

(19)



(11)

EP 4 074 863 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.10.2022 Patentblatt 2022/42

(21) Anmeldenummer: **21168351.1**

(22) Anmeldetag: **14.04.2021**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C25B 1/04 (2021.01) **C23F 13/08** (2006.01)
C25B 3/26 (2021.01) **C25B 9/00** (2021.01)
C25B 9/77 (2021.01) **C25B 15/00** (2006.01)
C25B 15/08 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C25B 1/04; C23F 13/06; C25B 1/23; C25B 3/26;
C25B 9/00; C25B 9/70; C25B 9/77; C25B 15/00;
C25B 15/08; C23F 2213/21; C23F 2213/31

(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 MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Siemens Energy Global GmbH & Co. KG**
81739 München (DE)

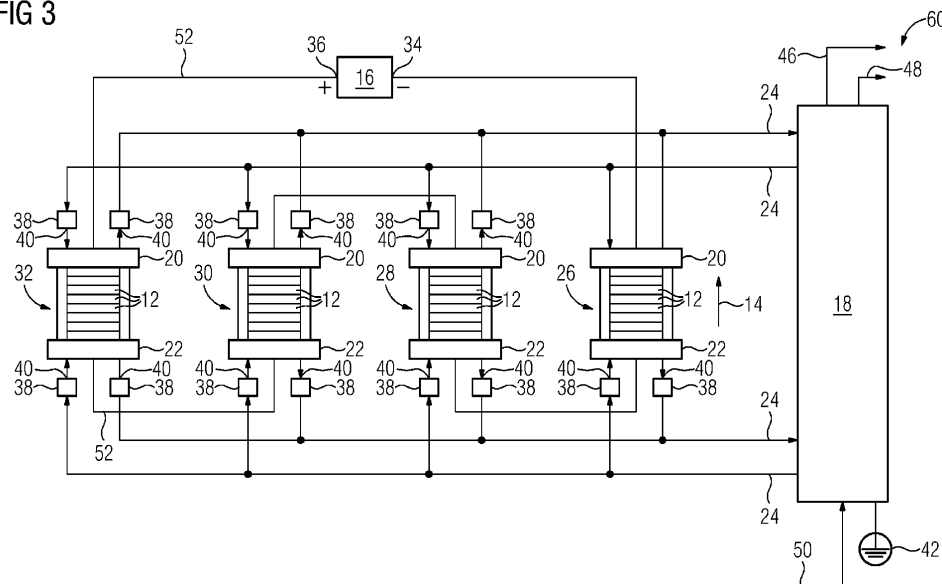
(72) Erfinder:
 • **Hanebuth, Marc**
90482 Nürnberg (DE)
 • **Kießlich, Simon**
91052 Erlangen (DE)
 • **Purucker, Thomas**
91093 Hessdorf (DE)

(54) ELEKTROLYSEEINRICHTUNG

(57) Die Erfindung betrifft eine Elektrolyseeinrichtung (60) mit
 - einer Mehrzahl von Elektrolysezellen (12), die elektrisch in Reihe geschaltet und die zumindest teilweise in einer Stapelrichtung (14) aufeinanderfolgend angeordnet sind, wobei die Reihenschaltung mit einer elektrischen Energiequelle (16) elektrisch koppelbar ist,
 - einer Zellenversorgungseinheit (18) zum Versorgen der Elektrolysezellen (12) für einen bestimmungsgemäßen

Betrieb mit wenigstens einem Betriebsstoff, und
 - an die Zellenversorgungseinheit (18) und an gegenüberliegenden Enden (20, 22) der aufeinanderfolgend angeordneten Elektrolysezellen (12) angeschlossenen Versorgungsleitungen (24).

Erfindungsgemäß ist ein negatives elektrisches Potential (34) der elektrischen Energiequelle (16) mit einem elektrischen Bezugspotential der Zellenversorgungseinheit (18) elektrisch gekoppelt.

FIG 3**EP 4 074 863 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Elektrolyseeinrichtung mit einer Mehrzahl von Elektrolysezellen, die elektrisch in Reihe geschaltet und die zumindest teilweise in einer Stapelrichtung aufeinanderfolgend angeordnet sind, wobei die Reihenschaltung mit einer elektrischen Energiequelle elektrisch koppelbar ist, mit einer Zellenversorgungseinheit zum Versorgen der Elektrolysezellen für einen bestimmungsgemäßen Betrieb mit wenigstens einem Betriebsstoff, und mit an die Zellenversorgungseinheit und an gegenüberliegenden Enden der aufeinanderfolgend angeordneten Elektrolysezellen angeschlossenen Versorgungsleitungen.

[0002] Elektrolysezellen, die der Umwandlung von chemischen Stoffen unter Einwirkung von Elektrizität in andere chemische Stoffe dienen, sind im Stand der Technik umfänglich bekannt. In der Regel wird mithilfe eines elektrischen Stroms eine chemische Reaktion, also eine Stoffumwandlung, herbeigeführt. Dies wird Elektrolyse genannt. Eine bekannte und vielseitig genutzte Form der Elektrolyse ist die Wasserelektrolyse. Bei der Wasserelektrolyse wird Wasser unter Nutzung des elektrischen Stroms in seine Bestandteile, nämlich Wasserstoff und Sauerstoff, zerlegt. Dem Grunde nach können jedoch auch andere Stoffe der Elektrolyse unterzogen werden, beispielsweise Kohlenstoffdioxid oder dergleichen.

[0003] Üblicherweise handelt es sich hierbei um fluide Stoffe, die über entsprechende Versorgungsleitungen den Elektrolysezellen zugeführt werden können, in denen die eigentliche Elektrolyse durchgeführt wird. Die Elektrolyseprodukte sind häufig ebenfalls in fluider Form und werden über weitere Versorgungsleitungen aus den Elektrolysezellen abgeführt. Die Versorgungsleitungen sind in der Regel an eine Zellenversorgungseinheit angeschlossen, die dem Versorgen der Elektrolysezellen für den bestimmungsgemäßen Betrieb mit den jeweiligen Stoffen beziehungsweise wenigstens einem Betriebsstoff dienen. Versorgen meint hier also nicht nur ein Zuführen des Betriebsstoffs beziehungsweise des zu elektrolysierenden Stoffs, sondern auch ein Abführen des jeweiligen Elektrolyseprodukts.

[0004] Besonders die Bereitstellung von Wasserstoff erweist sich als industriell interessant, zumal Wasserstoff ein vielseitig nutzbarer Energieträger sein kann. Wasserstoff kann mit einer Elektrolyseeinrichtung, auch Elektrolyseur genannt, unter Ausnutzung von regenerativ erzeugter elektrischer Energie bereitgestellt werden. Eine Möglichkeit der Erzeugung von Wasserstoff besteht darin, eine Elektrolyseeinrichtung zu nutzen, deren Elektrolysezellen auf Protonen-Austausch-Membranen (englisch: proton exchange membrane, PEM) basieren. Das Prinzip einer PEM-basierten Elektrolyseeinrichtung beziehungsweise PEM-basierten Elektrolysezelle ist im Stand der Technik bekannt, weshalb von weiteren Erläuterungen hierzu abgesehen wird. Eine Elektrolysezelle zur Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff aus Wasser ist beispielsweise durch die DE 10 2011 007 759 A1

offenbart. Aber auch die DE 10 2019 205 316 A1 offenbart eine entsprechende Elektrolysezelle für eine energieeffiziente Wasserstoffherstellung. Ferner offenbart die DE 21 2018 000 414 U1 ein Wasserstoffherstellungssystem.

[0005] Gattungsgemäße Elektrolyseeinrichtungen weisen in der Regel eine Mehrzahl von Elektrolysezellen auf, die üblicherweise elektrisch in Reihe geschaltet sind. Die hierdurch gebildete Reihenschaltung ist mit einer elektrischen Energiequelle elektrisch gekoppelt, die eine geeignete elektrische Spannung bereitstellt, sodass mittels der Elektrolysezellen der vorgesehene Prozess der elektrochemischen Stoffumwandlung realisiert werden kann.

[0006] Die Elektrolysezellen sind darüber hinaus in einer Stapelrichtung aufeinanderfolgend angeordnet, sodass sie einen Zellenstapel bilden. Durch die gestapelte Anordnung ist es möglich, dass die aufeinanderfolgend angeordneten Elektrolysezellen elektrisch unmittelbar kontaktiert werden können, sodass separate elektrische Anschlüsse der Elektrolysezellen weitgehend reduziert werden können.

[0007] Innerhalb des Zellenstapels ist ferner ein Versorgungsleitungssystem (englisch: manifold) vorgesehen, welches dazu dient, den wenigstens einen Betriebsstoff zu den Elektrolysezellen zuzuführen beziehungsweise abzuführen. Der Betriebsstoff kann zum Beispiel das zugeführte Fluid, beispielsweise Wasser, und/oder das Reaktionsprodukt, beispielsweise Wasserstoff und Sauerstoff, umfassen. Der Zellenstapel (englisch: stack) wird in der Regel mit einer bestimmten Elektrolyseleistung so betrieben, dass ein elektrischer Strom möglichst klein, aber eine elektrische Spannung möglichst groß ist. Dies wird durch eine geeignete Stapelung der Elektrolysezellen im Zellenstapel erreicht. Dadurch können sich elektrische Spannungen an den jeweiligen Elektrolysezellen im Zellenstapel zur Zellenstapelspannung addieren, während die auf diese Weise in Reihe geschalteten Elektrolysezellen mit einem im Wesentlichen gleichen Strom betrieben werden können.

