



(11)

EP 3 816 322 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.05.2021 Patentblatt 2021/18

(51) Int Cl.:
C25B 1/28 (2021.01) **C25B 9/19** (2021.01)
C25B 9/77 (2021.01) **C25B 15/021** (2021.01)
C25B 15/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20204627.2**

(22) Anmeldetag: **29.10.2020**

(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

(72) Erfinder:
• **Neuber, Rieke**
D-25469 Halstenbek (DE)
• **Grassl, Tobias**
D-25582 Hohenaspe (DE)
• **Matthée, Thorsten**
D-25582 Hohenaspe (DE)

(30) Priorität: **29.10.2019 DE 102019129202**

(74) Vertreter: **Gramm, Lins & Partner**
Patent- und Rechtsanwälte PartGmbB
Theodor-Heuss-Straße 1
38122 Braunschweig (DE)

(71) Anmelder: **CONDIAS GMBH**
25524 Itzehoe (DE)

(54) **ELEKTROCHEMISCHE ZELLE**

(57) Die Erfindung betrifft eine elektrochemische Zelle, die
a. eine Anodenkammer mit einer Anode,
b. eine Anolytzuleitung, durch die ein Anolyt in die Anodenkammer leitbar ist,
c. eine Anolytableitung, durch die der Anolyt aus der Anodenkammer ableitbar ist,

d. eine Kathodenkammer mit einer Kathode, die einen Kathodengrundkörper aufweist, und
e. eine zwischen der Anodenkammer und der Kathodenkammer angeordnete Membran aufweist, wobei die Anolytzuleitung und/oder die Anolytableitung im Kathodengrundkörper verläuft.

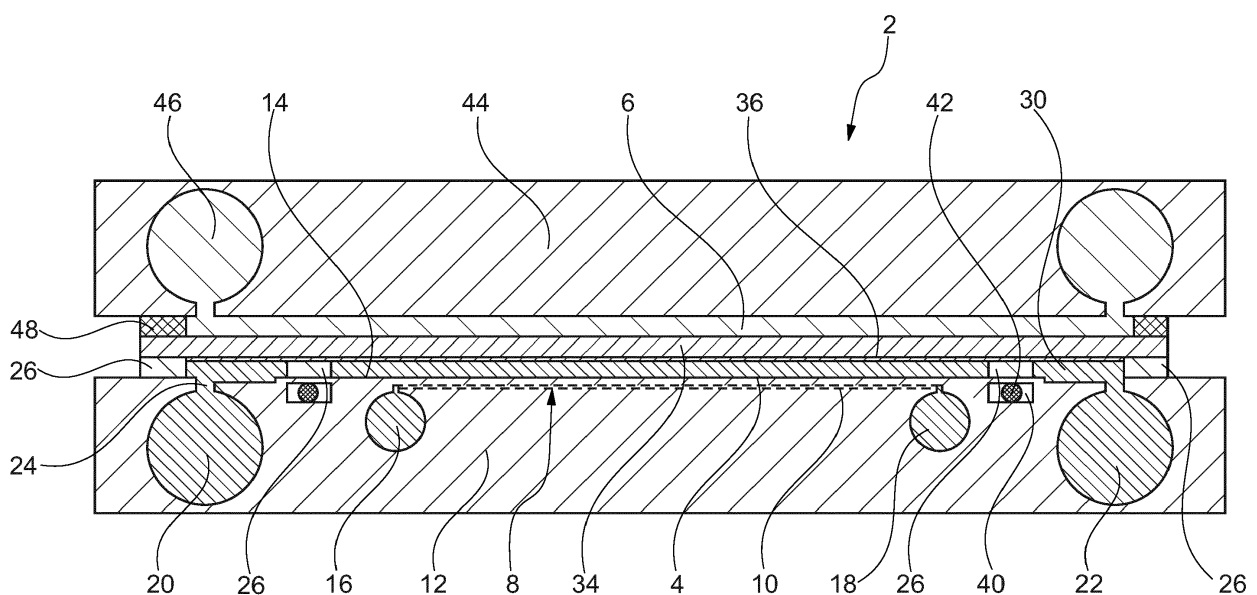


Fig. 1

EP 3 816 322 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektrochemische Zelle, die eine Anodenkammer mit einer Anode, eine Anolytzuleitung, durch die ein Anolyt in die Anodenkammer leitbar ist, eine Anolytableitung, durch die der Anolyt aus der Anodenkammer ableitbar ist, eine Kathodenkammer mit einer Kathode, die einen Kathodengrundkörper aufweist, und eine zwischen der Anodenkammer und der Kathodenkammer angeordnete Membran aufweist.

[0002] Derartige elektrochemische Zellen sind in verschiedenen Ausführungsformen seit langem aus dem Stand der Technik bekannt. Sie werden beispielsweise zur Herstellung von elektrolysiertem Wasser oder ozonisiertem Wasser verwendet. Solche Zellen sind beispielsweise aus der DE 10 2014 203 374 A1 oder der DE 10 2014 203 376 A1 beschrieben. Sie verwenden Diamantelektroden, die eine Vielzahl von Vertiefungen, Nuten oder Rillen aufweisen, und die direkt in Kontakt mit der Membran, die die Kathodenkammer von der Anodenkammer trennt, stehen. Die Membran ist ionendurchlässig ausgebildet. Durch die Struktur der Elektroden, die beispielsweise in der DE 10 2014 203 372 A1 beschrieben ist, wird in der im Wesentlichen durch die Vertiefungen der Elektrode gebildeten Elektrodenkammer eine gerichtete Strömung erzeugt, sodass an der Elektrode gebildete Ionen möglichst schnell und homogen in der strömenden Flüssigkeit verteilt werden können.

[0003] Elektrochemische Zellen weisen zumindest zwei Elektroden, Anode und Kathode auf. Sie können als geteilte Zellen ausgebildet sein, in denen die Anode in einer Anodenkammer und die Kathode in einer Kathodenkammer angeordnet ist. Die beiden Räume sind in diesem Fall über eine ionenleitfähige Membran, welche beispielsweise eine semipermeable Membran oder ein Diaphragma sein kann, voneinander getrennt.

[0004] Durch Anlegen eines elektrischen Stroms an die Elektroden kann ein im Anoden- und/oder Kathodenkammer befindliches Medium zersetzt und/oder umgewandelt werden, wie beispielsweise bei der Elektrolyse des Wassers. Es ist jedoch ebenfalls möglich, die elektrochemische Zelle im Rahmen der sog. Elektrosynthese bei der Herstellung bestimmter organischer oder anorganischer Verbindungen einzusetzen.

[0005] Als Elektrolyte werden Flüssigkeiten mit darin gelösten Substanzen eingesetzt. Bei diesen Substanzen handelt es sich beispielsweise um Edukte für die Elektrosynthese. Die Elektrolyte werden beispielsweise in den Anoden- und/oder Kathodenkammer eingebracht oder durchströmen diesen kontinuierlich. Ein in der Anodenkammer eingebrachter Elektrolyt wird auch als Anolyt, ein in der Kathodenkammer eingebrachter Elektrolyt auch als Katholyt bezeichnet.

