaseinlass (22) sich von einer Seitenwandung (31) des Trennabschnitts (30) in den Trennabschnitt (30) hinein erstreckt.
15. Brennstoffzellensystem (100), aufweisend zumindest einen Brennstoffzellenstapel (110) mit einem Anodenabschnitt (120) und einem Kathodenabschnitt (130), der Anodenabschnitt (120) aufweisend einen Anodenzuführabschnitt (122) zum Zuführen von Anodenzuführgas (AZG) und einen Anodenabführabschnitt (124) zum Abführen von Anodenabgas (AAG), der Kathodenabschnitt (130) aufweisend einen Kathodenzuführabschnitt (132) zum Zuführen von Kathodenzuführgas (KZG) und einen Kathodenabführabschnitt (134) zum Abführen von Kathodenabgas (KAG), weiter aufweisend eine Separiervorrichtung (10) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 14, deren Gaseinlass (22) fluidkommunizierend mit dem Anodenabführabschnitt (124) oder dem Kathodenabführabschnitt (134) verbunden ist.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

1/5

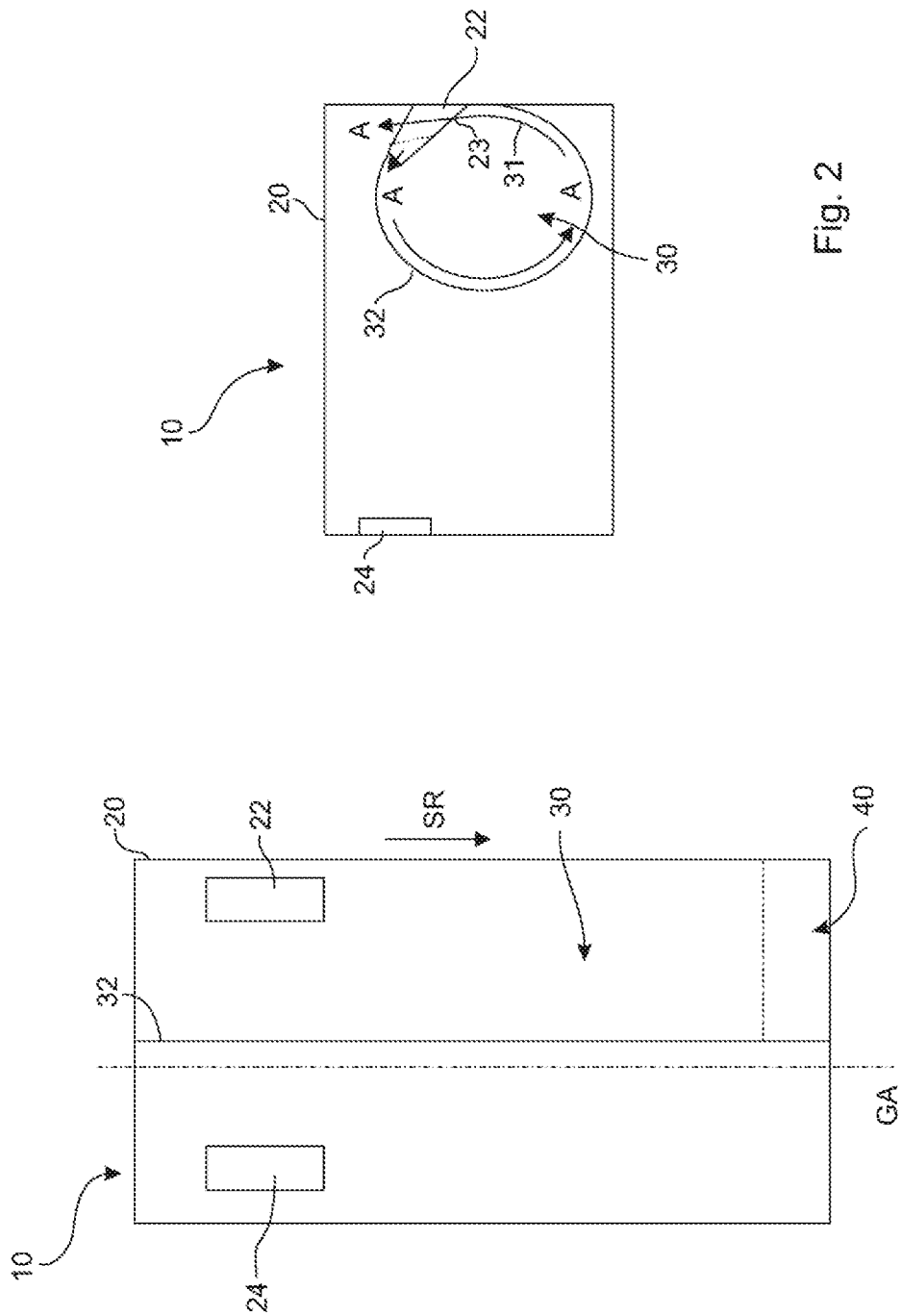


Fig. 2

Fig. 1

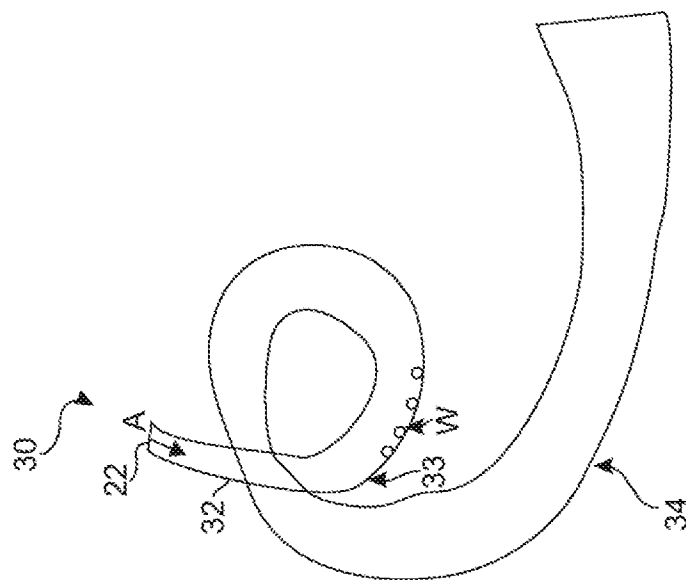


Fig. 3

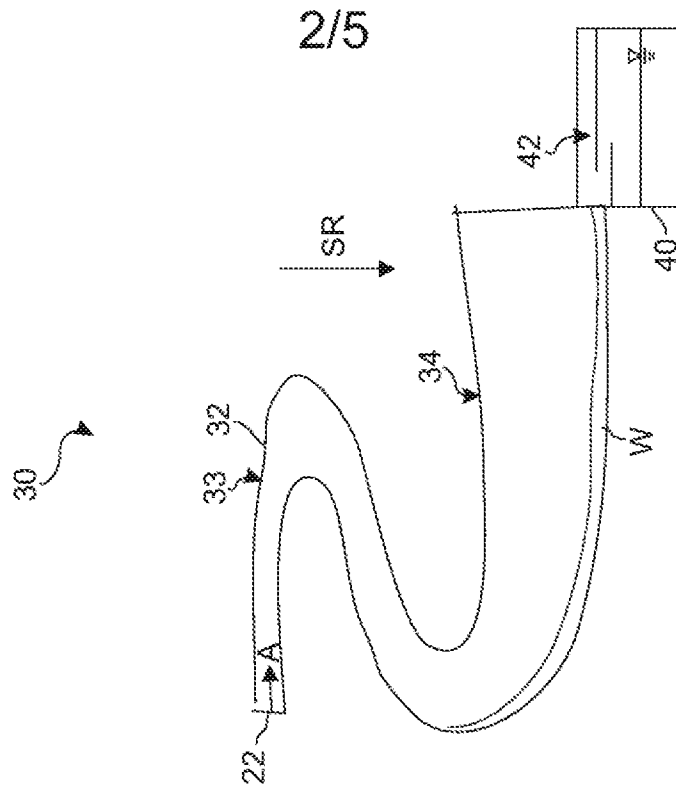


Fig. 4

3/5

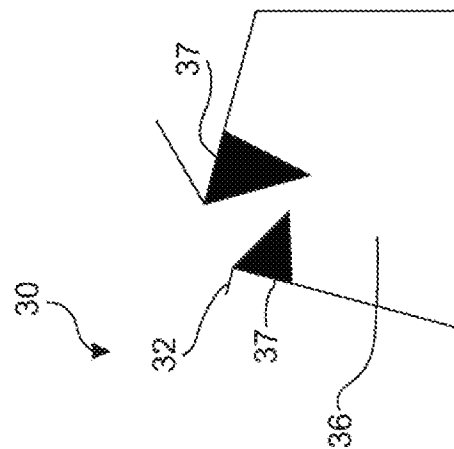


Fig. 6

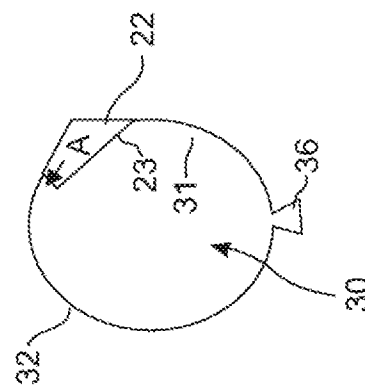


Fig. 5

4/5

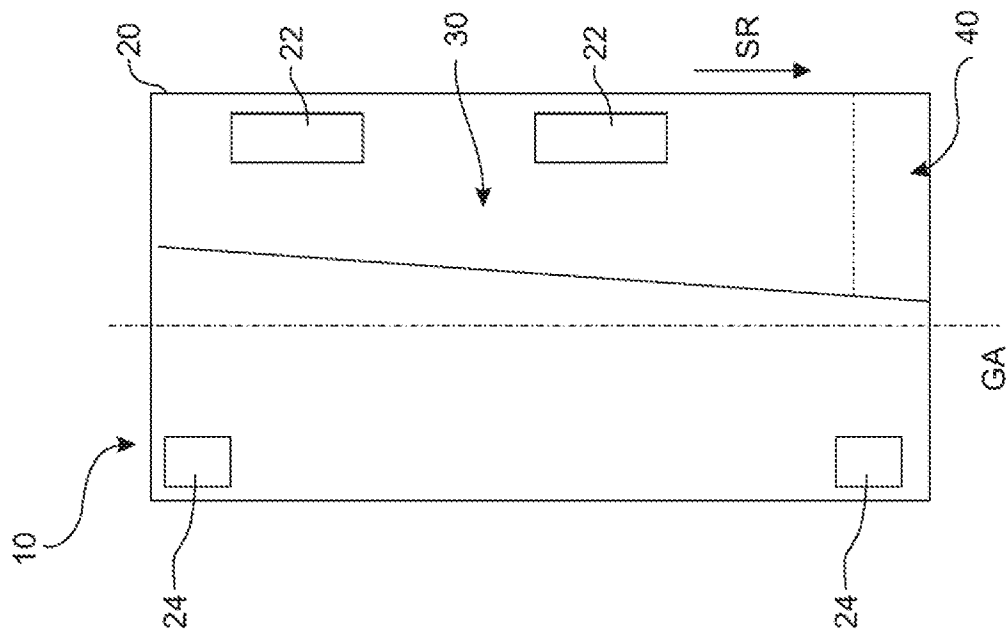


Fig. 7

5/5

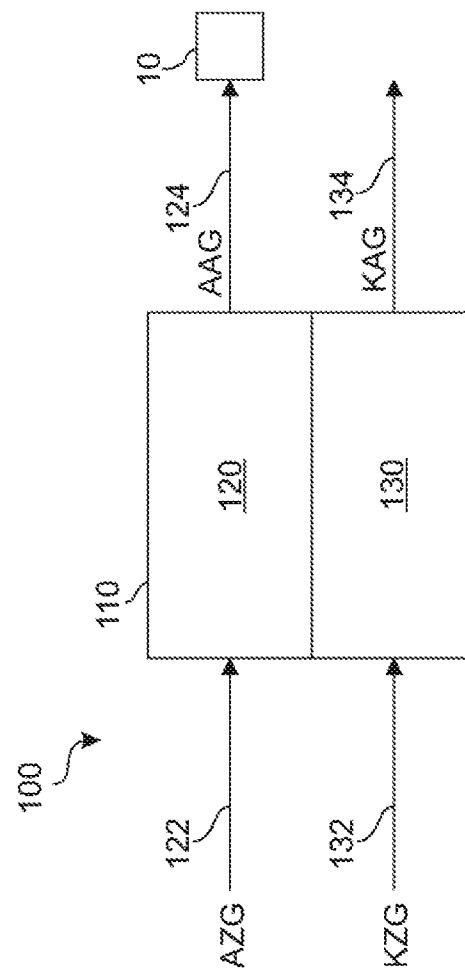


Fig. 8