[0008] Die Elektrolyseleistung wird durch die Energiequelle bereitgestellt, die zu diesem Zweck an jeweilige gegenüberliegende Enden des Zellenstapels anschließbar ist. In einem Zellenstapel können eine Vielzahl von Elektrolysezellen angeordnet sein, beispielsweise mehr als 100 Elektrolysezellen, insbesondere mehrere hundert Elektrolysezellen, vorzugsweise jedoch nicht mehr als etwa 400 Elektrolysezellen. Bei einer Elektrolyse von Wasser zu Wasserstoff und Sauerstoff beträgt eine elektrische Spannung an einer jeweiligen der Elektrolysezellen etwa 1,5 V bis 2,5 V. Daraus ergibt sich die elektrische Spannung am Zellenstapel entsprechend, sodass die elektrische Spannung am Zellenstapel häufig 100 V übersteigt, sogar mehrere hundert Volt betragen kann.

[0009] Die Elektrolyseeinrichtung umfasst neben dem Zellenstapel weitere Komponenten, wie zum Beispiel Pumpen, Wärmetauscher, Abscheidebehälter, die für

den bestimmungsgemäßen Betrieb der Elektrolyseeinrichtung beziehungsweise der Elektrolysezellen erforderlich sind. Diese Komponenten werden vorliegend zusammengefasst durch die Zellenversorgungseinheit zum Versorgen der Elektrolysezellen für den bestimmungsgemäßen Betrieb mit wenigstens einem Betriebsstoff.

[0010] Die Zellenversorgungseinheit ist mit den in eine Stapelrichtung aufeinanderfolgend angeordneten Elektrolysezellen über Versorgungsleitungen angeschlossen, die an den gegenüberliegenden Enden der aufeinanderfolgend angeordneten Elektrolysezellen angeschlossen sind. Die Versorgungsleitungen sind in der Regel aus einem Werkstoff wie Metall oder dergleichen gebildet.

[0011] Zwischen den Enden des Zellenstapels beziehungsweise der aufeinanderfolgend angeordneten Elektrolysezellen tritt eine entsprechend hohe elektrische Spannung auf. Für die Versorgungsleitungen, die in der Regel aus einem Metall gebildet sind, ist es daher erforderlich, dass sie jeweilige elektrische Isolierabschnitte aufweisen, die dazu dienen, eine elektrisch gut leitfähige Verbindung zwischen den Enden der aufeinanderfolgend angeordneten Elektrolysezellen und somit zwischen den elektrischen Anschlüssen der elektrischen Energiequelle zu vermeiden.

[0012] Dem Grunde nach hat sich die Anwendung gemäß dem Stand der Technik zwar bewährt, jedoch hat sich herausgestellt, dass insbesondere im Bereich des an den elektrischen Isolierabschnitt anschließenden Bereichs der Versorgungsleitung, der mit einem positiven elektrischen Potential der elektrischen Energiequelle im bestimmungsgemäßen Betrieb beaufschlagt ist, eine Korrosion auftreten kann. Dies ist nicht nur für die Elektrolyseeinrichtung als solche schädlich, sondern kann auch zu Verunreinigungen des wenigstens einen Betriebsstoffs und damit zu Störungen beim bestimmungsgemäßen Betrieb der Elektrolysezellen führen.

[0013] Um diese Problematik zu reduzieren, ist es im Stand der Technik bekannt, eine spezifische elektrische Leitfähigkeit des Wassers möglichst klein zu halten und durch eine möglichst lange Isolationsstrecke oder auch eine Querschnittsreduktion im Bereich des jeweiligen Isolierabschnitts die Korrosion kinetisch zu hemmen und so die Wirkung zeitlich zu strecken. Die Korrosion kann jedoch hierdurch dem Grunde nach nicht vermieden werden. Insbesondere die stets vorhandene, wenn auch geringe, elektrische Leitfähigkeit von Wasser, insbesondere innerhalb der durch den Isolierabschnitt gebildeten Isolationsstrecke, führt zu Streuströmen im Wasser, insbesondere innerhalb der Isolierstrecke. Dadurch bleibt das Problem der Korrosion weiterhin vorhanden.

[0014] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das vorgenannte Korrosionsproblem zu reduzieren.

[0015] Als Lösung wird mit der Erfindung eine Elektrolyseeinrichtung gemäß dem unabhängigen Anspruch 1 vorgeschlagen.

[0016] Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich

durch Merkmale der abhängigen Ansprüche.

[0017] In Bezug auf eine gattungsgemäße Elektrolyseeinrichtung wird mit der Erfindung insbesondere vorgeschlagen, dass ein negatives elektrisches Potential der elektrischen Energiequelle mit einem elektrischen Bezugspotential der Zellenversorgungseinheit elektrisch gekoppelt ist.

[0018] Die Erfindung basiert unter anderem auf dem Gedanken, dass durch die erfindungsgemäße Konstruktion der Elektrolyseeinrichtung erreicht werden kann, dass vorzugsweise die Zellenversorgungseinheit und somit auch das Ende des durch die aufeinanderfolgend angeordneten Elektrolysezellen gebildeten Zellenstapels, welches mit dem negativen elektrischen Potential der elektrischen Energiequelle verbunden ist, das kleinste elektrische Potential der Elektrolyseeinrichtung aufweisen. Dieses Ende des Zellenstapels wird im Folgenden auch als erstes Ende bezeichnet.

[0019] Die elektrische Verbindung kann dadurch realisiert sein, dass das erste Ende des Zellenstapels mittels einer elektrischen Leitung an das elektrische Bezugspotential der Zellenversorgungseinheit angeschlossen ist. Das elektrische Bezugspotential der Zellenversorgungseinheit kann zum Beispiel ein Massepotential der Zellenversorgungseinheit sein. Das elektrische Bezugspotential der Zellenversorgungseinheit kann beispielsweise mit einem Erdpotential mittelbar oder unmittelbar elektrisch gekoppelt sein. Darüber hinaus kann natürlich auch vorgesehen sein, dass die Versorgungsleitungen zumindest teilweise aus einem elektrisch leitfähigen Werkstoff gebildet sind. Insbesondere kann ein Werkstoff der Versorgungsleitungen Metall aufweisen. Dadurch ist es möglich, unabhängig von einer elektrischen Leitung eine elektrisch leitende Verbindung auch mittels wenigstens einer der Versorgungsleitungen bereitzustellen, und zwar wenn die wenigstens eine der Versorgungsleitungen die elektrische Leitfähigkeit - wie die elektrische Leitung - über ihre gesamte Längserstreckung bereitstellt.

[0020] Es versteht sich, dass dies natürlich nur für die Versorgungsleitungen gelten kann, die mit dem ersten Ende des Zellenstapels verbunden sind. Zumindest die Versorgungsleitungen, die mit dem dem ersten Ende des Zellenstapels gegenüberliegenden zweiten Ende des Zellenstapels verbunden sind, weisen dagegen einen Isolierabschnitt auf, sodass eine elektrische Verbindung des zweiten Endes des Zellenstapels mit dem elektrischen Bezugspotential der Zellenversorgungseinheit verhindert ist.

[0021] Ist die elektrische Verbindung mittels der elektrischen Leitung realisiert, können sämtliche Versorgungsleitungen jeweilige Isolierabschnitte aufweisen, insbesondere wenn sie im Wesentlichen Metall als Werkstoff aufweisen. Die Versorgungsleitungen können aber auch aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff gebildet sein.

[0022] Insbesondere brauchen die der Zellenversorgungseinheit zugewandten Abschnitte der Versorgungs-

leitungen bis zu den jeweiligen, gegebenenfalls vorhandenen Isolierabschnitten kein elektrisches Potential aufzuweisen, welches kleiner als das elektrische Potential, insbesondere das elektrische Bezugspotential, der Zellenversorgungseinheit ist. Dadurch kann in dem Bereich der Versorgungsleitungen zwischen den jeweiligen gegebenenfalls vorhandenen Isolierabschnitten und der Zellenversorgungseinheit ein Korrosionseffekt weitgehend vermieden werden. Die Korrosionsproblematik kann daher auf die jeweils gegenüberliegende Seite des jeweiligen elektrischen Isolierabschnitts verlagert werden, in dessen Bereich eine entsprechende ergänzende Behandlung vorgesehen sein kann, um auch hier den Korrosionseffekt weitgehend zu vermeiden oder sogar vollständig zu verhindern.

[0023] Dies kann unter anderem dadurch erreicht werden, dass die aufeinanderfolgend angeordneten Elektrolysezellen nicht mehr potentialfrei gegenüber der Zellenversorgungseinheit sind, sondern durch die erfindungsgemäße Konstruktion sichergestellt werden kann, dass die Zellenversorgungseinheit immer das kleinste elektrische Potential in der Elektrolyseeinrichtung bereitstellt. Die aufeinanderfolgend angeordneten Elektrolysezellen des Zellenstapels bleiben dabei weiterhin insgesamt elektrisch in Reihe geschaltet.