[0006] Geteilte elektrochemische Zellen, bei denen sich zwischen der Anodenkammer und der Kathodenkammer eine ionendurchlässige Membran oder ein Dia-

phragma befindet, verfügen in der Regel über einen relativ großen Abstand zwischen der Anode und der Kathode, was zu einem relativ großen Ohm'schen Widerstand und damit zu einem erheblichen Energiebedarf führt. Dies wird bei den bereits genannten Zellen dadurch gelöst, dass die Anode und/oder die Kathode direkt mit der jeweiligen Membran in Kontakt kommen. Dadurch wird zwar der Abstand zwischen den beiden Elektroden minimiert, die Membran ist jedoch einer erheblichen mechanischen und elektrochemischen Belastung ausgesetzt. Zudem wird dadurch eine Struktur in der Elektrodenoberfläche nötig, um ein ausreichendes Kammervolumen der Anodenkammer und/oder der Kathodenkammer zu erreichen. Dies ist einerseits fertigungstechnisch aufwendig und sorgt andererseits dafür, dass insbesondere bei hohen Stromdichten eine oft unzureichende Standzeit der Membran vorliegt. Zudem verfügt dieser Zelltyp durch die strukturierte Oberfläche der Elektrode über stark unterschiedliche lokale Stromdichten.

[0007] Diamantelektroden, deren Elektrodenoberfläche entsprechende Strukturen aufweist sind zudem besonders anfällig gegen mechanische Belastungen, wie beispielsweise Stöße. Die Diamantbeschichtung, die in der Regel auf einem metallischen oder aus einem Halbleiter bestehenden Grundkörper oder Substrat aufgebracht ist, platzt bei derartigen Belastungen oft ab, was insbesondere bei langjährigem Betrieb auch bei hydrodynamisch induzierten Druckstößen geschehen kann. Diese Abplatzungen sind sehr nachteilig, da an diesen Stellen der darunterliegende Grundkörper freigelegt wird und insbesondere bei hohen Stromdichten als Folge der dabei auftretenden starken elektrischen Felder an den Kanten einem chemischen und elektrochemischen Angriff ausgesetzt sind. Da diese Grundkörper in der Regel weit weniger korrosionsbeständig sind als eine Diamantschicht, kommt es in diesem Fall oft zu einem schnellen Versagen der Elektrode.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine elektrochemische Zelle vorzuschlagen, mit der es möglich ist, insbesondere auch Perverbindungen unter hoher Effizienz zu synthetisieren.

[0009] Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe durch eine elektrochemische Zelle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, bei der die Anolytzuleitung und/oder die Anolytableitung im Kathodengrundkörper verläuft.

[0010] Dies hat mehrere Vorteile. Der Kathodengrundkörper erfüllt bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung nun weitere Funktionen, da er zumindest einen Teil der Anolytzuleitung und/oder der Anolytableitung beherbergt. Im Stand der Technik herrscht das Vorurteil, dass der Anolyt keinesfalls mit der Kathode oder einem Bauteil der Kathode in Kontakt kommen darf, um eine Reduktion der in der Anodenkammer erzeugten oxidativer Spezies zu vermeiden. Dies ist selbst verständlich insbesondere für die Anolytableitung bekannt. Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass der Kontakt nahezu vollständig oder gänzlich vermieden werden kann und der Restkontakt nahezu vollständig unschädlich ist. Die Redukti-

on ist minimal und wiegt die Vorteile nicht auf.

[0011] Durch die Positionierung der Anolytzuleitung und/oder der Anolytableitung, wobei bevorzugt selbstverständlich beide Leitungen in dem Kathodengrundkörper angeordnet sind, kann die Anodenkammer nahezu frei konstruiert werden und den Erfordernissen einer industriellen durchgeführten Erzeugung von Perverbindungen gerecht werden. Perverbindungen sind dabei insbesondere Peroxo-Verbindungen, anorganische Persäuren und ihre Salze sowie weitere Perverbindungen, die keinen Sauerstoff enthalten. Peroxo-Verbindungen zeichnen sich dadurch aus, dass sie in ihrer Molekülstruktur O-O Gruppen enthalten, die dadurch ein hohes Oxidationspotenzial aufweisen und für typische oxidativer Reaktionen eingesetzt werden können. Die erfindungsgemäße Zelle kann durch die Positionierung der Anolytzuleitung und/oder der Anolytableitung im Kathodengrundkörper an die optimalen Bedürfnisse bei der Herstellung insbesondere dieser Substanzen, besonders bevorzugt von Peroxomonosulfaten, Peroxodisulfaten, Disulfide, Perchloraten, Perbromaten, Permanganaten, Uranaten und Periodaten, angepasst werden.

[0012] In einer bevorzugten Ausgestaltung wird die Anodenkammer durch einen Kammerrahmen begrenzt, der mit der Anolytzuleitung und/oder der Anolytableitung fluidtechnisch in Verbindung steht und der bevorzugt aus einem Kunststoff, besonders bevorzugt aus einem Polymer, wie beispielsweise PTFE (Polytetrafluorethylen oder Polytetrafluorethen) oder PVDF (Polyvinylidenfluorid oder Polyvinylidendifluorid) hergestellt ist. Bevorzugt wird die Anodenkammer auf einer Seite durch die Anode und auf der gegenüberliegenden Seite durch die Membran begrenzt. Die Seitenflächen zwischen diesen beiden Seiten werden durch den Kammerrahmen gesetzt, sodass dieser die Anodenkammer in vier Richtungen beschränkt. Vorzugsweise ist der Kammerrahmen mit einer Ausnehmung ausgebildet, die die eigentliche Anodenkammer bildet. Der Kammerrahmen selbst steht mit der Anolytzuleitung und/oder der Anolytableitung, die sich im Kathodengrundkörper befinden, fluidtechnisch in Verbindung, sodass ein Anolyt, der durch die Anolytzuleitung aus dem Kathodengrundkörper zugeführt wird, in den Kammerrahmen eintritt und von dort in die Anodenkammer geführt wird. Der Anolyt, der aus der Anodenkammer austritt, verlässt die Anodenkammer in den Kammerrahmen und wird von dort über die fluidtechnische Verbindung in die Anolytableitung geleitet. Dies hat zur Folge, dass einerseits die Anode selbst keine dieser Funktionen übernehmen muss und deswegen für die Erzeugung der jeweiligen Substanz optimal ausgewählt werden kann. Andererseits wird das Volumen und insbesondere die Dicke der Anodenkammer, also der Abstand zwischen Elektrode und Membran, durch die Dicke des Kammerrahmens bestimmt, und ist somit frei einstellbar. Wird der Kammerrahmen aus dem genannten Kunststoffen hergestellt, ist sichergestellt, dass die hergestellten Substanzen nicht verändert werden oder reagieren.

[0013] Vorzugsweise verfügt der Kammerrahmen

über wenigstens einen Verteilerraum, der mit der Anolytzuleitung und/oder der Anolytableitung in fluidtechnischer Verbindung steht. Vorzugsweise verfügt der Kammerrahmen über zwei Verteilerräume, von denen einer mit der Anolytzuleitung und einer mit der Anolytableitung in fluidtechnischer Verbindung steht. Die Verteilerräume erstrecken sich vorzugsweise über die gesamte Ausdehnung der Anodenkammer in einer Raumrichtung. Auf diese Weise wird eine homogene und möglichst laminare Strömung des Anolyten in die Anodenkammer und aus der Anodenkammer gewährleistet.

[0014] Bevorzugt weist der Kammerrahmen Strömungsleitelemente auf, die eingerichtet sind, eine Strömung eines aus dem Verteilerraum in die Anodenkammer strömenden Anolyten und/oder eines aus der Anodenkammer in den Verteilerraum strömenden Anolyten zu richten. Besonders bevorzugt strömt der Anolyt folglich aus der Anolytzuleitung im Kathodengrundkörper in den ersten Verteilerraum des Kammerrahmens und wird dort auf einen großen Teil, besonders bevorzugt die gesamte Ausdehnung der Anodenkammer in einer Raumrichtung verteilt. Zwischen der eigentlichen Anodenkammer und dem jeweiligen Verteilerraum befinden sich vorzugsweise die Strömungsleitelemente, die die Strömung homogenisieren und beruhigen. Möglichst an der gegenüberliegenden Seite des Kammerrahmens befinden sich weitere Strömungsleitelemente, die die Verbindung zwischen der eigentlichen Anodenkammer und dem zweiten Verteilerraum herstellen. Dieser zweite Verteilerraum steht bevorzugt mit der Anolytableitung in fluidtechnischer Kontakt.

