

(19)



(11)

EP 4 567 155 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.06.2025 Patentblatt 2025/24

(21) Anmeldenummer: **23214837.9**

(22) Anmeldetag: **07.12.2023**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C25B 1/04 (2021.01) C25B 9/60 (2021.01)
C25B 9/63 (2021.01) C25B 9/65 (2021.01)
C25B 9/77 (2021.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C25B 1/04; C25B 9/60; C25B 9/63; C25B 9/65;
C25B 9/77

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

(71) Anmelder: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME**
POUR L'ETUDE ET
L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES
CLAUDE
75007 Paris (FR)

(72) Erfinder:
• **Kress, Michael**
60439 Frankfurt am Main (DE)
• **Widuch, Dennis**
60439 Frankfurt (DE)

(74) Vertreter: **Air Liquide**
L'Air Liquide S.A.
Direction de la Propriété Intellectuelle
75, Quai d'Orsay
75321 Paris Cedex 07 (FR)

(54) ABDICHTUNG EINES ELEKTROLYSESTACKS

(57) Elektrolysestack (1) umfassend mehrere Elektrolysezellen (2), welche jeweils einen Anodenraum (4) mit einer Anode (6), einen Kathodenraum (5) mit einer Kathode (7) und ein Diaphragma (8) umfassen, wobei der Elektrolysestack (1) weiterhin eine Leitung (9) aufweist, welche zumindest die Diaphragmen (8) durchtritt und welche eine jeweilige anodenseitige Verbindung (10) zu den Anodenräumen (4) und/oder eine jeweilige kathodenseitige Verbindung (11) zu den Kathodenräumen (5) aufweist, wobei die Leitung (9) aus mehreren Segmenten (12) zusammengesetzt ist, wobei die Segmente (12) jeweils umlaufend um einen Innenraum (13) der Leitung (9) ausgebildet sind, wobei die Segmente (12) jeweils durch ein erstes Teil (14) und ein zweites Teil (15) gebildet sind, wobei zwischen dem ersten Teil (14) und dem zweiten Teil (15) jeweils eines der Diaphragmen (8) sowie ein daran anliegendes und um den Innenraum (13) der Leitung (9) umlaufend ausgebildetes elastisches Element (16) gehalten sind.

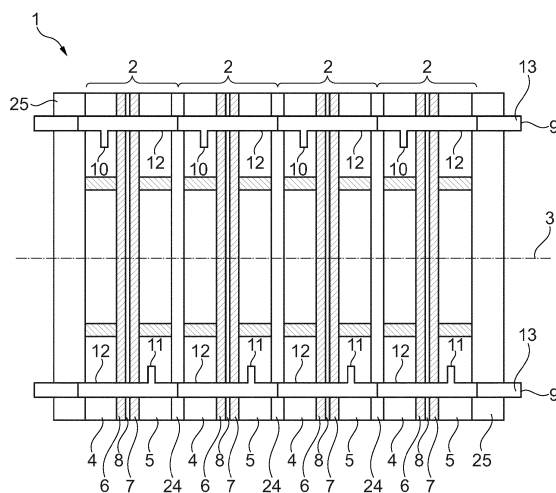


Fig. 1

EP 4 567 155 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Elektrolysestack mit mehreren Elektrolysezellen. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Verwendung eines solchen Elektrolysestacks.

[0002] Elektrolyse beispielsweise von Wasser wird im industriellen Maßstab meist mit sogenannten Elektrolysestacks durchgeführt. Dabei handelt es sich um eine Vielzahl von aneinandergereihten Elektrolysezellen. Für die Zuleitung des Elektrolyten und für die Ableitung der Elektrolyseprodukte sind dabei oft Leitungen vorgesehen, welche durch die Diaphragmen der Elektrolysezelle hindurchgeführt sind. Bei bekannten Lösungen dieser Art ist aber die Abdichtung dieser Leitungen schwierig. Das gilt insbesondere mit Blick auf die thermische Ausdehnung, der Elektrolysestacks im Betrieb oft ausgesetzt sind. Die thermische Ausdehnung ist oft ein Problem, weil sich beispielsweise Kunststoff und Stahl um Größenordnungen unterschiedlich ausdehnen.

[0003] Eine zuverlässige Abdichtung ist wichtig, weil es ansonsten dazu kommen kann, dass sich die Elektrolyseprodukte miteinander vermischen. Vermischen sich beispielsweise Wasserstoff und Sauerstoff als die Elektrolyseprodukte einer Wasserelektrolyse, kann dies ein explosives Gemisch ergeben.

[0004] Ein Elektrolysestack kann mehrere Hundert oder sogar über Tausend Dichtungen aufweisen. Versagt eine davon, kann es schwierig sein, diese zu finden und auszutauschen. Gerade deshalb ist eine zuverlässige Abdichtung von großer Bedeutung.

[0005] Aus dem Stand der Technik sind insbesondere Lösungen bekannt, bei welchen Diaphragmen aus Asbest verwendet werden. Die Dicke dieser Diaphragmen kann beispielsweise bei 3 mm liegen. Durch die Verwendung von Asbest sind diese Diaphragmen hochkomprimierbar. Dadurch kann eine Abdichtung einfach dadurch erreicht werden, dass Leitungsstücke auf die Diaphragmen gedrückt werden. Heute ist die Verwendung von Asbest allerdings nicht mehr gewünscht oder sogar gar nicht mehr zulässig. Mit alternativ verfügbaren Materialien für die Diaphragmen ist eine vergleichbare Konstruktion nicht ohne Weiteres möglich.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, gegenüber dem Stand der Technik eine einfache und zuverlässige Möglichkeit zu schaffen, Leitungen in einem Elektrolysestack abzudichten. Dabei soll insbesondere auf Asbest verzichtet werden.

[0007] Diese Aufgaben werden gelöst mit dem Elektrolysestack und dessen Verwendung gemäß den unabhängigen Ansprüchen. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Die in den Ansprüchen und in der Beschreibung dargestellten Merkmale sind in beliebiger, technologisch sinnvoller Weise miteinander kombinierbar.