Durch die erfindungsgemäße Konstruktion kann unter anderem also erreicht werden, dass der korrosive Effekt reduziert werden kann, weil die für den korrosiven Effekt schädlichen Bedingungen reduziert werden können. Aufgrund der elektrischen Potentialdifferenz an den Isolierabschnitten der Versorgungsleitungen kann beim Stand der Technik ein elektrischer Strom im durch die jeweilige Versorgungsleitung geführten Fluid, insbesondere wenn es Wasser ist, auftreten. Infolgedessen kann es zur Freisetzung von Wasserstoff und Hydroxidionen kommen. Durch die Erfindung können die für den korrosiven Effekt relevanten Bedingungen, nämlich insbesondere die Hydroxidionen, reduziert werden. Vorzugsweise können die Hydroxidionen zumindest teilweise im Zellenstapel durch die dort angeordneten Elektrolysezellen verarbeitet beziehungsweise verbraucht werden. Sie stehen daher für den unerwünschten korrosiven Effekt nicht mehr zur Verfügung. Besonders vorteilhaft erweist es sich deshalb, wenn die Isolierabschnitte möglichst nahe im Bereich der jeweiligen Enden angeordnet sind. Insgesamt ermöglicht es die Erfindung somit, die unerwünschte Korrosionswirkung zu reduzieren oder sogar vollständig zu vermeiden.

[0024] Die Elektrolysezellen können beispielsweise in einem einzigen Zellenstapel aufeinanderfolgend angeordnet sein. Vorzugsweise sind die Elektrolysezellen innerhalb des Zellenstapels elektrisch in Reihe geschaltet. Die gegenüberliegenden Enden des Zellenstapels, und zwar das erste und das zweite Ende, sind an die jeweiligen elektrischen Potentiale der elektrischen Energiequelle anschließbar. Sie können beispielsweise unmittelbar an die elektrische Energiequelle angeschlossen sein. Vorzugsweise sind sie jedoch über eine Steuereinheit an die elektrische Energiequelle angeschlossen, so-

dass die Funktion der Elektrolysezellen bedarfsweise eingestellt werden kann.

[0025] Die elektrische Energiequelle kann beispielsweise eine beliebige Spannungsquelle oder auch Stromquelle sein, die eine ausreichende Leistung für die Durchführung der Elektrolyse durch die Elektrolysezellen bereitzustellen vermag. Eine Elektrolyseleistung kann bei einer spezifischen Flächenstromdichte abhängig von den Abmessungen der jeweiligen Elektrolysezelle, insbesondere ihrer elektrolysetechnisch wirksamen Bereiche, bestimmt sein.

[0026] Die Versorgungsleitungen weisen eine Durchgangsöffnung mit einem geeigneten Innendurchmesser beziehungsweise Querschnitt auf, um den jeweiligen Betriebsstoff möglichst verlustfrei zu den Elektrolysezellen hinführen zu können und/oder möglichst verlustfrei von den jeweiligen Elektrolysezellen beziehungsweise den Teilstapeln abführen zu können.

[0027] Gemäß einer Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass ein Werkstoff der Versorgungsleitungen Metall aufweist, wobei die Elektrolysezellen in wenigstens zwei Teilstapeln angeordnet sind, wobei jeder der wenigstens zwei Teilstapel mittels wenigstens einer an die Zellenversorgungseinheit und an einem ersten Ende des jeweiligen Teilstapels angeschlossenen ersten Versorgungsleitung und wenigstens einer an die Zellenversorgungseinheit und an einem dem ersten Ende in Stapelrichtung gegenüberliegenden zweiten Ende des jeweiligen Teilstapels angeschlossenen zweiten Versorgungsleitung mit der Zellenversorgungseinheit verbunden ist, wobei diejenige erste Versorgungsleitung, die an dem ersten Ende desjenigen Teilstapels angeschlossen ist, das mit einem negativen elektrischen Potential der elektrischen Energiequelle koppelbar ist, elektrisch leitend an die Zellenversorgungseinheit angeschlossen ist und alle anderen Versorgungsleitungen jeweilige elektrische Isolierabschnitte aufweisen.

[0028] Bei dieser Weiterbildung sind die Elektrolysezellen der Teilstapel vorzugsweise weiterhin in Reihe geschaltet, wobei auch die jeweiligen Teilstapel insgesamt in Reihe geschaltet sind. In Bezug auf den Anschluss an die Zellenversorgungseinheit sind die Teilstapel dagegen dem Grunde nach im Wesentlichen fluidtechnisch parallelgeschaltet. Dadurch kann eine Stapelspannung an den jeweiligen gegenüberliegenden Enden eines jeweiligen Teilstapels natürlich deutlich kleiner als die elektrische Spannung sein, die an der vollständigen Reihenschaltung durch die elektrische Energiequelle bereitzustellen ist. Zugleich kann auch hier der eingangs beschriebene korrosive Effekt reduziert beziehungsweise weitgehend vermieden werden.

[0029] Entsprechend sind auch die elektrischen Isolierabschnitte der Versorgungsleitungen ausgebildet, die beispielsweise aus einem geeigneten Werkstoff gebildet sein können, der mit der jeweiligen Versorgungsleitung mechanisch fest verbunden sein kann. Beispielsweise kann es sich um einen ringförmigen Abschnitt handeln, der an einem jeweiligen Ende einer jeweiligen Versor-

gungsleitung angeordnet ist. Darüber hinaus kann der Isolierabschnitt natürlich auch in die Versorgungsleitung integriert sein, sodass die Versorgungsleitung zwei voneinander elektrisch isolierte Versorgungsleitungsabschnitte aufweist, die durch den Isolierabschnitt voneinander getrennt sind. Diese hierdurch gebildeten Einheiten sind vorzugsweise fluiddicht miteinander verbunden, wobei vorzugsweise ein im Wesentlichen konstanter Innenquerschnitt für den jeweiligen Betriebsstoff bereitgestellt wird.

[0030] Als Werkstoff für den elektrischen Isolierabschnitt kann beispielsweise ein Kunststoff, eine Keramik, aber auch ein Metalloxid wie zum Beispiel Titandioxid, Aluminiumoxid und/oder dergleichen vorgesehen sein. Darüber hinaus kann auch ein Verbundwerkstoff vorgesehen sein, der beispielsweise aus einem Kunststoff gebildet sein kann, der zum Beispiel faserverstärkt sein kann. Natürlich können auch nahezu beliebige Kombinationen hiervon vorgesehen sein, die vorzugsweise derart gewählt sind, dass eine chemische Reaktion mit dem jeweils zu führenden Betriebsstoff im Wesentlichen vermieden ist.

[0031] Der Werkstoff der Versorgungsleitung weist zumindest Metall auf. Das Metall kann zum Beispiel ein Stahl, insbesondere ein Edelstahl, sein. Darüber hinaus kann natürlich auch ein anderes Metall, beispielsweise Titan oder dergleichen, zum Einsatz kommen. Natürlich können auch entsprechende Metalllegierungen vorgesehen sein.

[0032] Gemäß einer Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass an einem dem jeweiligen Ende des jeweiligen Teilstapels zugewandten Isolierabschnittsende des jeweiligen Isolierabschnitts versorgungsleitungsinnesseitig eine elektrische Isolationsschicht angeordnet ist. Die hier ausgebildete Isolationsschicht ermöglicht es, den Korrosionseffekt weiter zu reduzieren. Die elektrische Isolationsschicht kann beispielsweise durch einen Kunststoff, eine Keramik oder dergleichen gebildet sein, die innenseitig an der jeweiligen Versorgungsleitung in dem jeweils vorgegebenen Bereich angeordnet ist. Dadurch kann die für Korrosionseffekte zur Verfügung stehende Oberfläche versorgungsleitungsinnesseitig weiter reduziert werden.

[0033] Als besonders vorteilhaft erweist es sich, wenn sich die elektrische Isolationsschicht vom jeweiligen Isolierabschnitt bis zum jeweiligen Ende des jeweiligen Teilstapels erstreckt. Dadurch kann ein Korrosionseffekt versorgungsleitungsseitig im Wesentlichen vollständig vermieden werden. Diese Weiterbildung ermöglicht es daher, den Effekt der Erfindung weiter zu verbessern.

[0034] Es wird ferner vorgeschlagen, dass die elektrische Isolationsschicht eine Beschichtung aus einem Isolationswerkstoff aufweist. Die Beschichtung kann zum Beispiel aus einem Kunststoff, einem Lack, einer Kombination hiervon und/oder dergleichen gebildet sein. Die Beschichtung kann vor einer Montage an der jeweiligen Versorgungsleitung innenseitig im Bereich der Durchgangsöffnung der Versorgungsleitung angeordnet sein.

Die Beschichtung braucht sich lediglich bis zum elektrischen Isolierabschnitt zu erstrecken. Dadurch kann mit begrenztem Aufwand eine gute Wirkung in Bezug auf den Korrosionsschutz erreicht werden.

[0035] Weiterhin wird vorgeschlagen, dass die elektrische Isolationsschicht einen korrosionsfesten metallhaltigen Stoff aufweist. Dadurch kann eine sehr robuste Oberfläche erreicht werden, die mit der Versorgungsleitung gut verbunden werden kann.

[0036] Vorzugsweise ist der korrosionsfeste metallhaltige Stoff ein Metalloxid. Das Metalloxid kann beispielsweise ein Keramikwerkstoff, Titandioxid, Aluminiumoxid und/oder dergleichen sein.

[0037] Gemäß einer Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass die den jeweiligen Isolierabschnitten zugewandten jeweiligen Enden der Teilstapel gegenüber den Elektrolysezellen elektrisch isoliert sind. Dadurch kann erreicht werden, dass in dem Bereich zwischen Isolierabschnitt und jeweiligem Ende des Teilstapels der Korrosionseffekt weitgehend vermieden wird. Die Wirkung der Erfindung kann dadurch weiter verbessert werden.