[0015] In einer bevorzugten Ausgestaltung handelt es sich bei der Anode um eine Diamantelektrode, die vorzugsweise eine strukturlose Oberfläche, bevorzugt eine strukturlose ebene Oberfläche aufweist. Dadurch wird erreicht, dass die Diamantelektrode keine Bohrungen, Kanten, Vertiefungen oder Hinterschnidungen aufweist, die empfindlich gegen mechanische Belastungen sind und an denen die Diamantschicht vom Substrat abplatzen könnte. Dadurch wird die Haltbarkeit und Standzeit der Elektrode deutlich erhöht. Zudem wird eine homogene Stromdichte und damit auch ein homogenes elektrisches Feld erzeugt. Dadurch kann möglichst die gesamte Anodenfläche, die mit dem Anolyten in Kontakt kommt, zur Erzeugung der gewünschten Substanz verwendet werden, wodurch die Effizienz und Ausbeute erhöht wird. Die Verwendung einer derartigen Diamantelektrode stellt eine eigene Erfindung dar. Diese Elektrode ist vorzugsweise auch in einer elektrochemischen Zelle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 angeordnet.

[0016] Bevorzugt liegt der Kammerrahmen direkt an der Diamantelektrode an. Die elektrochemische Zelle wird zum Betrieb einer mechanischen Spannung ausgesetzt, die den Kammerrahmen an die Diamantelektrode drückt. Durch geschickte Materialwahl, insbesondere bei der Verwendung der genannten Kunststoffe für den Kammerrahmen ist eine weitere Dichtung oder ein weiteres Dichtelement nicht notwendig. Dadurch wird die

elektrochemische Zelle konstruktiv einfacher und kostengünstiger in der Herstellung.

[0017] Vorzugsweise weist die Kathode eine an dem Kathodengrundkörper angeordnete Kathodenfläche auf, die bevorzugt aus einem Metall, beispielsweise Stahl, besteht. Die Kathodenfläche bildet die eigentliche Kathode, die mit elektrischen Strom beaufschlagt wird. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Kathodenfläche einstückig mit dem Kathodengrundkörper auszubilden. Der Vorteil einer separaten Kathodenfläche besteht darin, dass der Kathodengrundkörper aus einem anderen Material, vorzugsweise einem Polymer, besonders bevorzugt aus PTFE oder PVDF, hergestellt ist. Dies gilt insbesondere für den Bereich, in dem sich die Anolytzuleitung und/oder die Anolytableitung befinden. In diesem Fall ist sichergestellt, dass die hergestellten Substanzen nicht mit einem Metall, beispielsweise Stahl, in Kontakt kommen, wenn sie aus der Anodenkammer abgeleitet werden.

[0018] In einer bevorzugten Ausgestaltung befinden sich zwischen der Membran und der Anode und/oder zwischen der Membran und der Kathode wenigstens ein Abstandselement. Durch dieses Abstandselement wird verhindert, dass die Membran mit der Anode oder der Kathode mechanische in Kontakt kommen kann, wodurch sie Schaden erleiden könnte. Das Abstandselement, das insbesondere als Abstandsgitter ausgebildet sein kann, ist vorzugsweise aus einem Polymer, insbesondere aus PTFE oder PVDF hergestellt. Die Struktur des Abstandsgitters oder des Abstandselementes sollte dabei so ausgebildet sein, dass es in der Anodenkammer die homogene Strömung möglichst nicht stört und in der Kathodenkammer derart, dass ein möglichst geringer Strömungswiderstand einem Katholyten, entgegengesetzt werden kann.

[0019] Vorzugsweise verfügt die Zelle über eine Katholytzuleitung, durch die ein Katholyt in die Kathodenkammer leitbar ist, und über eine Katholytableitung, durch die der Katholyt aus der Kathodenkammer ableitbar ist. Vorzugsweise befinden sich die Katholytzuleitung und die Katholytableitung in dem Kathodengrundkörper.

[0020] Die Membran wird vorzugsweise zwischen dem Kathodengrundkörper und dem Kammerrahmen angeordnet, wobei sie besonders bevorzugt zwischen beiden Bauteilen eingeklemmt wird. Um eine Beschädigung der Membran zu vermeiden und gleichzeitig eine ausreichende Dichtigkeit der Kathodenkammer zu erreichen, ist es von Vorteil, ein separates Dichtelement, beispielsweise einen Dichtring, zu verwenden. Dieser wird beispielsweise in eine dafür vorgesehene Nut im Kathodengrundkörper eingelegt und dichtet die Kathodenkammer nach außen ab. Die Membran ist dann zwischen dem Kammerrahmen und dem Dichtelement eingeklemmt. Bei beiden Elementen handelt es sich um elastische, zumindest jedoch flexible Elemente, sodass eine ausreichende Dichtigkeit erreicht wird.

[0021] Vorzugsweise beträgt der Abstand zwischen der Anode und der Kathode weniger als 5 mm, bevorzugt

weniger als 3 mm, besonders bevorzugt weniger als 2 mm. Der Abstand kann über die Wahl der Dicke des Kammerrahmens gewählt und eingestellt werden.

[0022] Eine besonders bevorzugten Ausgestaltung einer elektrochemischen Zell-Anordnung werden zwei der hier beschriebenen elektrochemischen Zellen spiegelsymmetrisch aneinander angeordnet. Zentral befindet sich dabei das Substrat mit den beiden auf zwei gegenüberliegenden Seiten des Substrates aufgebrachtten Diamantschichten, die die beiden Diamantelektroden bilden. Sie können durch eine einzige elektrische Kontaktierung mit elektrischen Strom beaufschlagt werden und bilden bevorzugt beide die Anode. Geht man von diesem innersten Bereich gedanklich nach außen, so folgt an die Anode die Anodenkammer, die durch jeweils einen Kammerrahmen gebildet wird. Die Kammerrahmen sind vorzugsweise identisch ausgebildet und liegen direkt an den beiden Diamantelektroden an. Sie werden von jeweils einer Membran abgedeckt, die die beiden Anodenkammer nach außen hin begrenzen. Es schließen sich zwei Kathodengrundkörper an, die die hier beschriebenen Eigenschaften aufweisen und insbesondere die beiden Anolytzuleitungen und/oder Anolytableitungen aufweisen.

[0023] Alternativ zu dieser symmetrischen Ausgestaltung kann auf der einer Diamantelektrode abgewandten Seite des entsprechenden Substrates auch eine Temperatureinrichtung angeordnet sein. Durch diese Temperatureinrichtung ist es möglich, die Anode zu kühlen oder zu heizen. Die Hauptanwendung dürfte jedoch im Kühlen der Anode liegen, da insbesondere bei hohen Stromdichten der Anode viel Energie zugeführt wird und diese dadurch aufheizt. Zusätzlich oder alternativ zum Kühlen der Anode kann auch der Anolyt gekühlt werden, sodass ein möglichst kalter Zustand der Anode zugeführt wird. Bei der Temperatureinrichtung handelt es sich folglich vorzugsweise um eine Kühleinrichtung, beispielsweise einen metallischen Kühlkörper, indem Kanäle vorhanden sind, durch die ein Kühlmittel geleitet wird.

[0024] Bevorzugt ist dem Kathodengrundkörper eine Ultraschall-Sonotrode zugeordnet oder zuordenbar. Hierzu weist der Kathodengrundkörper vorzugsweise zumindest eine Sonotrodenaufnahme auf. Durch eines Sonotrode können etwaige Abscheidungen an der Kathode mittels Ultraschall gelöst werden.