[0008] Erfindungsgemäß wird ein Elektrolysestack vorgestellt. Der Elektrolysestack umfasst mehrere Elektrolysezellen, welche entlang einer Achse aufgereiht aneinander anliegend gehalten sind, wobei die Elektroly-

sezellen jeweils einen Anodenraum mit einer Anode, einen Kathodenraum mit einer Kathode und ein zwischen dem Anodenraum und dem Kathodenraum angeordnetes Diaphragma umfassen, wobei der Elektrolysestack weiterhin eine Leitung aufweist, welche zumindest die Diaphragmen durchtritt und welche eine jeweilige anodenseitige Verbindung zu den Anodenräumen und/oder eine jeweilige kathodenseitige Verbindung zu den Kathodenräumen aufweist, wobei die Leitung aus mehreren Segmenten zusammengesetzt ist, wobei die Segmente jeweils umlaufend um einen Innenraum der Leitung ausgebildet sind, wobei die Segmente jeweils durch ein erstes Teil und ein zweites Teil gebildet sind, wobei zwischen dem ersten Teil und dem zweiten Teil jeweils eines der Diaphragmen sowie ein daran anliegendes und um den Innenraum der Leitung umlaufend ausgebildetes elastisches Element gehalten sind.

[0009] Der beschriebene Elektrolysestack ist vorzugsweise zur Wasserelektrolyse eingerichtet. Durch die Wasserelektrolyse können Wasserstoff und Sauerstoff als Elektrolyseprodukte erhalten werden. Der Elektrolyt kann reines Wasser oder ein Wasser enthaltendes Gemisch sein. Insbesondere ist es bevorzugt, dass der Elektrolysestack zur alkalischen Elektrolyse eingerichtet ist. Die hierin beschriebenen Vorteile lassen sich aber unabhängig davon erreichen, welcher Elektrolyt verwendet wird und welche Elektrolyseprodukte erhalten werden. Vorzugsweise ist der Elektrolysestack für eine Hochdruckelektrolyse eingerichtet. Darunter soll hierin eine Elektrolyse mit einem Betriebsdruck von mindestens 10 bar verstanden werden. Gerade in dem Zusammenhang sind die nachfolgend beschriebenen Vorteile in Bezug auf die Abdichtung relevant.

[0010] Der Elektrolysestack umfasst mehrere Elektrolysezellen. In jeder der Elektrolysezellen kann die Elektrolyse unabhängig von den übrigen Elektrolysezellen durchgeführt werden. Um die Elektrolyseprodukte in großem Umfang erhalten zu können, sind mehrere der Elektrolysezellen vorgesehen. Die Elektrolysezellen sind entlang einer Achse aufgereiht aneinander anliegend gehalten. Vorzugsweise werden die Elektrolysezellen dabei aneinandergedrückt. Das kann beispielsweise über Zuganker oder sogenannte Tie Rods erreicht werden. Dabei handelt es sich um Stäbe, welche parallel zu den Elektrolysezellen angeordnet sind und über welche eine Kraft auf die Elektrolysezellen ausgeübt wird.

[0011] Die Elektrolysezellen umfassen jeweils einen Anodenraum mit einer Anode, einen Kathodenraum mit einer Kathode und ein zwischen dem Anodenraum und dem Kathodenraum angeordnetes Diaphragma. Die Anoden können innerhalb des jeweiligen Anodenraums oder am Rand des jeweiligen Anodenraums angeordnet sein. Die Kathoden können innerhalb des jeweiligen Kathodenraums oder am Rand des jeweiligen Kathodenraums angeordnet sein. Die Anoden und die Kathoden können jeweils aus einem Metallstück oder aus mehreren Teilen zusammengesetzt sein. Beispielsweise können die Kathoden jeweils durch eine Platte und ein daran

anliegendes Stützgewebe aus Draht gebildet sein. Die Platte kann dabei sehr dünn und sehr weich sein. Das Stützgewebe kann die Platte in Form halten. Allgemein ist es für die hierin beschriebene Idee aber unerheblich, wie die Anodenräume, Anoden, Kathodenräume und Kathoden gestaltet sind. Insbesondere kann auch jede aus dem Stand der Technik bekannte Ausgestaltung von Anodenräumen, Anoden, Kathodenräumen und Kathoden verwendet werden.

[0012] Die Anodenräume und/oder die Kathodenräume sind vorzugsweise jeweils dazu ausgebildet, einem Druck von mindestens 10 bar standzuhalten. Die Diaphragmen sind vorzugsweise asbestfrei.

[0013] Der Elektrolysestack weist weiterhin eine Leitung auf, welche zumindest die Diaphragmen durchtritt und welche eine jeweilige anodenseitige Verbindung zu den Anodenräumen und/oder eine jeweilige kathodenseitige Verbindung zu den Kathodenräumen aufweist. Die Leitung kann neben den Diaphragmen auch weitere Elemente durchtreten, insbesondere die Anoden und die Kathoden. Werden Bipolarplatten verwendet, kann die Leitung auch die Bipolarplatten durchtreten. Sind die Anoden und/oder die Kathoden jeweils aus mehreren Teilen zusammengesetzt, kann die Leitung jeweils eines oder mehrere dieser Teile durchtreten. Dass die Leitung neben den Diaphragmen auch weitere Elemente durchtritt, kann aus praktischen Gründen sinnvoll sein. Für die hierin beschriebene Idee ist es allerdings ausreichend, dass die Leitung die Diaphragmen durchtritt.

[0014] Weist die Leitung die anodenseitigen Verbindungen auf, nicht jedoch die kathodenseitigen Verbindungen, ist der Elektrolysestack vorzugsweise dazu eingerichtet, einen Anolyten über die Leitung den Anodenräumen zuzuführen oder anodenseitige Elektrolyseprodukte aus den Anodenräumen abzuleiten. Die Leitung kann in dem ersten Fall als eine anodenseitige Zuleitung bezeichnet werden und in dem zweiten Fall als eine anodenseitige Ableitung.

[0015] Weist die Leitung die kathodenseitigen Verbindungen auf, nicht jedoch die anodenseitigen Verbindungen, ist der Elektrolysestack vorzugsweise dazu eingerichtet, einen Katholyten über die Leitung den Kathodenräumen zuzuführen oder kathodenseitige Elektrolyseprodukte aus den Kathodenräumen abzuleiten. Die Leitung kann in dem ersten Fall als eine kathodenseitige Zuleitung bezeichnet werden und in dem zweiten Fall als eine kathodenseitige Ableitung.

[0016] Weist die Leitung die anodenseitigen Verbindungen sowie die kathodenseitigen Verbindungen auf, ist der Elektrolysestack vorzugsweise dazu eingerichtet, einen Elektrolyten über die Leitung den Anodenräumen und den Kathodenräumen zuzuführen. Die Leitung kann in dem Fall als eine Zuleitung bezeichnet werden.