[0038] Es wird ferner vorgeschlagen, dass die Zellenversorgungseinheit zumindest mittelbar elektrisch geerdet ist. Durch die Erdung kann die Zellenversorgungseinheit mit den mit ihr elektrisch gekoppelten Versorgungsleitungen auf ein vorgegebenes Bezugspotential gelegt werden. Hierdurch kann zugleich auch das negative Potential der elektrischen Energiequelle, welches über die Versorgungsleitungen mit der Zellenversorgungseinheit elektrisch gekoppelt ist, ebenso mittelbar zumindest geerdet sein. Anders als im Stand der Technik ist somit der aus den Teilstapeln gebildete Zellenstapel gegenüber dem Erdpotential auf einem definierten elektrischen Potential und somit nicht mehr schwimmend potentialbehaftet. Somit kann hierdurch eine definierte elektrische Potentialdifferenz beziehungsweise elektrische Spannung an den jeweiligen elektrischen Isolierabschnitten erreicht werden. Dies erlaubt es, die Zuverlässigkeit der Funktion der Erfindung weiter zu verbessern.

[0039] Darüber hinaus wird vorgeschlagen, dass die Erdung eine Opferanode und/oder eine Spannungsquelle aufweist, mittels welcher die Zellenversorgungseinheit mit einem gegenüber dem Erdpotential negativen elektrischen Potential beaufschlagbar ist. Dadurch kann ein "kathodischer Korrosionsschutz" erreicht werden. Wird eine Spannungsquelle genutzt, kann das negative elektrische Potential der Spannungsquelle mit der Zellenversorgungseinheit und mit den an sie angeschlossenen Versorgungsleitungen elektrisch verbunden sein. Das negative elektrische Potential der Spannungsquelle ist dabei vorzugsweise zugleich entsprechend geerdet. Für eine gute Funktion des auf diese Weise realisierten Korrosionsschutzes kann vorgesehen sein, dass die Spannungsquelle eine elektrische Spannung in einem Bereich von etwa -2 V bis etwa null Volt in Bezug auf das Erdpotential bereitstellt. Besonders vorteilhaft erweist es sich, wenn diese elektrische Spannung in einem Bereich von etwa -1 V bis etwa -0,8 V gewählt ist. Mit einer in diesem

Bereich gewählten elektrischen Spannung kann eine Korrosion von zum Beispiel Edelstahl auch unter maritimen Bedingungen, insbesondere bei Off-Shore-Anwendungen, vermieden werden. Insbesondere kann hierdurch eine äußere Korrosionserscheinung reduziert beziehungsweise verhindert werden.

[0040] Um gleichermaßen eine innere Korrosionserscheinung zu reduzieren beziehungsweise zu vermeiden, kann vorzugsweise vorgesehen sein, dass eine weitere Elektrode nach Art einer Gegenelektrode für den kathodischen Korrosionsschutz im Bereich der Zellenversorgungseinheit angeordnet ist. Die innere Korrosionserscheinung bezieht sich insbesondere auf Korrosionseffekte innerhalb der Elektrolyseeinrichtung, besonders innerhalb der Zellenversorgungseinheit. Beispielsweise kann es sich hierbei um eine Titan-Elektrode, beziehungsweise Titananode, handeln, die mit einem Mischoxid beschichtet sein kann. Vorzugsweise ist die auf diese Weise gebildete Anode in einer Flüssigphase eines Sauerstoffabscheidebehälters der Zellenversorgungseinheit angeordnet.

[0041] Besonders vorteilhaft sind die Teilstapel versorgungstechnisch parallel an die Zellenversorgungseinheit angeschlossen. Auf diese Weise kann für die Teilstapel eine gute Versorgung mit dem wenigstens einen Betriebsstoff erreicht werden. Das Versorgen kann ein Zuführen beziehungsweise auch ein Abführen des Betriebsstoffs oder während der Elektrolyse erzeugter Stoffe umfassen.

[0042] In den Teilstapeln beziehungsweise Elektrolysezellen ausgebildete Versorgungsstrukturen können als interne Isolationsstrecken dienen. Dabei können Werkstoffe, mit denen beispielsweise das zu elektrolysierende Wasser innerhalb eines jeweiligen Teilstapels kontaktiert wird, ausgenommen im Bereich jeweiliger aktiver Zellflächen der jeweiligen Elektrolysezellen, mindestens eine der folgenden drei Anforderungen erfüllen:

- Die Werkstoffe sind nicht-metallisch;
- elektrisch potentialbeaufschlagte Metalle sind mit einer oxidationsstabilen Schicht wie beispielsweise Tantaloxid, einem Polymer oder dergleichen beschichtet;
- nicht-beschichtete Metalle sind elektrisch nicht angebunden, das heißt, im Wesentlichen elektrisch potentialfrei, insbesondere schwimmend, angebunden.

[0043] Mit der Erfindung kann also erreicht werden, dass die Elektroden der aktiven Zellflächen der Elektrolysezellen als anodische Gegenelektroden wirken können. Dadurch kann zum Beispiel an jeweiligen Anoden der Elektrolysezellen minimal mehr Sauerstoff gebildet und an jeweiligen Kathoden der jeweiligen Elektrolysezellen minimal weniger Wasserstoff erzeugt werden. Diese Veränderungen während der Elektrolyse wirken sich jedoch auf den Wirkungsgrad und die Sicherheit der Elektrolyseeinrichtung nicht signifikant aus. Vielmehr

überwiegt der Vorteil der Erfindung, dass keine Fremdi-onen aus metallischen Komponenten aufgrund von Streuströmen freigesetzt werden können.

[0044] Die für einen jeweiligen der Teilstapel angegebenen Ausgestaltungen und Vorteile gelten dem Grunde nach entsprechend angepasst natürlich auch für den gesamten Zellenstapel, wenn keine Teilstapel gebildet sind.

[0045] Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination sondern auch in anderen Kombinationen verwendbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

[0046] Bei den im Folgenden erläuterten Ausführungsbeispielen handelt es sich um bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung. Die vorhergehend in der Beschreibung angegebenen Merkmale, Merkmalskombinationen sowie auch die in der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen verwendbar. Es sind somit auch Ausführungen von der Erfindung umfasst beziehungsweise als offenbart anzusehen, die in den Figuren nicht explizit gezeigt und erläutert sind, jedoch durch separierte Merkmalskombinationen aus den erläuterten Ausführungsformen hervorgehen und erzeugbar sind. Die anhand der Ausführungsbeispiele dargestellten Merkmale, Funktionen und/oder Wirkungen können für sich genommen jeweils einzelne, unabhängig voneinander zu betrachtende Merkmale, Funktionen und/oder Wirkungen der Erfindung darstellen, welche die Erfindung jeweils auch unabhängig voneinander weiterbilden. Daher sollen die Ausführungsbeispiele auch andere Kombinationen als die in den erläuterten Ausführungsformen umfassen. Darüber hinaus können die beschriebenen Ausführungsformen auch durch weitere der bereits beschriebenen Merkmale, Funktionen und/oder Wirkungen der Erfindung ergänzt sein.

[0047] In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Merkmale beziehungsweise Funktionen.

[0048] Es zeigen:

FIG 1 in einer schematischen Blockdarstellung eine Elektrolyseeinrichtung zum Elektrolysieren von Wasser;

FIG 2 eine schematische Schnittdarstellung einer Versorgungsleitung der Elektrolyseeinrichtung gemäß FIG 1 im Bereich eines Isolierabschnitts;

FIG 3 eine schematische Blockdarstellung wie FIG 1 einer weiteren Elektrolyseeinrichtung zum Elektrolysieren von Wasser, bei der ein Zellen-

stapel in vier Teilstapel gemäß einer ersten Ausgestaltung aufgeteilt ist; und

FIG 4 eine schematische Darstellung wie FIG 3 für eine zweite Ausgestaltung der Elektrolyseeinrichtung.

[0049] FIG 1 zeigt in einer schematischen Blockdarstellung eine Elektrolyseeinrichtung 10, die einen Zellenstapel 54 aufweist, der eine Mehrzahl von Elektrolysezellen 12 aufweist, die in einer Stapelrichtung 14 aufeinanderfolgend angeordnet sind. Die Elektrolysezellen 12 dienen vorliegend dazu, auf elektrochemischem Wege Wasser in seine Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff zu zersetzen. Die Elektrolyseeinrichtung 10 dient daher vorliegend der Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff aus Wasser.

[0050] Die Elektrolysezellen 12 sind vorliegend unmittelbar benachbart zueinander angeordnet, sodass sich jeweilige Elektroden der benachbart angeordneten Elektrolysezellen 12 elektrisch kontaktieren können. Dabei ist vorgesehen, dass jeweils eine Anode einer ersten der Elektrolysezellen 12 eine Kathode der jeweils unmittelbar benachbart angeordneten zweiten Elektrolysezelle 12 elektrisch kontaktiert. Dadurch sind die Elektrolysezellen 12 elektrisch in Reihe geschaltet.

[0051] Über eine nicht weiter dargestellte innere Versorgungsstruktur des Zellenstapels 54 werden die Elektrolysezellen 12 einerseits mit zu elektrolysierendem Wasser versorgt und andererseits Ableitungen für die produzierten Stoffe Wasserstoff und Sauerstoff bereitgestellt. Diese Versorgung ist an jeweils gegenüberliegenden Enden 20, 22 des Zellenstapels 54 anschließbar ausgebildet.