[0025] Anhand der beigefügten Figuren werden nachfolgend einige Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 - eine schematische Schnittdarstellung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,
- Figur 2 - eine Explosionsdarstellung einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,
- Figur 3 - eine perspektivische Darstellung einer Aus-

führungsform des Kathodengrundkörpers,

Figur 4 - eine Frontaldarstellung einer weiteren Ausführungsform des Kathodengrundkörpers, und

Figur 5 - eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform eines Dichtungsrahmens.

[0026] In Figur 1 ist ein Schnitt durch eine elektrochemische Zelle 2 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dargestellt. Diese weist einen Anodenkammer 4 mit einer Anode 6 und einen Kathodenkammer 8 mit einer Kathodenfläche 10 auf.

[0027] Die Kathodenfläche 10 ist in einer Vertiefung eines Kathodengrundkörpers 12 ausgebildet und bildet mit diesem die Kathode. Der Kathodenkammer 8 wird einerseits durch den Kathodengrundkörper 12 und die Kathodenfläche 10 und andererseits durch eine ionenleitfähige Membran 14 begrenzt.

[0028] Der Kathodengrundkörper 12 weist eine Katholytzuleitung 16 und eine Katholytableitung 18 auf, die jeweils strömungstechnisch mit der Kathodenkammer 8 verbunden sind. Daneben weist der Kathodengrundkörper 12 eine Anolytzuleitung 20 und eine Anolytableitung 22 auf, die jeweils strömungstechnisch mit der Anodenkammer verbunden sind. Dabei mündet die Anolytzuleitung 20 in einen ersten Verteilerraum 24 eines Kammerrahmens 26. Der Kammerrahmen 26 weist eine Mehrzahl an in Figur 1 nicht dargestellten Strömungselementen 28 auf, die eine strömungstechnische Verbindung zwischen der Anodenkammer 4 und dem ersten Verteilerraum 24 bilden.

[0029] Auf der dem ersten Verteilerraum 24 gegenüberliegenden Seite weist der Kammerrahmen 26 einen zweiten Verteilerraum 30 auf, welche über eine Mehrzahl an in Figur 1 nicht dargestellten Strömungselementen 32 strömungstechnisch mit dem Anodenkammer 4 in Verbindung steht. Gleichzeitig steht der zweite Verteilerraum 30 in strömungstechnischer Verbindung mit der Anolytableitung 22.

[0030] Der Anolyt strömt folglich über die Anolytzuleitung 20 in der erste Verteilerraum 24 des Kammerrahmens 26 und von dort über die Strömungselemente 28 in den Anodenkammer 4. Aus der Anodenkammer 4 strömt der Anolyt über die Strömungselemente 28 in den zweiten Verteilerraum 30 und von dieser über die Anolytableitung 22 aus dem Kathodengrundkörper 12 heraus.

[0031] Der Anodenkammer 4 wird dabei durch die Anode 6, welche einen Anodengrundkörper 34, beispielsweise aus Graphit, Silizium oder einem Metall aufweist, der mit einer, insbesondere Bor-dotierten, Diamantschicht 36 beschichtet ist, sowie dem Kammerrahmen 26 und die ionenleitfähige Membran 14 gebildet. Hierzu weist der Kammerrahmen 26 eine in Figur 1 nicht eingezeichnete Anodenkammerausnehmung 38 auf, deren Seitenflächen den Anodenkammer 4 seitlich begrenzen.

Der Kammerrahmen 26 liegt dabei derart an der Anode 6 und der ionenleitfähigen Membran 14 an, dass der Anodenkammer 4 flüssigkeitsdicht ist.

[0032] In der vorliegenden Ausführungsform weist der Kathodengrundkörper 12 eine um die Kathodenfläche 10 umlaufende Dichtelementvertiefung 40 auf, in der ein Dichtelement 42 in Form eines O-Rings gelagert ist. Dies stellt insbesondere eine Sicherheitsmaßnahme dar, um die Flüssigkeitsdichtigkeit der Kathodenkammer 8, also zwischen der ionenleitfähigen Membran 14 einerseits und dem Kathodengrundkörper 12 andererseits, sicherzustellen. In einer weiteren, nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung sind keine Dichtelementvertiefung 40 und Dichtelement 42 vorhanden. Dann erfolgt die Abdichtung der Kathodenkammer 8 ausschließlich über den Kathodengrundkörper 12 und die ionenleitfähige Membran 14.

[0033] Auf der von der Anodenkammer 4 abgewandten Seite der Anode 6 weist die elektrochemische Zelle 2 einen Kühlkörper 44, der bevorzugt aus Stahl, insbesondere aus Edelstahl hergestellt ist, mit einer Kühlleitung 46 auf, mittels der ein Kühlmittel an der Anode 6 entlang geleitet werden kann, um diese zu kühlen oder zu temperieren. Hierzu ist zwischen dem Kühlkörper 44 und der Anode 6 eine Kühlmitteldichtung 48 angeordnet.

[0034] In Figur 2 ist eine weitere Ausführungsform einer elektrochemischen Zelle 2 dargestellt. Diese weist eine zentrale Anode 6 auf, an welche sich in Figur 2 nach hinten und nach vorne jeweils ein Kammerrahmen 26 anschließt. Im zusammengesetzten Zustand weist die elektrochemische Zelle 2 folglich zwei Anodenräume 4 bei nur einer Anode 6 auf, die jedoch auf beiden Seiten jeweils eine Anodenfläche, insbesondere eine Diamantbeschichtung, aufweist. Auf den Kammerrahmen 26 folgt, nach vorne und nach hinten, jeweils eine ionenleitfähige Membran 14. Daran schließt sich jeweils ein Dichtelement 42, in Form einer Gummidichtung an, welches im zusammengesetzten Zustand in einer Dichtelementvertiefung 40 des jeweiligen, sich anschließenden Kathodengrundkörpers 12 angeordnet ist. Die Dichtelementvertiefung 40 verläuft dabei um die jeweilige Kathodenfläche 10 herum.

[0035] Beiderseits der Anode 6 weist die elektrochemische Zelle 2 folglich jeweils einen Anodenkammer 4 und einen Kathodenkammer 8 auf, wobei diese jeweils über eine ionenleitfähige Membran 14 voneinander getrennt sind. Die zueinander korrespondierenden Anodenräume 4 und Kathodenräume 8 bilden dabei jeweils eine Zelle, sodass die in Figur 2 dargestellte elektrochemische Zell-Anordnung zwei elektrochemische Zellen 2 aufweist.

[0036] Die Kathodengrundkörper 12 weisen jeweils eine Katholytzuleitung 16 und eine Katholytableitung 18 sowie eine Anolytzuleitung 20 und eine Anolytableitung 22 auf. In dem hinteren der beiden Kathodengrundkörper 12 sind jeweils parallele Reihen mit Öffnungen angedeutet, welche als Auslässe für die genannten Leitungen dienen. Die untersten Auslässe sind dabei diejenigen der

Anolytzuleitung 20. Diese stehen, im zusammengesetzten Zustand mit dem ersten Verteilerraum 24 des zugehörigen Kammerrahmens 26 in strömungstechnischer Verbindung, sodass der Anolyt über die Strömungselemente 28 in den Anodenkammer 4 strömen kann. Die jeweilige Anodenkammer 4 ist dabei durch die Seitenflächen der Anodenkammerausnehmung 38 des Kammerrahmens 26 seitlich begrenzt.