[0017] Die hierin beschriebenen Vorteile können für all die zuvor beschriebenen Zuleitungen und Ableitungen erzielt werden. Es genügt daher, dass der Elektrolysestack eine wie beschrieben ausgebildete Leitung aufweist, um die erfindungsgemäßen Vorteile zu erzielen.

Dabei ist unerheblich, ob diese Leitung eine Zuleitung oder eine Ableitung ist. Auch ist unerheblich, ob diese Leitung nur an die Anodenräume, nur an die Kathodenräume oder an die Anodenräume und an die Kathodenräume zugleich angebunden ist. Bevorzugt ist jedoch, dass der Elektrolysestack mehrere wie beschrieben ausgebildete Leitungen aufweist. Das ist insbesondere bei den folgenden Ausführungsformen der Fall.

[0018] In einer ersten Ausführungsform weist der Elektrolysestack eine anodenseitige Zuleitung, eine anodenseitige Ableitung, eine kathodenseitige Zuleitung und eine kathodenseitige Ableitung auf. Die anodenseitige Zuleitung hat eine jeweilige anodenseitige Verbindung zu den Anodenräumen. Die anodenseitige Ableitung hat eine jeweilige anodenseitige Verbindung zu den Anodenräumen. Die kathodenseitige Zuleitung hat eine jeweilige kathodenseitige Verbindung zu den Kathodenräumen. Die kathodenseitige Ableitung hat eine jeweilige kathodenseitige Verbindung zu den Kathodenräumen. Der Elektrolysestack ist dazu eingerichtet, über die anodenseitige Zuleitung einen Anolyten den Anodenräumen zuzuführen, über die anodenseitige Ableitung anodenseitige Elektrolyseprodukte aus den Anodenräumen abzuleiten, über die kathodenseitige Zuleitung einen Katholyten den Kathodenräumen zuzuführen und über die kathodenseitige Ableitung kathodenseitige Elektrolyseprodukte aus den Kathodenräumen abzuleiten.

[0019] In einer zweiten Ausführungsform weist der Elektrolysestack eine Zuleitung, eine anodenseitige Ableitung und eine kathodenseitige Ableitung auf. Die Zuleitung hat eine jeweilige anodenseitige Verbindung zu den Anodenräumen und eine jeweilige kathodenseitige Verbindung zu den Kathodenräumen. Die anodenseitige Ableitung hat eine jeweilige anodenseitige Verbindung zu den Anodenräumen. Die kathodenseitige Ableitung hat eine jeweilige kathodenseitige Verbindung zu den Kathodenräumen. Der Elektrolysestack ist dazu eingerichtet, über die Zuleitung einen Elektrolyten den Anodenräumen und den Kathodenräumen zuzuführen, über die anodenseitige Ableitung anodenseitige Elektrolyseprodukte aus den Anodenräumen abzuleiten und über die kathodenseitige Ableitung kathodenseitige Elektrolyseprodukte aus den Kathodenräumen abzuleiten.

[0020] Für die zur ersten Ausführungsform und zur zweiten Ausführungsform beschriebenen Zuleitungen und Ableitungen gilt das hierin für die Leitung Beschriebene jeweils entsprechend. Nachfolgend wird lediglich der Einfachheit halber allgemein auf "die Leitung" abgestellt.

[0021] Die Leitung ist aus mehreren Segmenten zusammengesetzt. Die Segmente stellen jeweils einen axialen Abschnitt der Leitung dar, wobei benachbarte der Segmente axial überlappen können. Die Ausgestaltung der Leitung mit Segmenten kann die Herstellung und die Wartung des Elektrolysestacks erleichtern. Die Segmente können fest miteinander verbunden sein. Das ist allerdings nicht erforderlich. Die Segmente können auch lose aneinandergesetzt sein und über eine externe

Kraft aneinander gehalten sein. Diese externe Kraft kann die gleiche Kraft sein, welche auch die Elektrolysezellen aneinander hält.

[0022] Die Segmente sind jeweils umlaufend um einen Innenraum der Leitung ausgebildet. Die Segmente können also als Leitungsabschnitte oder als Rohrstücke aufgefasst werden.

[0023] Die Segmente sind jeweils durch ein erstes Teil und ein zweites Teil gebildet. Das erste Teil und das zweite Teil sind vorzugsweise jeweils um den Innenraum der Leitung umlaufend ausgebildet.

[0024] Die Unterteilung der Segmente in das erste Teil und das zweite Teil kann die Herstellung der Segmente erleichtern. Weiterhin ermöglicht diese Unterteilung, dass die Diaphragmen sicher an der Leitung gehalten sind. Dazu ist vorgesehen, dass zwischen dem ersten Teil und dem zweiten Teil jeweils eines der Diaphragmen sowie ein daran anliegendes und um den Innenraum der Leitung umlaufend ausgebildetes elastisches Element gehalten sind. Das Diaphragma kann zwischen den beiden Teilen eingeklemmt sein. Dabei kann das Diaphragma kraftschlüssig zwischen den beiden Teilen gehalten sein, insbesondere über das elastische Element. Das elastische Element ist vorzugsweise komprimierbar.

[0025] Das elastische Element kann dazu beitragen, das Diaphragma sicher zwischen den beiden Teilen zu halten. Das elastische Element kann das Diaphragma gegen das zweite Teil drücken. Das Diaphragma liegt vorzugsweise an einer Fläche des zweiten Teils an. Die Fläche ist vorzugsweise strukturiert. Das kann dazu beitragen, dass das Diaphragma unter Abdichtung an der Fläche gehalten ist. Auch wenn das elastische Element in erster Linie dazu dient, das Diaphragma sicher zu halten, kann das elastische Element auch zur Abdichtung beitragen. Die strukturierte Ausgestaltung der Fläche des zweiten Teils unterstützt dies. Die Fläche weist vorzugsweise Dichtrillen auf. Dies ist ein Beispiel für die beschriebene strukturierte Ausgestaltung der Fläche.

[0026] Das elastische Element ist vorzugsweise ringförmig ausgebildet. Besonders bevorzugt ist das elastische Element als ein O-Ring ausgebildet. Das elastische Element ist vorzugsweise aus einem Kunststoff gebildet. Durch die Verwendung des elastischen Elements müssen die Diaphragmen nicht elastisch sein, wie dies bei den aus dem Stand der Technik bekannten Diaphragmen aus Asbest der Fall ist.