[0052] An den Enden 20, 22 ist ferner über eine elektrische Leitung 52 eine elektrische Energiequelle 16 angeschlossen, die vorliegend eine geeignete elektrische Spannung mit einer geeigneten elektrischen Leistung bereitstellt, sodass die Elektrolysezellen 12 für den bestimmungsgemäßen Betrieb ausreichend mit elektrischer Energie versorgt werden können.

[0053] Die Elektrolyseeinrichtung 10 umfasst ferner eine Zellenversorgungseinheit 18, die dem Versorgen der Elektrolysezellen 12 beziehungsweise des Zellenstapels 54 mit den jeweiligen Betriebsstoffen dient, welche vorliegend das Zuführen von Wasser und das Abführen von Wasserstoff und Sauerstoff betreffen. Die Zellenversorgungseinheit 18 umfasst mehrere Komponenten, die für den bestimmungsgemäßen Betrieb der Elektrolyseeinrichtung 10 erforderlich sind, wie zum Beispiel Pumpen, Wärmetauscher, Abscheidebehälter und/oder dergleichen, die hier jedoch nicht weiter dargestellt sind. Die Zellenversorgungseinheit 18 ist mit dem Zellenstapel 54 versorgungstechnisch über Versorgungsleitungen 24 verbunden, die an die Zellenversorgungseinheit 18 und die gegenüberliegenden Enden 20, 22 des Zellenstapels 54 angeschlossen sind. Die Versorgungsleitungen 24 koppeln somit fluidtechnisch die Versorgungsstruktur

des Zellenstapels 54. Die Versorgungsleitungen 24 sind vorliegend aus einem Metall wie Edelstahl gebildet.

[0054] Um durch die aus Metall gebildeten Versorgungsleitungen 24 einen Kurzschluss zwischen den Enden 20, 22 des Zellenstapels 54 zu vermeiden, weist jede der Versorgungsleitungen 24 einen elektrischen Isolierabschnitt 38 auf. Hierdurch wird gewährleistet, dass die Enden 20, 22 elektrisch isoliert von der Zellenversorgungseinheit 18 und damit auch elektrisch isoliert voneinander ausgebildet sind. Die Versorgungsleitungen 24 befinden sich außerhalb des Zellenstapels 54.

[0055] Die Isolierabschnitte 38 sind vorliegend im Wesentlichen aus einem elektrischen Isolationsmaterial gebildet, welches zum Beispiel ein geeigneter Keramikwerkstoff oder auch ein geeigneter Kunststoff beziehungsweise Verbundwerkstoff sein kann.

[0056] FIG 2 zeigt eine schematische Schnittansicht einer der Versorgungsleitungen 24 aus FIG 1 im Bereich des Isolierabschnitts 38. In FIG 2 ist die Versorgungsleitung 24 mit einem ersten Bereich 58 dargestellt, der dem Ende 22 des Zellenstapels 54 zugewandt ist, wohingegen ein gegenüberliegender zweiter Bereich 56 der Zellenversorgungseinheit 18 zugewandt ist. Die Bereiche 56 und 58 sind durch den Isolierabschnitt 38 elektrisch voneinander getrennt. Diese Anordnung ist insgesamt fluiddicht ausgebildet und weist einen im Wesentlichen konstanten Innendurchmesser 62 auf, durch welchen das entsprechende Fluid geführt werden kann, welches in diesem Fall Wasser ist.

[0057] Aufgrund der am elektrischen Isolierabschnitt 38 anliegenden elektrischen Spannung findet eine Korrosion in einem Bereich 64 statt. Dies kann dadurch als begründet angesehen werden, dass im Bereich eines Übergangs vom Bereich 56 zum elektrischen Isolationsabschnitt 38 durch Elektronenaufnahme aus dem Metall der Wand der Versorgungsleitung 24 in das Wasser, welches im Innendurchmesser 62 strömt, negative Hydroxidionen gebildet werden, die aufgrund des elektrischen Felds zum Bereich 58 geführt werden und dort mit dem Metall der Wand der Versorgungsleitung 24 elektrochemisch reagieren, wie in FIG 2 dargestellt. Dadurch korrodiert die Wand der Versorgungsleitung 24 in diesem Bereich 64. Das ist unerwünscht.

[0058] Für diese Art der Korrosion ist zu bedenken, dass über die elektrischen Isolierabschnitte 38 in der Regel im bestimmungsgemäßen Betrieb eine Gleichspannung in einem Bereich von mehreren hundert Volt anliegen kann. Dadurch kann im Bereich des elektrischen Isolierabschnitts 38 im Bereich 56 ein Elektronenüberschuss und im Bereich 58 ein Elektronenmangel entstehen. Aufgrund der Größe der elektrischen Spannung am elektrischen Isolierabschnitt 38 finden aus thermodynamischer Sicht Elektrodenreaktionen, wie zuvor erläutert, statt. Zwar kann durch Reduzierung der elektrischen Spannung der Korrosionseffekt zeitlich gestreckt werden, also kinetisch gehemmt werden, jedoch kann er dadurch nicht vollständig unterbunden werden. Auch eine Verlängerung der Isolationsstrecke mittels des elektri-

schen Isolierabschnitts 38 oder eine Reduzierung im Innendurchmesser 62 können lediglich den Korrosionseffekt hinsichtlich seiner Wirkung hemmen, jedoch nicht vermeiden. Im Bereich 56 kann der hierbei gebildete Wasserstoff im Wasser gelöst oder auch in Form von feinsten Bläschen vorliegen und mit dem Wasser abtransportiert werden. Die produzierten Mengen sind dabei in der Regel so gering, dass vom Wasserstoff selbst keine störenden Wirkungen ausgehen.

[0059] In Bezug auf die Hydroxidionen, die im Wasser in gelöster Form vorliegen, trifft dies jedoch nicht zu. Sie tendieren wegen ihrer negativen Ladung und der Richtung des elektrischen Felds im Bereich des elektrischen Isolierabschnitts 38 dazu, vom Bereich 56 zum Bereich 58 zu wandern. In diesem Bereich 58 wird dann das metallische Material der Versorgungsleitung 24 oxidativ zersetzt. In FIG 2 ist diese Zersetzung für den Fall dargestellt, dass die Versorgungsleitung 24 aus Edelstahl gebildet ist. Diese Wirkung ist jedoch nicht auf Stahl begrenzt, sondern kann nahezu bei jedem anderen beliebigen metallischen Werkstoff auftreten.

[0060] Neben dem Freisetzen von Eisen können aber auch weitere Metalle, die im Stahl vorhanden sein können, aufgelöst werden. Hierbei können Kationen gebildet werden. Wegen deren positiver Ladung haben die Metall-Kationen die Tendenz, in Gegenrichtung der Hydroxidionen zu wandern. Dies kann dazu führen, dass aus den Metall-Kationen, insbesondere wenn es sich um Eisen-Ionen handelt, und den Hydroxidionen sogenanntes Rouging entstehen. Rouging meint feinste eisenhaltige Partikel, die sich in den Versorgungsleitungen 24 und den Komponenten der Elektrolyseeinrichtung 10 verteilen können. Sie können vor allem in den Versorgungsleitungen 24, in denen ebenfalls Wasserstoff geführt wird, beobachtet werden. Gelangt dieses Rouging in den sauerstoffführenden Teil der Elektrolyseeinrichtung 10, kann sich das Rouging wieder unter Bildung von Ionen auflösen.

[0061] Unter anderem können dann Kationen von der Sauerstoffseite aus in die Elektrolysezellen 12 gelangen und sich dort anreichern. Dieser Vorgang kann zu höheren Zellspannungen und damit sinkender Effizienz der Elektrolyseeinrichtung 10 führen. Weiterhin können schädigende Mechanismen für die Elektrolysezellen 12 mit diesen Kationen in Verbindung gebracht werden. Beispielsweise kann an den Elektroden gebildetes Wasserstoffperoxid bei Kontakt mit Metallionen in Radikale umgewandelt werden, welche eine Membranstruktur der Elektrolysezellen 12 chemisch angreifen und so die Standzeit der Elektrolysezellen 12 beeinträchtigen können.

[0062] FIG 3 zeigt nun eine Elektrolyseeinrichtung 60, mit der der vorgenannte Korrosionseffekt, der anhand von FIG 2 erläutert wurde, weitgehend vermieden werden kann. Die folgenden Erläuterungen basieren auf den Erläuterungen zu den FIG 1 und 2, weshalb ergänzend auf die diesbezüglichen Ausführungen verwiesen wird.

[0063] Wie aus FIG 3 ersichtlich ist, sind die Elektro-

lysezellen 12 in vier Teilstapel 26, 28, 30, 32 angeordnet. Jeder der vier Teilstapel 26, 28, 30, 32 ist mittels zweier an die Zellenversorgungseinheit 18 und an einem ersten Ende des jeweiligen Teilstapels 26, 28, 30, 32 angeschlossenen ersten Versorgungsleitungen 24 und zweier an die Zellenversorgungseinheit 18 und an einem dem ersten Ende 20 in Stapelrichtung 14 gegenüberliegenden zweiten Ende 22 des jeweiligen Teilstapels 26, 28, 30, 32 angeschlossenen zweiten Versorgungsleitungen 24 mit der Zellenversorgungseinheit 18 verbunden. Für die Zellenversorgungseinheit 18 gelten im Wesentlichen die Ausführungen zu den FIG 1 und 2.