[0037] Die darüber liegende Reihe an Auslässen gehört zu der Katholytzuleitung 16 und die darüber liegende Reihe zu der Katholytableitung 18. Die oberste Reihe gehört zu der Anolytableitung 22, welche, im zusammengesetzten Zustand, mit dem zweiten Verteilerraum 30 in strömungstechnischer Verbindung steht. Der zweite Verteilerraum 30 wiederum steht über die Strömungselemente 32 in strömungstechnischer Verbindung mit der Anodenkammer 4.

[0038] Daneben ist eine Vielzahl von Befestigungsmitteln 50 dargestellt, über die die Bauteile zueinander festgelegt werden können. Hierzu weisen die Kathodengrundkörper 12 eine korrespondierende Anzahl von Befestigungsausnehmungen 52 auf. Bevorzugt werden die ionenleitfähigen Membranen 14, die Kammerrahmen 26 sowie die Anode 6 relativ zueinander durch eine Klemmkraft zwischen den beiden Kathodengrundkörpern 12 festgelegt. Diese Klemmkraft wird insbesondere durch die Befestigungsmittel 50 erzeugt. Die gesamte elektrochemische Zelle 2 ist zudem auf einer Basisplatte 54 angeordnet.

[0039] Zudem sind Elektrolytanschlusselemente 66 mit den Anolytzuleitungen 20 und den Anolytableitungen 22, sowie mit den Katholytzuleitungen 16 und den Katholytableitungen 18 der Kathodengrundkörper 12 verbunden. Über diese sind sie vorzugsweise jeweils mit, in Figur 2 nicht dargestellten, externen Zu- und Ableitungen für Anolyt und Katholyt strömungstechnisch verbunden.

[0040] Figur 3 zeigt eine Ausführungsform eines Kathodengrundkörpers 12 für eine elektrochemische Zelle 2 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Dieser weist eine Kathodenfläche 10 auf, die einstückig mit dem Kathodengrundkörper 12, vorliegend aus Stahl, ausgebildet ist. Die Kathodenfläche 10 weist ein sogenanntes Flow Field 56 aus einer Mehrzahl von Kanälen auf, die entlang eines gedachten Gitters verlaufen. Durch diese Kanäle strömt der Katholyt im Betrieb einer elektrochemischen Zelle 2 mit dem Kathodengrundkörper 12.

[0041] Um die Kathodenfläche 10 herum verläuft eine Dichtelementvertiefung 40, in der im zusammengesetzten Zustand der elektrochemischen Zelle 2 ein Dichtelement 42 angeordnet ist. Der Kathodengrundkörper 12 weist jeweils eine Katholytzuleitung 16, eine Katholytableitung 18, eine Anolytzuleitung 20 und eine Anolytableitung 22 auf. Die Anolytzuleitung 20 ist mit einer Reihe Anolytzuführöffnungen 58 in dem Kathodengrundkörper 12 strömungstechnisch verbunden, über die ein Anolyt einem nicht dargestellten Anodenkammer 4 zugeführt werden kann.

[0042] Daneben sind in dem Kathodengrundkörper 12 Katholytzuführöffnungen 60 ausgebildet, die strömungstechnisch mit der Katholytzuleitung 16 verbunden sind. Sie sind in den unteren Enden der Kanäle des Flow Fields 56 angeordnet und dienen der Zufuhr eines Katholyten in der nicht dargestellten Kathodenkammer 8.

[0043] Weiterhin weist der Kathodengrundkörper 12 eine Reihe Katholytabführöffnungen 62, die in den oberen Enden der Kanäle des Flow Fields 56 angeordnet sind und strömungstechnisch mit der Katholytableitung 18 verbunden sind. Sie dienen der Abführung eines Katholyten aus der Kathodenkammer 8. Der Kathodengrundkörper 12 weist zudem eine Reihe von Anolytabführöffnungen 64 auf, über die ein Anolyt aus der Anodenkammer 4 abgeführt werden kann. Sie sind strömungstechnisch mit der Anolytableitung 22 verbunden. Der Kathodengrundkörper 12 weist zudem eine Vielzahl von Befestigungsausnehmungen 52 für nicht dargestellte Befestigungsmittel 50 auf.

[0044] Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Kathodengrundkörpers 12. Auf diesen ist ein Kammerrahmen 26 aufgelegt. Durch die Anodenkammerausnehmung 38 des Kammerrahmens 26 ist die Kathodenfläche 10 mit einem Flow Field 56 aus gitterartig zueinander angeordneten Kanälen zu sehen. Im Betriebszustand ist zwischen dem Kammerrahmen 26 und dem Kathodengrundkörper 12 eine ionenleitende Membran 14 angeordnet, sodass die Kathodenfläche 10 und das Flow Field 56 nicht sichtbar wären. Diese ionenleitende Membran 14 ist der Anschaulichkeit halber in Figur 4 nicht eingezeichnet.

[0045] Die Kathodenfläche 10 ist vorliegend als separates Bauteil, insbesondere als Stahl- oder Edelstahlplatte, zu dem Kathodengrundkörper 12 ausgebildet. Der Kathodengrundkörper 12 besteht vorliegend vorzugsweise aus einem Kunststoff, insbesondere PEEK. Die Kathodenfläche 10 weist jeweils eine Katholytzuführöffnung 60 und eine Katholytabführöffnung 62 auf, durch die ein Katholyt in den nicht dargestellten Kathodenkammer 8 ein- und ausströmen kann. Die Katholytzuführöffnung 60 steht in strömungstechnischer Verbindung mit einer nicht dargestellten Katholytzuleitung 16 und die Katholytabführöffnung 62 steht in strömungstechnischer Verbindung mit einer nicht dargestellten Katholytableitung 18.

[0046] Der Kathodengrundkörper 12 weist zudem eine längliche Anolytzuführöffnung 58 auf, welche einerseits mit einer nicht dargestellten Anolytzuleitung 20 und andererseits mit einem Verteilerraum 24 des Kammerrahmens 26 strömungstechnisch in Verbindung steht.

[0047] Daneben weist der Kathodengrundkörper 12 eine längliche Anolytabführöffnung 64 auf, welche einerseits mit einer nicht dargestellten Anolytableitung 22 und andererseits mit dem Verteilerraum 30 des Kammerrahmens 26 strömungstechnisch in Verbindung steht. Der Kammerrahmen 26 weist wiederum eine Mehrzahl von Strömungselementen 28 sowie Strömungselementen 32 auf, welche jeweils mit den Verteilerräumen 24, 30 des Kammerrahmens 26 sowie der Anodenkam-

merausnehmung 38 in strömungstechnischer Verbindung stehen. Der Kathodengrundkörper 12 weist sechs Befestigungsausnehmungen 52 für nicht dargestellte Befestigungsmittel 50 auf.

[0048] Figur 5 zeigt die perspektivische Darstellung einer Ausführungsform eines Kammerrahmens 26 für eine elektrochemische Zelle 2. Der Kammerrahmen 26 besteht vorzugsweise aus einem Kunststoff, insbesondere PTFE oder PVDF, und weist drei Ausnehmungen auf. Einen Verteilerraum 24, einen Verteilerraum 30 sowie eine Anodenkammerausnehmung 38.

[0049] Der Verteilerraum 24 steht über Strömungsleitelemente 28 in strömungstechnischer Verbindung mit der Anodenkammerausnehmung 38. Der Verteilerraum 30 steht über Strömungsleitelemente 32 in strömungstechnischer Verbindung mit der Anodenkammerausnehmung 38.