[0027] Die Abdichtung wird bei dem beschriebenen Elektrolysestack nicht mehr erreicht, indem Leitungsstücke auf komprimierbare Diaphragmen gedrückt werden. Stattdessen genügt es, dass die Segmente der Leitung aneinander gehalten sind. Die Diaphragmen werden dabei durch das elastische Element gehalten. Das elastische Element trägt dabei zur Abdichtung der Leitung bei.

[0028] Um die hierin beschriebenen Vorteile zu erzielen, kommt es nicht darauf an, aus wie vielen Segmenten die Leitung zusammengesetzt ist. Als besonders vorteilhaft hat sich herausgestellt, dass jeder der Elektrolyse-

zellen jeweils genau eines der Segmente zugeordnet ist. Die Leitung hat in dem Fall pro Elektrolysezelle genau ein Segment. In dem Fall sind vorzugsweise zwischen dem ersten Teil und dem zweiten Teil jeweils das Diaphragma der dem Segment zugeordneten Elektrolysezelle sowie ein an dem Diaphragma anliegendes und um den Innenraum der Leitung umlaufend ausgebildetes elastisches Element gehalten. Weist die Leitung für jede der Elektrolysezellen genau ein Segment auf, können alle Diaphragmen wie zuvor beschrieben gehalten sein. Allerdings spricht auch nichts dagegen, mehr oder weniger Segmente als Elektrolysezellen vorzusehen.

[0029] Werden Bipolarplatten verwendet, kann die Unterteilung der Leitung in die Segmente auch dazu genutzt werden die Bipolarplatten zu halten. Es ist vorgesehen, dass zwischen benachbarten der Elektrolysezellen Bipolarplatten angeordnet sind, welche jeweils zwischen zwei benachbarten der Segmente gehalten sind. Vorzugsweise sind die Bipolarplatten jeweils zwischen dem ersten Teil eines der Segmente und dem zweiten Teil des in axialer Richtung folgenden Segments gehalten, insbesondere eingeklemmt. Dass auch die Bipolarplatten über die Leitung gehalten sind, kann die Stabilität des Elektrolysestacks erhöhen.

[0030] In einer bevorzugten Ausführungsform des Elektrolysestacks weisen die Segmente jeweils einen sich in axialer Richtung erstreckenden Vorsprung sowie eine Aufnahme auf, wobei die Vorsprünge jeweils in die Aufnahme des in axialer Richtung folgenden Segments eingreifen.

[0031] Bei zwei aneinander angrenzenden der Segmente greift also der Vorsprung des einen Segments in die Aufnahme des anderen Segments ein. Dadurch können die Segmente sicher aneinander gehalten sein. Es genügt, dass der Vorsprung in die Aufnahme eingesteckt ist. Eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Vorsprung und Aufnahme ist nicht erforderlich. Die Segmente können auch lose aneinandergesetzt sein und über eine externe Kraft aneinander gehalten sein. Diese externe Kraft kann die gleiche Kraft sein, welche auch die Elektrolysezellen aneinander hält.

[0032] Der Vorsprung ist vorzugsweise um den Innenraum der Leitung umlaufend ausgebildet. Der Vorsprung kann also ringförmig ausgebildet sein. Die Aufnahme ist vorzugsweise als ein Gegenstück zu dem Vorsprung des in axialer Richtung folgenden Segments ausgebildet. Das ist bereits implizit in der Formulierung enthalten, dass der Vorsprung in die Aufnahme eingreift. Die Aufnahme ist vorzugsweise um den Innenraum der Leitung umlaufend ausgebildet. Die Aufnahme kann also als ringförmige Ausnehmung ausgebildet sein.

[0033] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Elektrolysestacks greifen die Vorsprünge jeweils unter Abdichtung durch einen O-Ring in die Aufnahme des in axialer Richtung folgenden Segments ein.

[0034] Die Leitung wird durch die aneinander angrenzenden Segmente gebildet. Damit die Leitung dicht ist, kann es genügen, die Segmente aneinander zu drücken.

In der vorliegenden Ausführungsform sind darüber hinaus jedoch O-Ringe zur Abdichtung der Leitung vorgesehen. Durch O-Ringe zwischen den Segmenten ist der Innenraum der Leitung gegenüber einer Umgebung der Leitung - also insbesondere gegenüber den Anodenräumen und den Kathodenräumen - abgedichtet. Diese Abdichtung steht der beschriebenen Anbindung der Leitung an die Anodenräume und/oder die Kathodenräume nicht entgegen.

[0035] Der O-Ring kann jeweils in einem Spalt zwischen Aufnahme und darin eingreifendem Vorsprung gehalten sein. Dabei steht der O-Ring vorzugsweise sowohl mit dem Vorsprung als auch mit einem Rand der Aufnahme in Kontakt. Der O-Ring überbrückt also den Spalt und dichtet diesen so ab. Der O-Ring ist vorzugsweise radial zwischen dem Rand der Aufnahme und dem in die Aufnahme eingreifenden Vorsprung angeordnet.

[0036] In dieser Ausführungsform kann der O-Ring dafür vorgesehen sein, die Leitung abzudichten, während das elastische Element dafür vorgesehen ist, die Diaphragmen zu halten. Diese beiden Funktionen können also voneinander getrennt sein. Nichtsdestotrotz kann auch das elastische Element zur Abdichtung der Leitung beitragen.

[0037] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Elektrolysestacks weisen die Aufnahmen jeweils an einer radial innenliegenden Seite eine um den Innenraum der Leitung umlaufend ausgebildete Ausnehmung auf, wobei die O-Ringe jeweils teilweise in eine der Ausnehmungen aufgenommen sind.

[0038] Der O-Ring ist in dieser Ausführungsform radial zwischen dem Rand der Aufnahme und dem in die Aufnahme eingreifenden Vorsprung angeordnet. Das kann grundsätzlich der Fall sein, indem der O-Ring radial innerhalb des Vorsprungs oder radial außerhalb des Vorsprungs angeordnet ist. In der vorliegenden Ausführungsform ist der O-Ring radial innerhalb des Vorsprungs angeordnet. Entsprechend ist an der radial innenliegenden Seite der Aufnahme eine Ausnehmung für den O-Ring vorgesehen. In diese ist der O-Ring teilweise aufgenommen, nicht jedoch vollständig. Der O-Ring ragt also radial nach außen über den Ausnehmung heraus. Dadurch kann der O-Ring seine Funktion erfüllen, einen Spalt zwischen Vorsprung und Aufnahme abzudichten. Durch die Ausnehmung kann der O-Ring in Position gehalten werden. Dies erleichtert die Herstellung und Wartung des Elektrolysestacks.