[0064] Die erste Versorgungsleitung 24, die an dem ersten Ende 20 desjenigen Teilstapels 26 angeschlossen ist, das mit einem negativen elektrischen Potential 34 der elektrischen Energiequelle 60 gekoppelt ist, ist elektrisch leitend an die Zellenversorgungseinheit 18 angeschlossen. Dadurch ist genau dieses erste Ende 20 des Teilstapels 26 elektrisch unmittelbar mit der Zellenversorgungseinheit 18 verbunden. Alle anderen Versorgungsleitungen 24 weisen jeweilige elektrische Isolierabschnitte 38 auf.

[0065] Vorliegend ist vorgesehen, dass die Anzahl der Elektrolysezellen 12 der Teilstapel 26, 28, 30, 32 für alle Teilstapel 26, 28, 30, 32 gleich ist. Je nach Bedarf kann dies bei anderen Ausgestaltungen jedoch auch abweichend gewählt sein, ohne den Gedanken der Erfindung zu verlassen.

[0066] Die Teilstapel 26, 28, 30, 32 sind ihrerseits elektrisch in Reihe geschaltet, sodass - aus elektrischer Sicht - wieder eine Reihenschaltung aller Elektrolysezellen 12 der Teilstapel 26, 28, 30, 32 - wie bei dem Zellenstapel 54 gemäß FIG 1 - vorliegt.

[0067] Durch diese Konstruktion der Elektrolyseeinrichtung 60 kann erreicht werden, dass die Zellenversorgungseinheit 18 elektrisch betrachtet das kleinste elektrische Potential der gesamten Elektrolyseeinrichtung 60 aufweist. Dieses elektrische Potential ist ferner mit dem negativen elektrischen Potential 34 der elektrischen Energiequelle 16 verbunden. Die elektrische Energiequelle 16 stellt darüber hinaus das positive elektrische Potential 36 bereit. Zwischen dem negativen und dem positiven elektrischen Potential 34, 36 stellt die elektrische Energiequelle 16 die Betriebsspannung für den bestimmungsgemäßen Betrieb der Elektrolyseeinrichtung 60 bereit.

[0068] In der vorliegenden Ausgestaltung ist ferner vorgesehen, dass an den jeweiligen Enden 20, 22 der jeweiligen Teilstapel 26, 28, 30, 32 zugewandten Isolierabschnittsenden 40 der jeweiligen Isolierabschnitte 38 versorgungsleitungsinnenseitig eine elektrische Isolations-schicht ausgebildet ist, die vorliegend durch eine Beschichtung aus einem Isolationswerkstoff gebildet ist. Der Isolationswerkstoff ist beispielsweise ein geeigneter Kunststoff. Alternativ oder ergänzend kann jedoch auch ein korrosionsfester metallhaltiger Stoff vorgesehen sein, beispielsweise ein Metalloxid oder dergleichen, insbesondere zum Beispiel ein Keramikwerkstoff.

[0069] Darüber hinaus kann ferner vorgesehen sein, dass die jeweiligen Enden 20, 22 der Teilstapel 26, 28, 30, 32, die den jeweiligen Isolierabschnitten 38 zugewandt sind, gegenüber den Elektrolysezellen 12 elektrisch isoliert ausgebildet sind. Dadurch kann der Korrosionseffekt weiter reduziert werden. Besonders vorteilhaft erweist es sich, wenn die Zellenversorgungseinheit 18, wie vorliegend in FIG 3 dargestellt ist, mittels einer Erdung 42 elektrisch geerdet ist.

[0070] Besonders vorteilhaft ist eine Weiterbildung gemäß FIG 4 vorgesehen. FIG 4 zeigt in einer schematischen Darstellung wie FIG 3 eine Variante der Elektrolyseeinrichtung 60 gemäß FIG 3, wobei im Folgenden lediglich die Unterschiede ein Bezug zur Ausgestaltung gemäß FIG 3 erläutert werden.

[0071] In FIG 4 ist vorgesehen, dass die Erdung 42 nicht unmittelbar an der Zellenversorgungseinheit 18 vorgesehen ist, sondern unter Nutzung einer Spannungsquelle 44, mittels der die Zellenversorgungseinheit 18 mit einem gegenüber dem Erdpotential negativen elektrischen Potential beaufschlagbar ist. Zu diesem Zweck stellt die Spannungsquelle 44 eine elektrische Spannung von etwa -1 V bis etwa -0,8 V bereit. Diese Spannung kann jedoch grundsätzlich auch zum Beispiel in einem Bereich von etwa -2 V bis etwa null Volt gewählt sein.

[0072] Mit einer derart eingestellten elektrischen Spannung lässt sich der Korrosionseffekt, beispielsweise bei Edelstahl, auch unter maritimen Bedingungen, beispielsweise bei Off-Shore-Anwendungen, gegen Korrosion noch besser unterdrücken.

[0073] Besonders vorteilhaft erweist es sich, wenn dann die Gegenelektrode für den kathodischen Korrosionsschutz auch im Bereich der Zellenversorgungseinheit 18 angeordnet ist. Die hier für die Erdung 42 vorgesehene Elektrode ist vorliegend durch eine Titananode gebildet, die mit einem Mischoxid beschichtet ist. Die Titananode mit der Mischoxidbeschichtung ist vorliegend elektrisch isoliert von der Zellenversorgungseinheit 18 in einer Flüssigphase eines nicht weiter dargestellten Sauerstoffabscheidebehälters angeordnet.

[0074] Insgesamt zeigen die Ausführungsbeispiele, dass mit der Erfindung erreicht werden kann, dass die Korrosion dadurch reduziert werden kann, dass mehrere Teilstapel 26, 28, 30, 32 der Elektrolysezellen 12 gebildet werden können, die weiterhin sämtlich elektrisch in Reihe geschaltet sind, jedoch über eigene Versorgungsleitungen 24 separat mit der Zellenversorgungseinheit 18 verbunden sind.

[0075] Durch das Erdungs- beziehungsweise Massekonzept der Erfindung kann die Freisetzung von Metallionen weitgehend verhindert werden. Die Elektroden der aktiven Zellflächen der Elektrolysezellen 12 können daher für Streuströme als anodische Gegenelektroden wirken. Somit kann die unerwünschte Korrosion weitgehend vermieden werden.

[0076] Die Erfindung ist nicht auf die Anwendung bei der Elektrolyse von Wasser beschränkt und kann glei-

chermaßen auch bei anderen durchzuführenden Elektrolysen, beispielsweise einer Kohlenstoffdioxidelektrolyse oder dergleichen zum Einsatz kommen.

[0077] Die Ausführungsbeispiele dienen ausschließlich der Erläuterung der Erfindung und sollen diese nicht beschränken.

Patentansprüche

1. Elektrolyseeinrichtung (60) mit

- einer Mehrzahl von Elektrolysezellen (12), die elektrisch in Reihe geschaltet und die zumindest teilweise in einer Stapelrichtung (14) aufeinanderfolgend angeordnet sind, wobei die Reihenschaltung mit einer elektrischen Energiequelle (16) elektrisch koppelbar ist,
- einer Zellenversorgungseinheit (18) zum Versorgen der Elektrolysezellen (12) für einen bestimmungsgemäßen Betrieb mit wenigstens einem Betriebsstoff, und
- an die Zellenversorgungseinheit (18) und an gegenüberliegenden Enden (20, 22) der aufeinanderfolgend angeordneten Elektrolysezellen (12) angeschlossenen Versorgungsleitungen (24),

dadurch gekennzeichnet, dass

ein negatives elektrisches Potential (34) der elektrischen Energiequelle (16) mit einem elektrischen Bezugspotential der Zellenversorgungseinheit (18) elektrisch gekoppelt ist.

- 2. Elektrolyseeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass** ein Werkstoff der Versorgungsleitungen (24) Metall aufweist, wobei die Elektrolysezellen (12) in wenigstens zwei Teilstapeln (26, 28, 30, 32) angeordnet sind, wobei jeder der wenigstens zwei Teilstapel (26, 28, 30, 32) mittels wenigstens einer an die Zellenversorgungseinheit (18) und an einem ersten Ende (20) des jeweiligen Teilstapels (26, 28, 30, 32) angeschlossenen ersten Versorgungsleitung (24) und wenigstens einer an die Zellenversorgungseinheit (18) und an einem dem ersten Ende (20) in Stapelrichtung (14) gegenüberliegenden zweiten Ende (22) des jeweiligen Teilstapels (26, 28, 30, 32) angeschlossenen zweiten Versorgungsleitung (24) mit der Zellenversorgungseinheit (18) verbunden ist, wobei diejenige erste Versorgungsleitung (24), die an dem ersten Ende (20) desjenigen Teilstapels (26) angeschlossen ist, das mit einem negativen elektrischen Potential (34) der elektrischen Energiequelle (16) koppelbar ist, elektrisch leitend an die Zellenversorgungseinheit (18) angeschlossen ist und alle anderen Versorgungsleitungen (24) jeweilige elektrische Isolierabschnitte (38) aufweisen.

3. Elektrolyseeinrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einem dem jeweiligen Ende (20, 22) des jeweiligen Teilstapels (26, 28, 30, 32) zugewandten Isolierabschnittsende (40) des jeweiligen Isolierabschnitts (38) versorgungsleitungssinnenseitig eine elektrische Isolationsschicht angeordnet ist. 5
4. Elektrolyseeinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die elektrische Isolationsschicht vom jeweiligen Isolierabschnitt (38) bis zum jeweiligen Ende (20, 22) des jeweiligen Teilstapels (26, 28, 30, 32) erstreckt. 10
5. Elektrolyseeinrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Isolationsschicht eine Beschichtung aus einem Isolationswerkstoff aufweist. 15
6. Elektrolyseeinrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Isolationsschicht einen korrosionsfesten metallhaltigen Stoff aufweist. 20
7. Elektrolyseeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die den jeweiligen Isolierabschnitten (38) zugewandten jeweiligen Enden (20, 22) der Teilstapel (26, 28, 30, 32) gegenüber den Elektrolysezellen (12) elektrisch isoliert sind. 25
30
8. Elektrolyseeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zellenversorgungseinheit (18) zumindest mittelbar elektrisch geerdet (42) ist. 35
9. Elektrolyseeinrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erdung (42) eine Opferanode und/oder eine Spannungsquelle (44) aufweist, mittels der die Zellenversorgungseinheit (18) mit einem gegenüber dem Erdpotential (42) negativen elektrischen Potential beaufschlagbar ist. 40
10. Elektrolyseeinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Teilstapel (26, 28, 30, 32) versorgungstechnisch parallel an die Zellenversorgungseinheit (18) angeschlossen sind. 45