Bezugszeichenliste

[0050]

2	Elektrochemische Zelle
4	Anodenkammer
6	Anode
8	Kathodenkammer
10	Kathodenfläche
12	Kathodengrundkörper
14	Ionenleitfähige Membran
16	Katholytzuleitung
18	Katholytableitung
20	Anolytzuleitung
22	Anolytableitung
24	Verteilerraum
26	Kammerrahmen
28	Strömungsleitelemente
30	Verteilerraum
32	Strömungsleitelemente
34	Anodengrundkörper
36	Diamantbeschichtung
38	Anodenkammerausnehmung
40	Dichtelementvertiefung
42	Dichtelement
44	Kühlkörper
46	Kühlleitung
48	Kühlmitteldichtung
50	Befestigungsmittel
52	Befestigungsausnehmungen
54	Basisplatte
56	Flow Field
58	Anolytzuführöffnung
60	Katholytzuführöffnung
62	Katholytabführöffnung
64	Anolytabführöffnung
66	Elektrolytanschlusselement

Patentansprüche

1. Elektrochemische Zelle (2), die

- a. eine Anodenkammer (4) mit einer Anode(6),
- b. eine Anolytzuleitung (20), durch die ein Anolyt in die Anodenkammer (4) leitbar ist,
- c. eine Anolytableitung (22), durch die der Anolyt aus der Anodenkammer (4) ableitbar ist,
- d. eine Kathodenkammer (8) mit einer Kathode, die einen Kathodengrundkörper (12) aufweist, und
- e. eine zwischen der Anodenkammer (4) und der Kathodenkammer (8) angeordnete Membran (14) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Anolytzuleitung (20) und/oder die Anolytableitung (22) im Kathodengrundkörper (8) verläuft.

2. Elektrochemische Zelle (2) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anodenkammer (4) durch einen Kammerrahmen (26) begrenzt wird, der mit der Anolytzuleitung (20) und/oder der Anolytableitung (22) fluidtechnisch in Verbindung steht und der bevorzugt aus einem Kunststoff, besonders bevorzugt aus einem Polymer, wie beispielsweise PTFE oder PVDF hergestellt ist.

3. Elektrochemische Zelle (2) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kammerrahmen (26) wenigstens einen Verteilerraum (24) aufweist, der mit der Anolytzuleitung (20) und/oder der Anolytableitung (22) in fluidtechnischer Verbindung steht.

4. Elektrochemische Zelle (2) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kammerrahmen (26) Strömungsleitelemente (28) aufweist, die eingerichtet sind, eine Strömung eines aus dem Verteilerraum (24) in die Anodenkammer (4) strömenden Anolyten und/oder eines aus der Anodenkammer(4) in den Verteilerraum (30) strömenden Anolyten zu richten.

5. Elektrochemische Zelle (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anode (6) eine Diamantelektrode ist, die vorzugsweise eine strukturlose Oberfläche, bevorzugt eine strukturlose ebene Oberfläche aufweist.

6. Elektrochemische Zelle (2) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kammerrahmen (26) direkt an der Diamantelektrode anliegt.

7. Elektrochemische Zelle (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kathode eine an dem Kathodengrundkörper

per (12) angeordnete Kathodenfläche (10) aufweist, die bevorzugt aus einem Metall, insbesondere Stahl besteht.

8. Elektrochemische Zelle (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Membran und der Anode (6) und/oder zwischen der Membran und der Kathode ein Abstandselement, insbesondere ein Abstandsgitter, angeordnet ist, das bevorzugt aus einem Polymer, insbesondere PTFE oder PVDF, hergestellt ist. 5 10
9. Elektrochemische Zelle (2) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zelle (2) eine Katholytzuleitung (16), durch die ein Katholyt in die Kathodenkammer (8) leitbar ist, und eine Katholytableitung (18) aufweist, durch die der Katholyt aus der Kathodenkammer (8) ableitbar ist, wobei die Katholytzuleitung (16) und die Katholytableitung (18) in dem Kathodengrundkörper (12) verlaufen. 15 20