[0039] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Elektrolysestacks weisen die Aufnahmen und die Vorsprünge jeweils ein Gewinde auf, wobei die Vorsprünge jeweils unter Verschraubung mittels der Gewinde in die Aufnahme des in axialer Richtung folgenden Segments eingreifen.

[0040] Durch die Verschraubung können die Vorsprünge sicher in den entsprechenden Aufnahmen gehalten sein. Das erhöht die Stabilität der Leitung.

[0041] Alternativ zu der vorliegenden Ausführungs-

form können die Vorsprünge auch auf andere Weise kraftschlüssig, formschlüssig oder kraft- und formschlüssig in der entsprechenden Aufnahme gehalten sein. Die Vorsprünge können aber auch lose in die Aufnahmen eingreifen und über eine externe Kraft darin gehalten sein. Diese externe Kraft kann die gleiche Kraft sein, welche auch die Elektrolysezellen aneinander hält.

[0042] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Elektrolysestacks sind die Segmente jeweils durch einen außerhalb des Vorsprungs ausgebildeten Spalt von dem in axialer Richtung folgenden Segment beabstandet.

[0043] In dieser Ausführungsform genügt es, dass die benachbarten Segmente dadurch miteinander in Kontakt stehen, dass der Vorsprung in die entsprechende Aufnahme eingreift. Darüber hinaus ist zwischen den Segmenten der Spalt ausgebildet. Der Spalt hat den Vorteil, thermische Ausdehnung der Segmente ausgleichen zu können. Das kann sogar ermöglichen, auf die üblicherweise verwendeten Federn an den Tie-Rods zu verzichten.

[0044] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Elektrolysestacks sind die ersten Teile und/oder die zweiten Teile der Segmente jeweils aus einem Polymer gebildet. Der "und"-Fall ist bevorzugt.

[0045] Es hat sich herausgestellt, dass durch die Verwendung von Polymer die Herstellung der Teile besonders einfach ist.

[0046] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Elektrolysestacks haben die Diaphragmen jeweils eine Dicke von weniger als 1 mm.

[0047] Vorzugsweise haben die Diaphragmen jeweils eine Dicke im Bereich von 0,01 bis 0,8 mm.

[0048] Diese Ausführungsform steht insbesondere im Gegensatz zu den aus dem Stand der Technik bekannten Lösungen mit Diaphragmen aus Asbest, welche beispielsweise eine Dicke von 3 mm haben. Stattdessen ist in der vorliegenden Ausführungsform vorgesehen, Diaphragmen mit einer Dicke von weniger als 1 mm zu verwenden, beispielsweise mit einer Dicke von 0,5 mm. Die Diaphragmen sind vorzugsweise nicht komprimierbar. Die Diaphragmen sind vorzugsweise asbestfrei. Aufgrund der geringen Dicke fehlt die Möglichkeit, die Abdichtung wie im Stand der Technik allein über die Elastizität der Diaphragmen und über externen Druck zu erzielen. Durch die beschriebene Ausgestaltung der Segmente mit dem elastischen Element wird jedoch dennoch eine gute Abdichtung erreicht.

[0049] Davon abgesehen hat die beschriebene Form der Abdichtung gegenüber einer Abdichtung durch Anpressen von Leitungsstücken an die Diaphragmen den Vorteil, dass thermische Ausdehnung einen geringeren Einfluss auf die Dichtigkeit hat.

[0050] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Elektrolysestacks sind die Diaphragmen lediglich kraftschlüssig zwischen dem elastischen Element und dem zweiten Teil des jeweiligen Segments gehalten.

[0051] Die Diaphragmen werden über das elastische

Element zwischen den Teilen des jeweiligen Segments gehalten. Insbesondere das elastische Element trägt dabei dazu bei, dass die Diaphragmen kraftschlüssig gehalten sind.

[0052] Als ein weiterer Aspekt der Erfindung wird eine Verwendung eines wie beschrieben ausgebildeten Elektrolysestacks zur alkalinen Elektrolyse vorgestellt.

[0053] Die beschriebenen Vorteile und Merkmale des Elektrolysestacks sind auf die Verwendung anwendbar und übertragbar, und umgekehrt. Der beschriebene Elektrolysestack ist vorzugsweise zur alkalinen Elektrolyse eingerichtet.

[0054] Vorzugsweise ist die Elektrolyse eine Hochdruckelektrolyse. Die Elektrolyse wird vorzugsweise mit einem Betriebsdruck von mindestens 10 bar betrieben, beispielsweise mit einem Betriebsdruck von 30 bar. Gerade im Zusammenhang mit solch hohen Drücken sind die beschriebenen Vorteile in Bezug auf die Abdichtung besonders relevant.

[0055] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Die Figuren zeigen ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel, auf das die Erfindung jedoch nicht begrenzt ist. Die Figuren und die darin dargestellten Größenverhältnisse sind nur schematisch. Es zeigen:

Fig. 1: einen erfindungsgemäßen Elektrolysestack,

Fig. 2: eine Detailansicht des Elektrolysestacks aus Fig. 1,

Fig. 3: eine weitere Detailansicht des Elektrolysestacks aus Fig. 1,

Fig. 4: ein Segment für eine Leitung, wie es in dem Elektrolysestack aus den Fig. 1 bis 3 verwendet werden kann.

[0056] Fig. 1 zeigt einen Elektrolysestack 1 mit vier Elektrolysezellen 2. Der Elektrolysestack 1 kann zur alkalinen Wasserelektrolyse genutzt werden. Die Elektrolysezellen 2 sind entlang einer Achse 3 aufgereiht aneinander anliegend gehalten. Die Elektrolysezellen 2 umfassen jeweils einen Anodenraum 4 mit einer Anode 6, einen Kathodenraum 5 mit einer Kathode 7 und ein zwischen dem Anodenraum 4 und dem Kathodenraum 5 angeordnetes Diaphragma 8. Die Diaphragmen 8 haben jeweils eine Dicke von weniger als 1 mm. In der Darstellung der Fig. 1 ist die Dicke der Diaphragmen 8 die Ausdehnung der Diaphragmen 8 in der Rechts/Links-Richtung. Die Anoden 6 und die Kathoden 7 sind jeweils nahe an dem dazwischenliegenden Diaphragma 8 angeordnet. Die Elektrolysezellen 2 sind durch Bipolarplatten 24 miteinander verbunden. Am linken und rechten Rand des Elektrolysestacks 1 ist statt einer Bipolarplatte 24 eine Endplatte 25 vorgesehen. Die Anoden 6 und die Kathoden 7 sind elektrisch leitend mit jeweils einer der Bipolarplatten 24 oder einer der Endplatten 25 verbun-

den. Dies ist durch schraffiert eingezeichnete Verbindungen schematisch angedeutet.