50

55

FIG 1

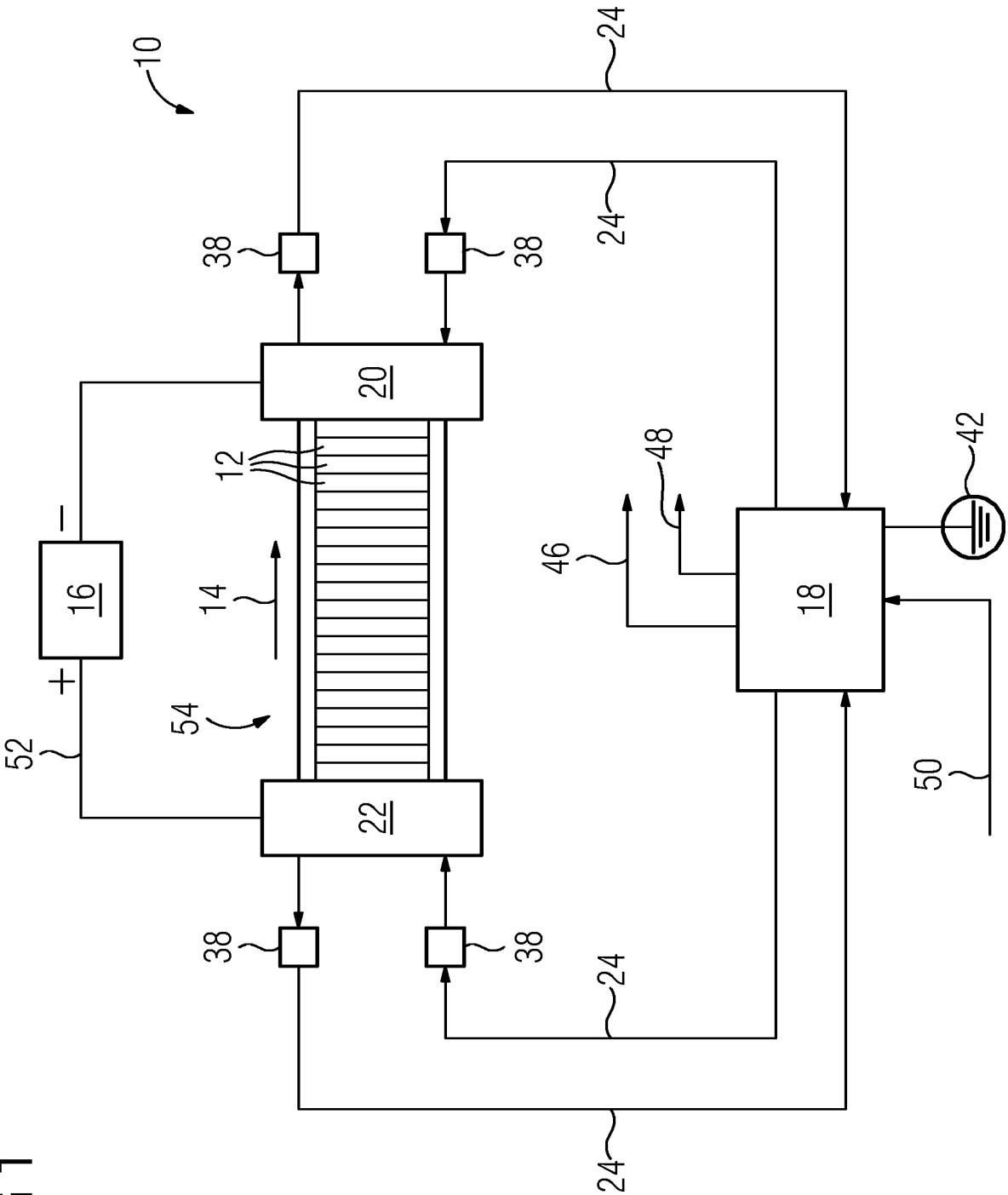


FIG 2

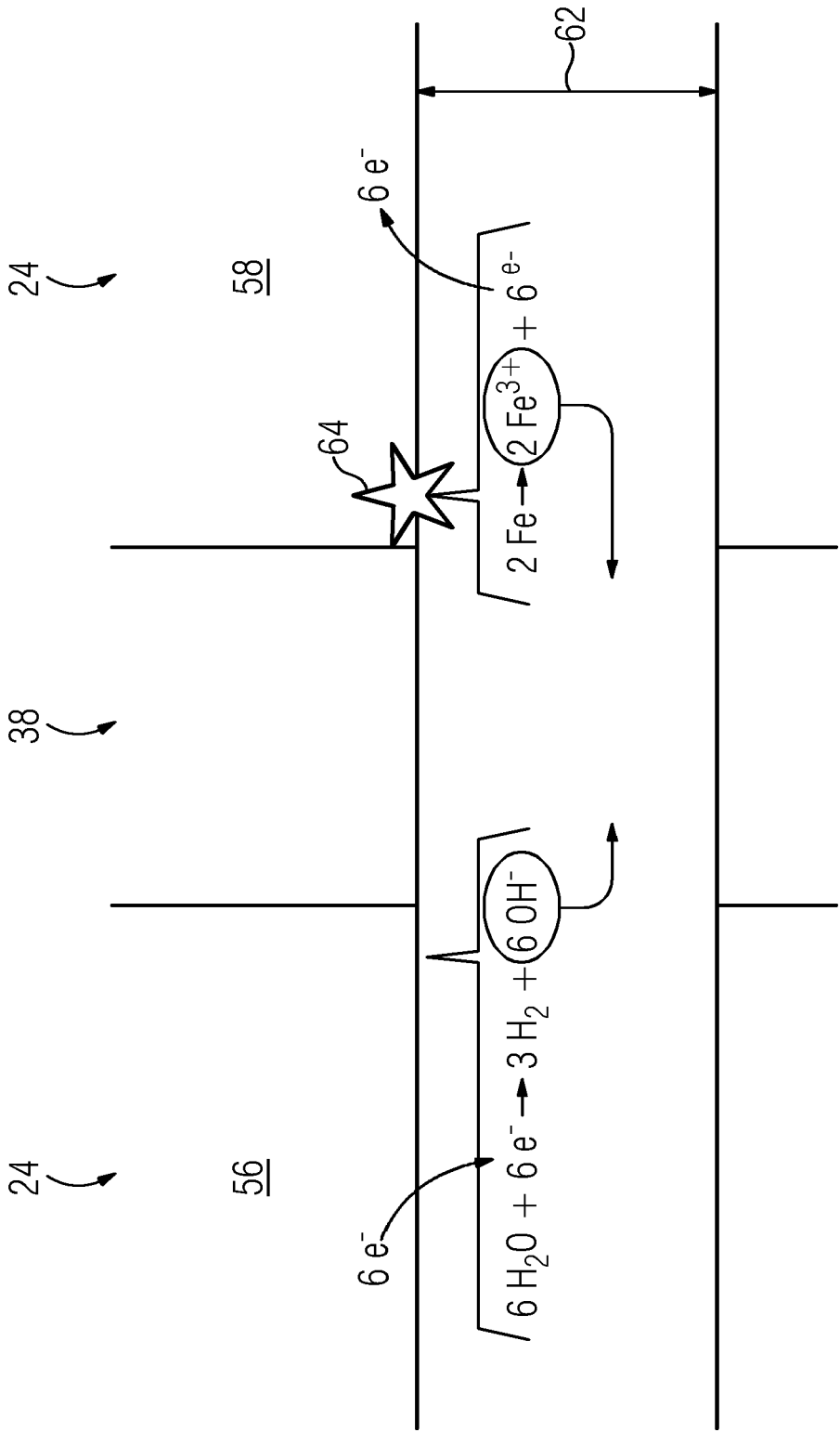


FIG 3

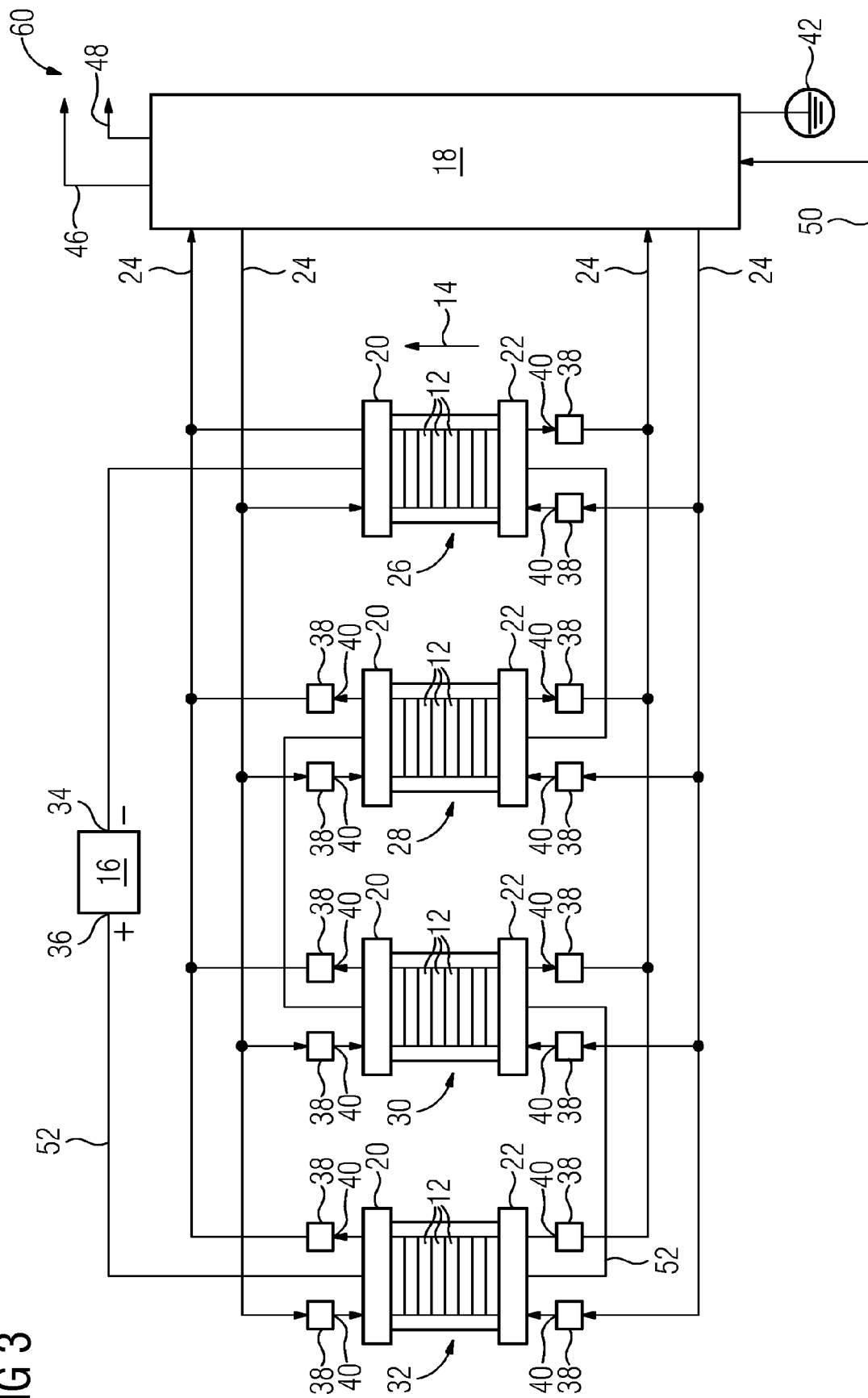
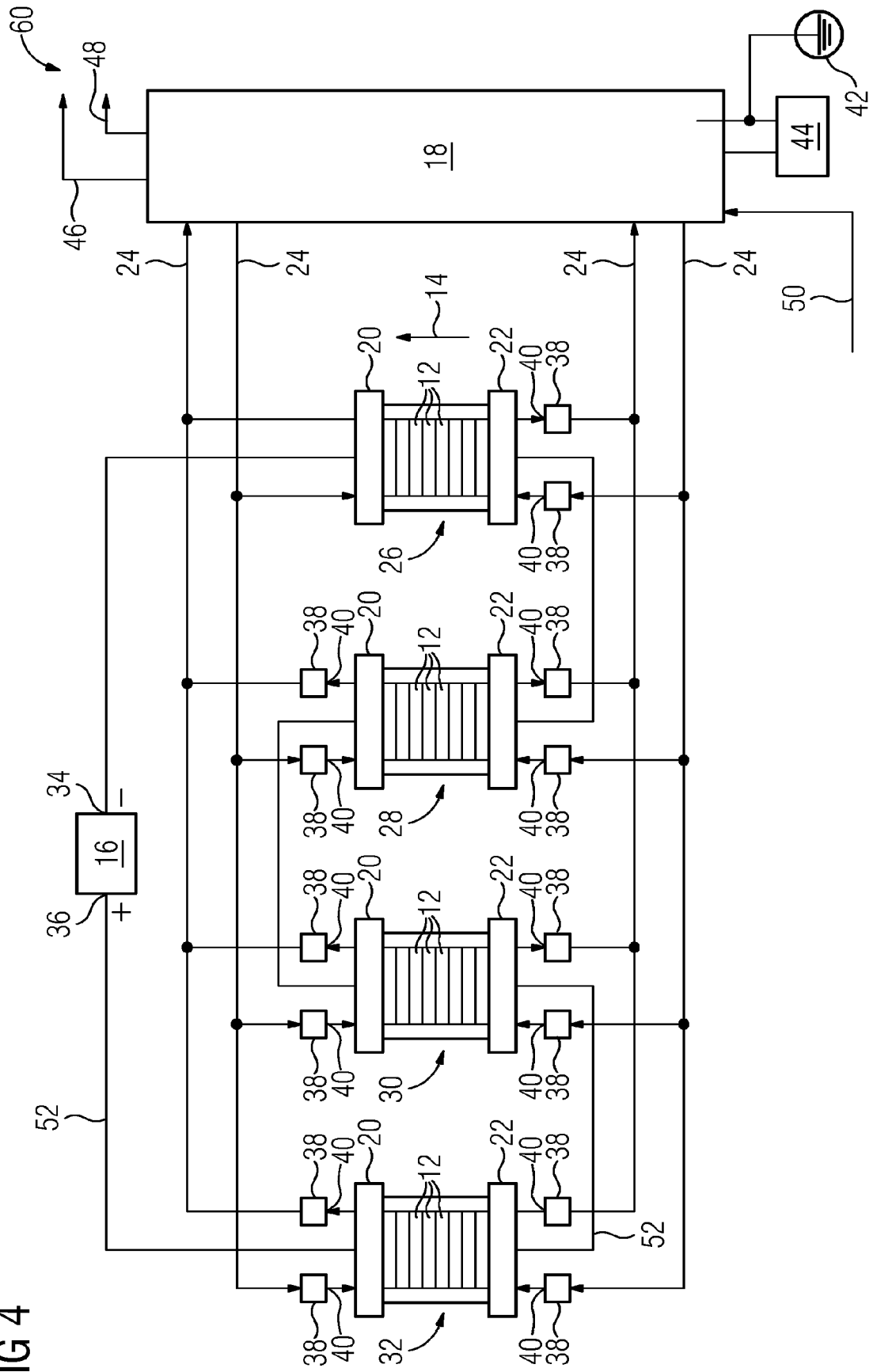


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 21 16 8351

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 3 623 967 A (MAUNSELL RICHARD M O) 30. November 1971 (1971-11-30) * das ganze Dokument *	1-10	INV. C25B1/04 C23F13/08 C25B3/26 C25B9/00 C25B9/77 C25B15/00 C25B15/08
A	DE 41 36 917 C1 (METALLGESELLSCHAFT AG) 4. Februar 1993 (1993-02-04) * das ganze Dokument *	1-10	
A	WO 94/04719 A1 (DOW CHEMICAL CO [US]) 3. März 1994 (1994-03-03) * das ganze Dokument *	1-10	
A	CN 203 559 129 U (QINGHAI SALT LAKE INDUSTRY CO LTD) 23. April 2014 (2014-04-23) * das ganze Dokument *	1-10	
A	JP S62 170491 A (MITSUI TOATSU CHEMICALS) 27. Juli 1987 (1987-07-27) * das ganze Dokument *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C25B C23F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. September 2021	Prüfer Leu, Oana
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 Patentedokument, 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 21 16 8351

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.

28-09-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3623967 A	30-11-1971	GB 1305892 A	07-02-1973
		US 3623967 A	30-11-1971
DE 4136917 C1	04-02-1993	BR 9204166 A	11-05-1993
		DE 4136917 C1	04-02-1993
		EP 0543428 A1	26-05-1993
WO 9404719 A1	03-03-1994	AT 193734 T	15-06-2000
		CA 2143100 A1	03-03-1994
		DE 69328832 T2	12-10-2000
		EP 0656074 A1	07-06-1995
		ES 2146616 T3	16-08-2000
		JP 2926272 B2	28-07-1999
		JP H08500395 A	16-01-1996
		US 5296121 A	22-03-1994
		WO 9404719 A1	03-03-1994
CN 203559129 U	23-04-2014	KEINE	
JP S62170491 A	27-07-1987	JP H0440432 B2	02-07-1992
		JP S62170491 A	27-07-1987

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102011007759 A1 [0004]
- DE 102019205316 A1 [0004]
- DE 212018000414 U1 [0004]