25

30

35

40

45

50

55

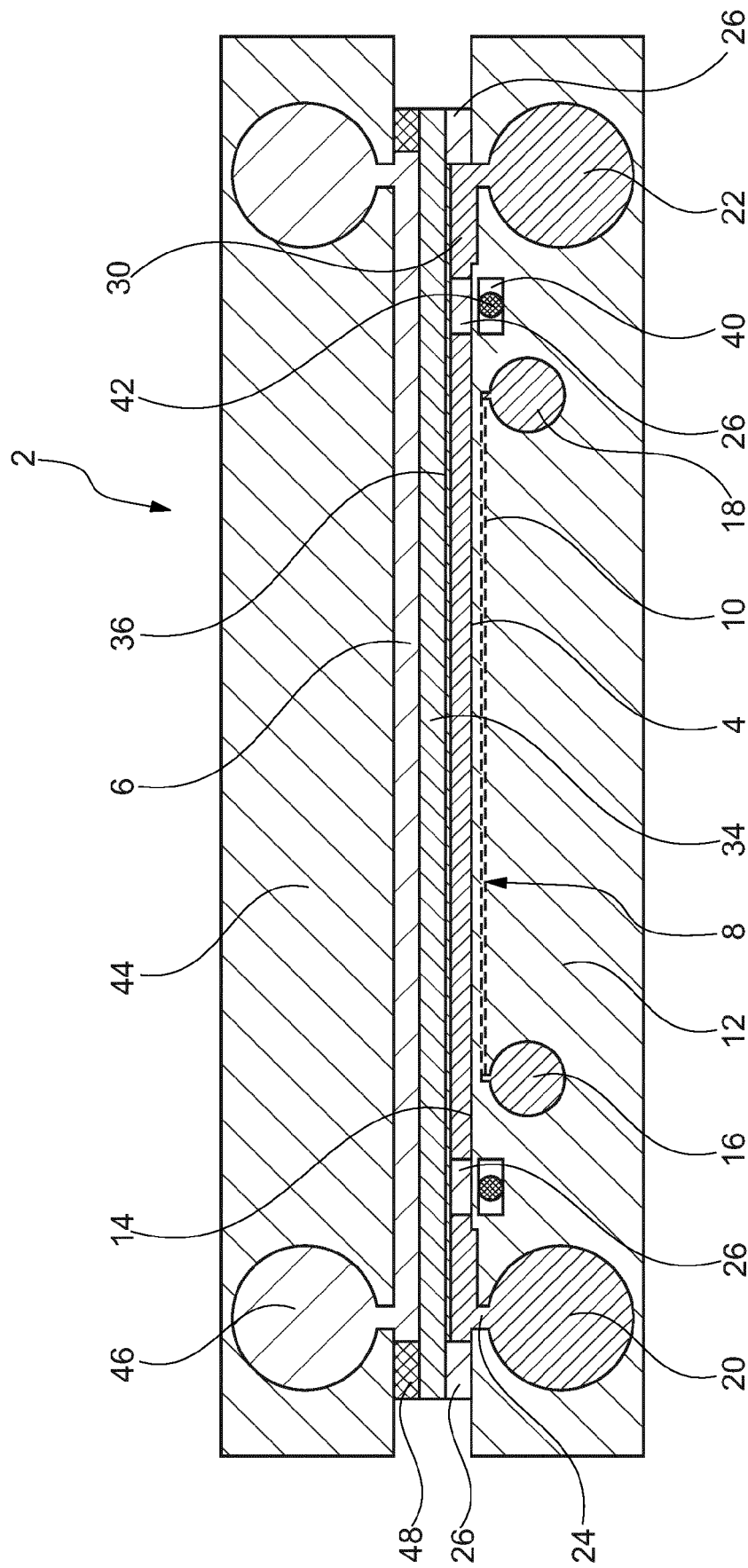


Fig. 1

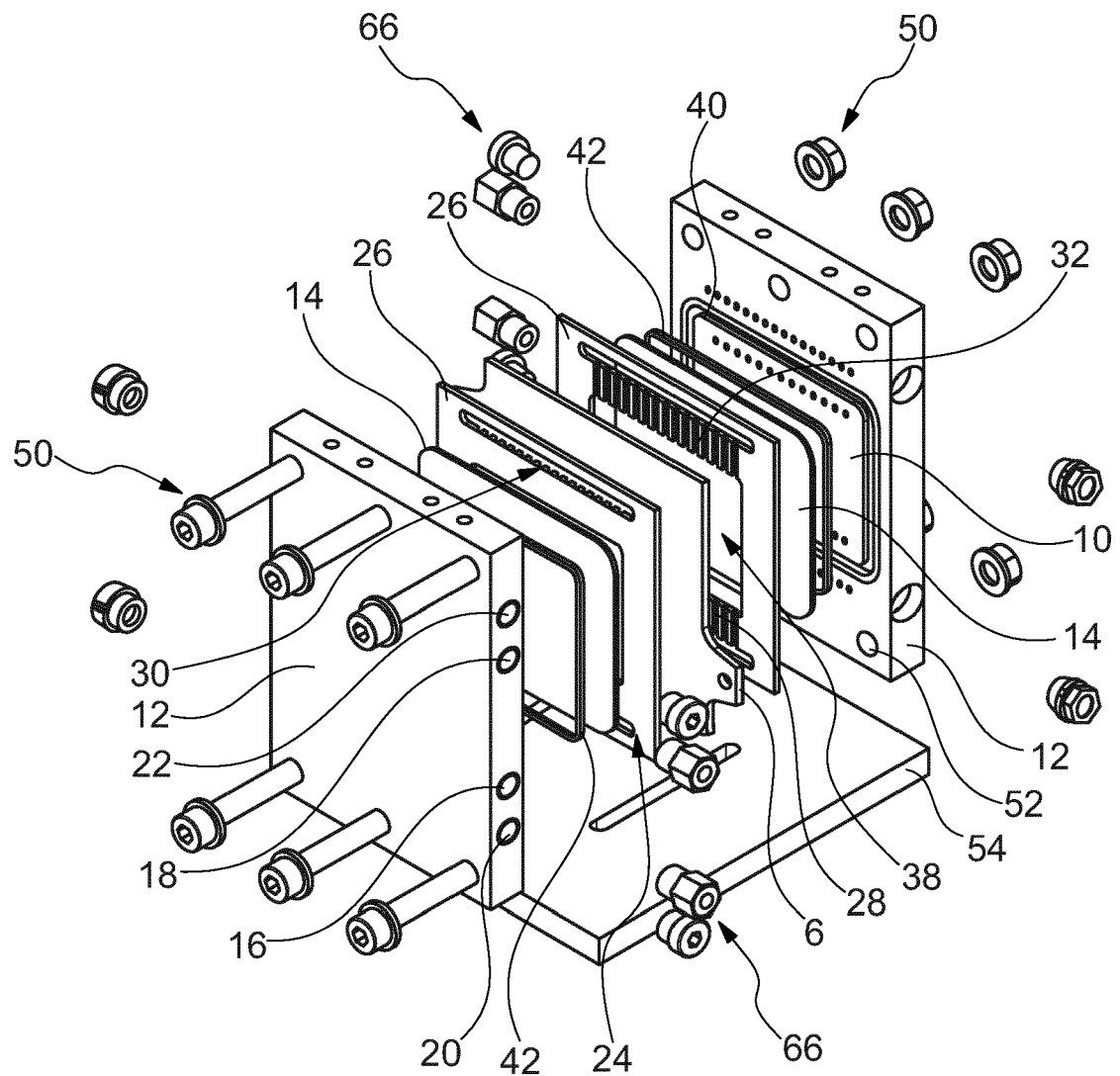


Fig. 2

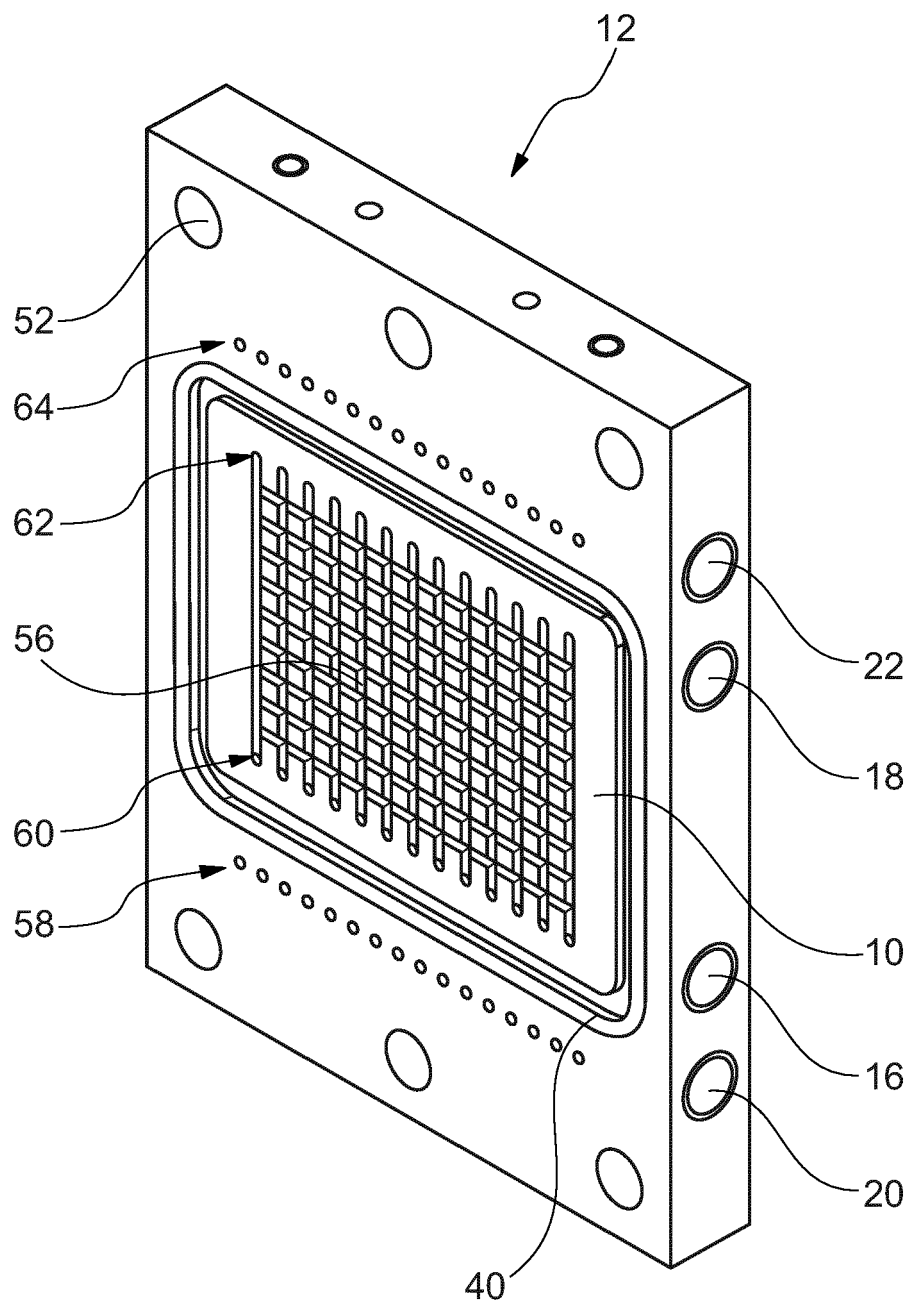


Fig. 3

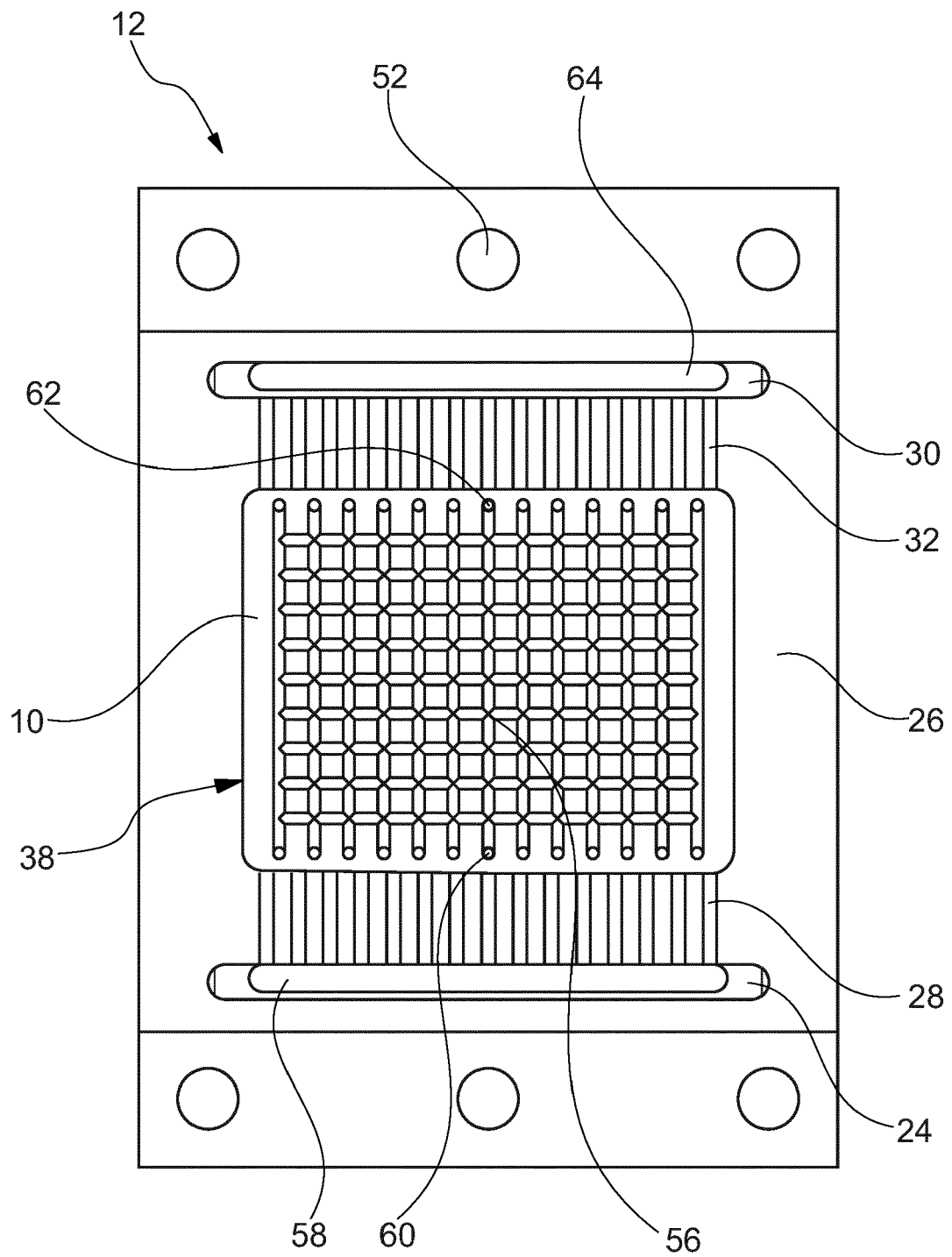


Fig. 4

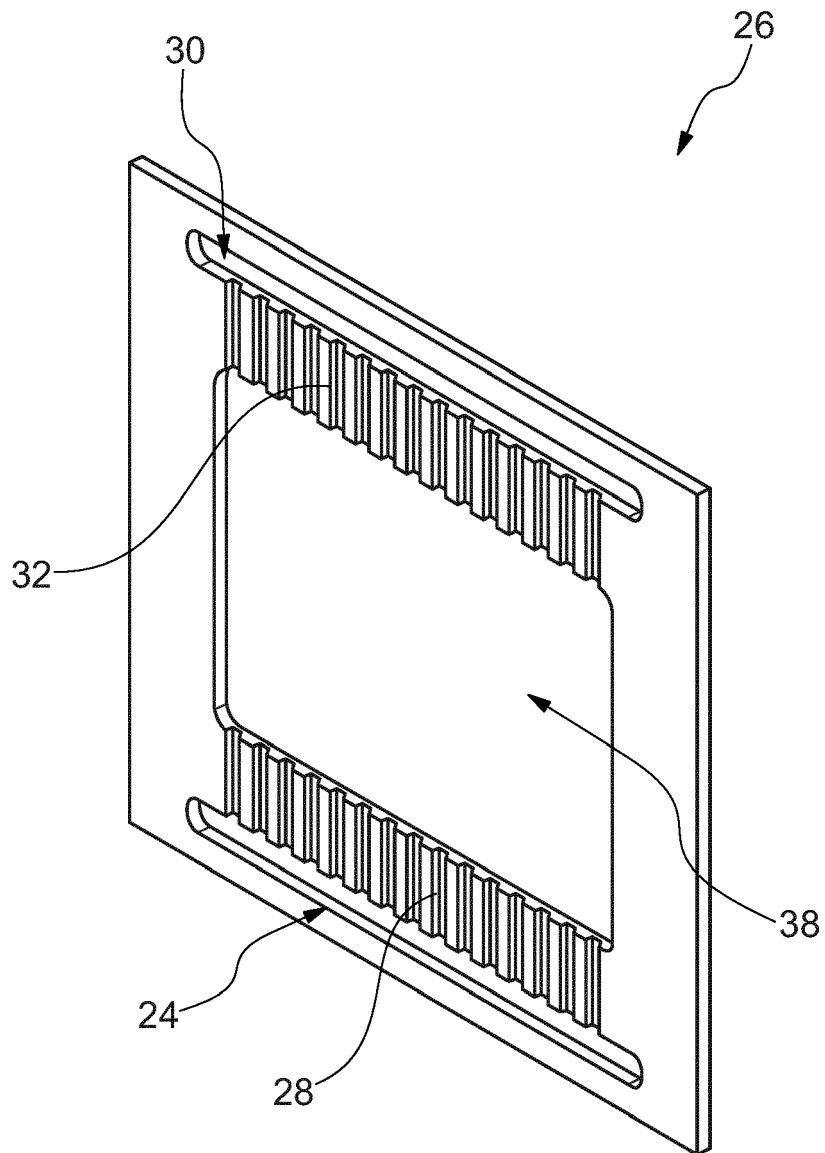


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 20 20 4627

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)
X	DE 10 2007 042171 A1 (EILENBURGER ELEKTROLYSE & UMWELTECHNIK GMBH [DE] ET AL.) 12. März 2009 (2009-03-12) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Absatz [0011] - Absatz [0012] *	1-9	INV. C25B1/28 C25B9/19 C25B9/77 C25B15/021 C25B15/08
A	DE 10 2016 113727 A1 (CONDIAS GMBH [DE]) 1. Februar 2018 (2018-02-01) * das ganze Dokument *	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C25B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. März 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 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 20 4627

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.

17-03-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102007042171 A1	12-03-2009	DE 102007042171 A1	12-03-2009
			WO 2009030203 A2	12-03-2009
15	DE 102016113727 A1	01-02-2018	KEINE	
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

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 102014203374 A1 [0002]
- DE 102014203376 A1 [0002]
- DE 102014203372 A1 [0002]