[0057] Der Elektrolysestack 1 weist weiterhin zwei Leitungen 9 auf, welche die Diaphragmen 8, die Anoden 6 und die Kathoden 7 jeweils durchtreten. Die in Fig. 1 oben gezeigte Leitung 9 weist eine jeweilige anodenseitige Verbindung 10 zu den Anodenräumen 4 auf. Über diese Leitung 9 kann ein Anolyt den Anodenräumen 4 zugeführt werden. Alternativ kann über diese Leitung 9 ein Gemisch aus anodenseitigen Reaktionsprodukten und nicht verbrauchtem Anolyt aus den Anodenräumen 4 abgeleitet werden. Die in Fig. 1 unten gezeigte Leitung 9 weist eine jeweilige kathodenseitige Verbindung 11 zu den Kathodenräumen 5 auf. Über diese Leitung 9 kann ein Katholyt den Kathodenräumen 5 zugeführt werden. Alternativ kann über diese Leitung 9 ein Gemisch aus kathodenseitigen Reaktionsprodukten und nicht verbrauchtem Katholyt aus den Kathodenräumen 5 abgeleitet werden.

[0058] Die Leitungen 9 sind jeweils aus mehreren Segmenten 12 zusammengesetzt. Dies ist in Fig. 1 lediglich durch gepunktete Linien schematisch angedeutet. In den folgenden Figuren ist dies genauer gezeigt. Jeder der Elektrolysezellen 2 ist jeweils eines der Segmente 12 zugeordnet. Die Segmente 12 sind jeweils umlaufend um einen Innenraum 13 der Leitung 9 ausgebildet.

[0059] Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt des Elektrolysestacks 1 aus Fig. 1. Zu erkennen ist eine der Leitungen 9. Die Darstellung der Fig. 2 gilt für beide in Fig. 1 eingezeichneten Leitungen 9.

[0060] Über den Umfang der Leitung 9 verteilt sind Öffnungen zu erkennen, welche die anodenseitigen Verbindungen 10 beziehungsweise die kathodenseitigen Verbindungen 11 darstellen. Gezeigt sind drei der Segmente 12. Diese sind in den folgenden Figuren näher gezeigt.

[0061] Fig. 3 zeigt einen Ausschnitt aus Fig. 2. Auch hierin sind drei der Segmente 12 gezeigt, einige davon aber nicht vollständig. Die Segmente 12 sind jeweils durch ein erstes Teil 14 und ein zweites Teil 15 aus einem Polymer gebildet. Zwischen dem ersten Teil 14 und dem zweiten Teil 15 ist jeweils das Diaphragma 8 der dem Segment 12 zugeordneten Elektrolysezelle 2 sowie ein an dem Diaphragma 8 anliegendes und um den Innenraum 13 der Leitung 9 umlaufend ausgebildetes elastisches Element 16 gehalten. Die Diaphragmen 8 sind lediglich kraftschlüssig zwischen dem elastischen Element 16 und dem zweiten Teil 15 des der jeweiligen Elektrolysezelle 1 zugeordneten Segments 12 gehalten.

[0062] Die Segmente 12 weisen jeweils einen sich in axialer Richtung (im Beispiel der Fig. 3 nach links) erstreckenden Vorsprung 17 sowie eine Aufnahme 18 auf. Die Vorsprünge 17 greifen jeweils unter Abdichtung durch einen O-Ring 19 in die Aufnahme 18 des in axialer Richtung folgenden Segments 12 ein. Dazu weisen die Aufnahmen 18 jeweils an einer radial innenliegenden Seite 20 eine um den Innenraum 13 der Leitung 9 um-

laufend ausgebildete Ausnehmung 21 auf. Die O-Ringe 19 sind jeweils teilweise in eine der Ausnehmungen 21 aufgenommen.

[0063] Die Aufnahmen 18 und die Vorsprünge 17 weisen jeweils ein Gewinde 22 auf. Die Vorsprünge 17 greifen jeweils unter Verschraubung mittels der Gewinde 22 in die Aufnahme 18 des in axialer Richtung folgenden Segments 12 ein. 5

[0064] Die Segmente 12 sind jeweils durch einen außerhalb des Vorsprungs 17 ausgebildeten Spalt 23 von dem in axialer Richtung folgenden Segment 12 beabstandet. 10

[0065] Weiterhin ist an Fig. 3 zu erkennen, dass die Bipolarplatten 24 zwischen den Segmenten 12 gehalten sind. Dazu sind die Bipolarplatten 24 jeweils zwischen dem ersten Teil 14 eines der Segmente 12 und dem zweiten Teil 15 des in axialer Richtung folgenden Segments 12 eingeklemmt. 15

[0066] Fig. 4 zeigt ein Segment 12 für eine Leitung 9, wie es in dem Elektrolysestack 1 aus den Fig. 1 bis 3 verwendet werden kann. Zu erkennen sind insbesondere das erste Teil 14, das zweite Teil 15, das elastische Element 16 und der O-Ring 19. 20

Bezugszeichenliste 25

[0067]

1	Elektrolysestack	
2	Elektrolysezelle	30
3	Achse	
4	Anodenraum	
5	Kathodenraum	
6	Anode	
7	Kathode	35
8	Diaphragma	
9	Leitung	
10	anodenseitige Verbindung	
11	kathodenseitige Verbindung	
12	Segment	40
13	Innenraum	
14	erstes Teil	
15	zweites Teil	
16	elastisches Element	
17	Vorsprung	45
18	Aufnahme	
19	O-Ring	
20	radial innenliegende Seite	
21	Ausnehmung	
22	Gewinde	50
23	Spalt	
24	Bipolarplatte	
25	Endplatte	

Patentansprüche 55

1. Elektrolysestack (1) umfassend mehrere Elektrolysezellen (2), welche entlang einer Achse (3) auf-

gereiht aneinander anliegend gehalten sind, wobei die Elektrolysezellen (2) jeweils einen Anodenraum (4) mit einer Anode (6), einen Kathodenraum (5) mit einer Kathode (7) und ein zwischen dem Anodenraum (4) und dem Kathodenraum (5) angeordnetes Diaphragma (8) umfassen, wobei der Elektrolysestack (1) weiterhin eine Leitung (9) aufweist, welche zumindest die Diaphragmen (8) durchtritt und welche eine jeweilige anodenseitige Verbindung (10) zu den Anodenräumen (4) und/oder eine jeweilige kathodenseitige Verbindung (11) zu den Kathodenräumen (5) aufweist, wobei die Leitung (9) aus mehreren Segmenten (12) zusammengesetzt ist, wobei die Segmente (12) jeweils umlaufend um einen Innenraum (13) der Leitung (9) ausgebildet sind, wobei die Segmente (12) jeweils durch ein erstes Teil (14) und ein zweites Teil (15) gebildet sind, wobei zwischen dem ersten Teil (14) und dem zweiten Teil (15) jeweils eines der Diaphragmen (8) sowie ein daran anliegendes und um den Innenraum (13) der Leitung (9) umlaufend ausgebildetes elastisches Element (16) gehalten sind.

2. Elektrolysestack (1) nach Anspruch 1, wobei die Segmente (12) jeweils einen sich in axialer Richtung erstreckenden Vorsprung (17) sowie eine Aufnahme (18) aufweisen, und wobei die Vorsprünge (17) jeweils in die Aufnahme (18) des in axialer Richtung folgenden Segments (12) eingreifen.

3. Elektrolysestack (1) nach Anspruch 2, wobei die Vorsprünge (17) jeweils unter Abdichtung durch einen O-Ring (19) in die Aufnahme (18) des in axialer Richtung folgenden Segments (12) eingreifen. **3.** Elektrolysestack (1) nach Anspruch 2, wobei die Aufnahmen (18) jeweils an einer radial innenliegenden Seite (20) eine um den Innenraum (13) der Leitung (9) umlaufend ausgebildete Ausnehmung (21) aufweisen, und wobei die O-Ringe (19) jeweils teilweise in eine der Ausnehmungen (21) aufgenommen sind.

4. Elektrolysestack (1) nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Aufnahmen (18) und die Vorsprünge (17) jeweils ein Gewinde (22) aufweisen, und wobei die Vorsprünge (17) jeweils unter Verschraubung mittels der Gewinde (22) in die Aufnahme (18) des in axialer Richtung folgenden Segments (12) eingreifen.

5. Elektrolysestack (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei die Segmente (12) jeweils durch einen außerhalb des Vorsprungs (17) ausgebildeten Spalt (23) von dem in axialer Richtung folgenden Segment (12) beabstandet sind.

6. Elektrolysestack (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die ersten Teile (14) und/oder die

zweiten Teile (15) der Segmente (12) jeweils aus einem Polymer gebildet sind.

7. Elektrolysestack (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Diaphragmen (8) jeweils eine Dicke von weniger als 1 mm haben. 5

8. Elektrolysestack (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Diaphragmen (8) lediglich kraftschlüssig zwischen dem elastischen Element (16) und dem zweiten Teil (15) des jeweiligen Segments (12) gehalten sind. 10

9. Verwendung eines Elektrolysestacks (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche zur alkalinen Elektrolyse. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

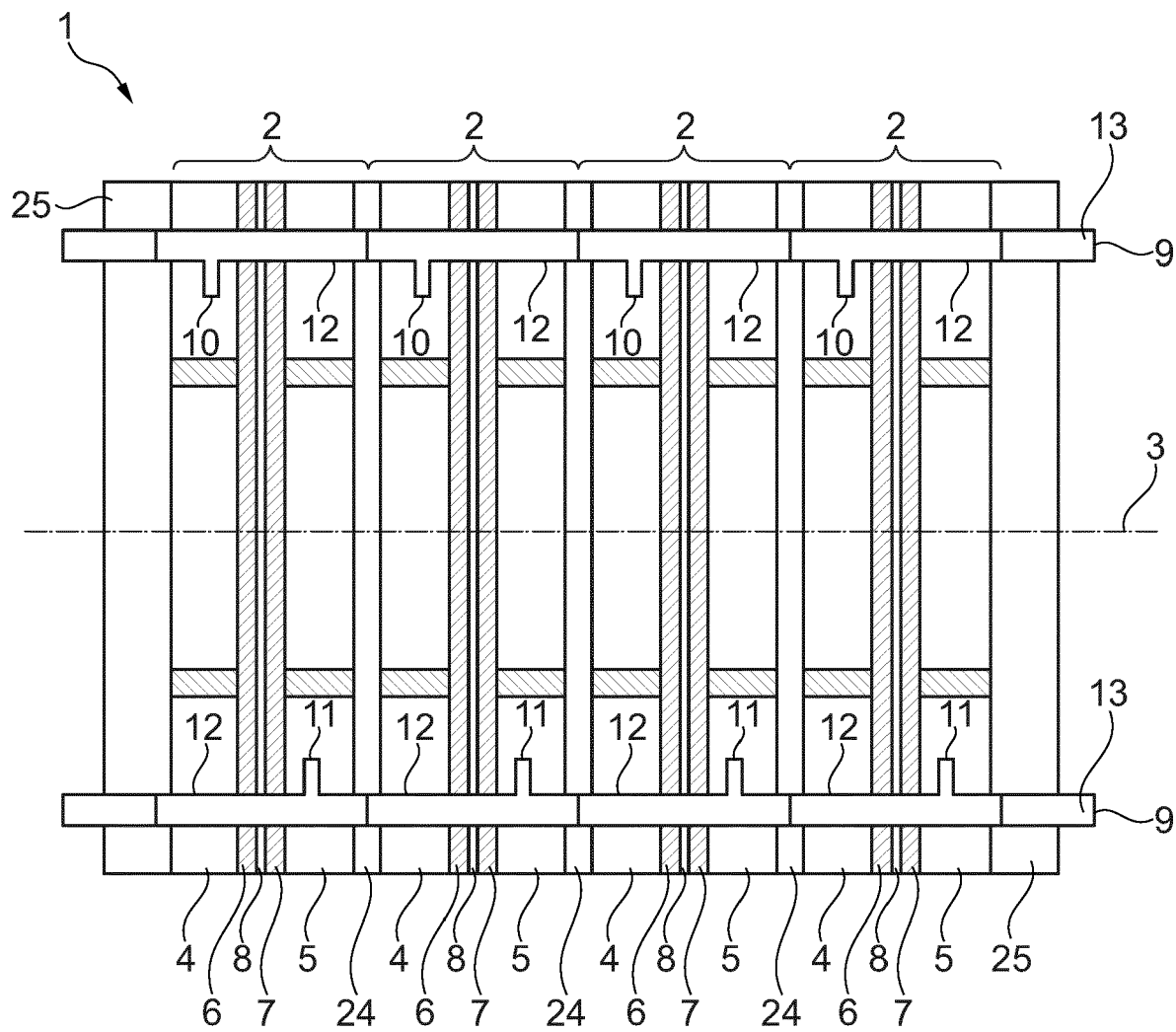


Fig. 1

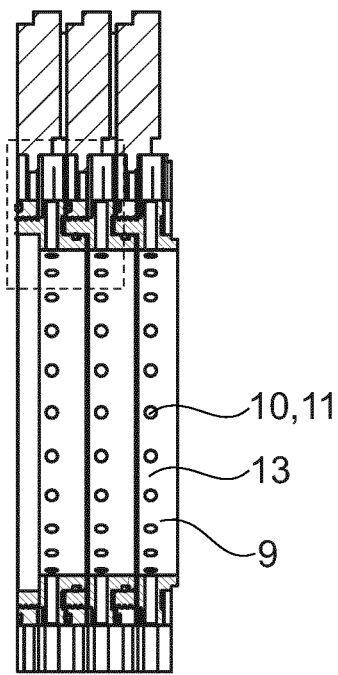


Fig. 2

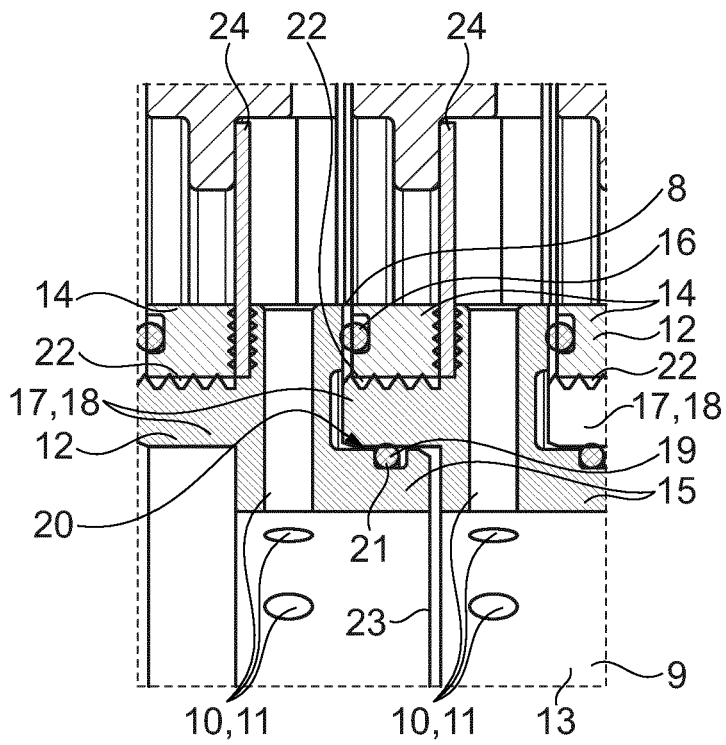


Fig. 3

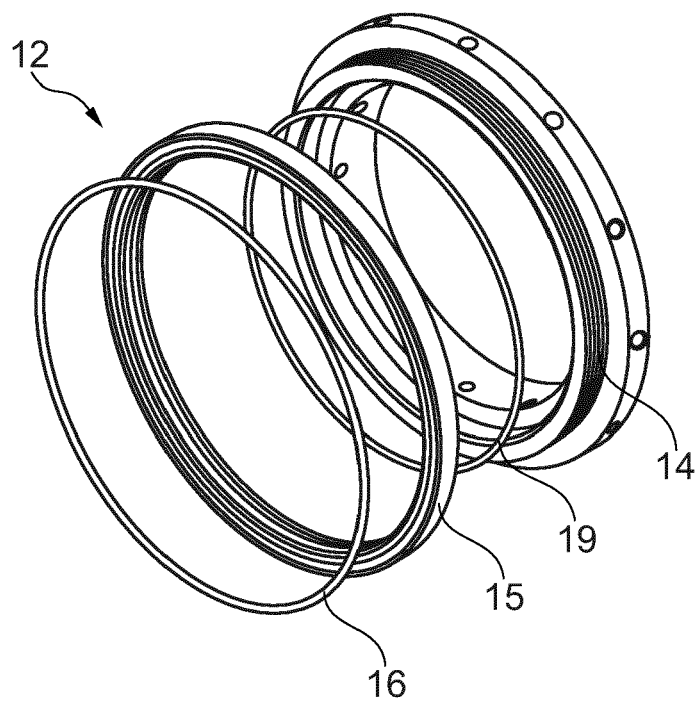


Fig. 4



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 21 4837

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 076 609 A (MAS LOUIS) 28. Februar 1978 (1978-02-28)	1-10	INV. C25B1/04
Y	* Spalte 5 - Spalte 6; Ansprüche 1-13; Abbildungen 1,9-11 * * Absatz [0002] - Absatz [0004]; Abbildungen 2-8; Beispiel 1 * -----	7,10	C25B9/60 C25B9/63 C25B9/65 C25B9/77
Y	WO 2016/034183 A1 (GREENHYDROGEN DK APS [DK]) 10. März 2016 (2016-03-10) * Seite 12 - Seite 13; Abbildungen 1-8 * -----	7,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C25B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. Juni 2024	Prüfer Teppo, Kirsi-Marja
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 23 21 4837

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

18-06-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4076609 A	28-02-1978	CA 1067856 A	11-12-1979
		CH 611939 A5	29-06-1979
		DE 2601065 A1	25-11-1976
		DK 12176 A	15-07-1976
		FR 2297672 A1	13-08-1976
		GB 1530352 A	25-10-1978
		IT 1054049 B	10-11-1981
		JP S5196784 A	25-08-1976
		NO 148963 B	10-10-1983
		US 4076609 A	28-02-1978

WO 2016034183 A1	10-03-2016	DK 201400505 A1	14-03-2016
		WO 2016034183 A1	10-03-2016

EPO FORM P0461

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