

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Dezember 2024 (19.12.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/256514 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 8/0258 (2016.01) H01M 8/0267 (2016.01)
H01M 8/026 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/066313

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Juni 2024 (13.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2023 103 258.3
13. Juni 2023 (13.06.2023) DE

(71) Anmelder: **REINZ-DICHTUNGS-GMBH** [DE/DE];
Reinzstr. 3-7, 89233 Neu-Ulm (DE). **ROBERT BOSCH
GMBH** [DE/DE]; Wernerstraße 51, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **GRÜNWALD, Bernadette**; Kelternweg 13,
89073 Ulm (DE). **GLÜCK, Rainer**; Von-Ravenstein-Weg
2, 89160 Dornstadt (DE). **GENTE, Arnold**; Rhoenstr. 8,
70469 Stuttgart (DE). **SCHOENBAUER, Stefan**; Roemer-
hofstrasse 7, 71254 Ditzingen (DE). **SCHUERG, Stefan**;
Engelbergstr. 9, 71636 Ludwigsburg (DE). **RIEGLER,
Udo**; Usedom Str. 4, 70439 Stuttgart (DE).

(74) Anwalt: **PFENNING, MEINIG & PARTNER MBB**;
Theresienhöhe 11a, 80339 München (DE).

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

MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

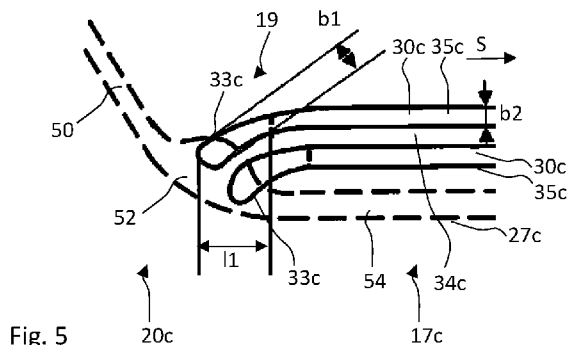
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD,
SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY,
KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: SEPARATOR PLATE FOR AN ELECTROCHEMICAL SYSTEM

(54) Bezeichnung: SEPARATORPLATTE FÜR EIN ELEKTROCHEMISCHES SYSTEM



(57) Abstract: The invention relates to a separator plate for an electrochemical system. The electrochemical system can in particular be a fuel cell system, an electrochemical compressor, an electrolyzer or a redox flow battery. The invention also discloses an electrochemical system comprising multiple separator plates of this type.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Separatorplatte für ein elektrochemisches System. Das elektrochemische System kann insbesondere ein Brennstoffzellensystem, ein elektrochemischer Kompressor, ein Elektrolyseur oder eine Redox-Flow-Batterie sein. Ebenso offenbart wird ein elektrochemisches System mit einer Vielzahl derartiger Separatorplatten.

5 Separatorplatte für ein elektrochemisches System

Die Erfindung betrifft eine Separatorplatte für ein elektrochemisches System. Das elektrochemische System kann insbesondere ein Brennstoffzellensystem, ein elektrochemischer Kompressor, ein Elektrolyseur oder eine Redox-Flow-Batterie sein.
10 Ebenso offenbart wird ein elektrochemisches System mit einer Vielzahl derartiger Separatorplatten.

Bekannte elektrochemische Systeme der genannten Art umfassen normalerweise einen Stapel elektrochemischer Zellen, die jeweils durch Separatorplatten voneinander getrennt
15 sind. Im Kontext derartiger Stapel werden die Separatorplatten auch als Bipolarplatten bezeichnet. Die Separatorplatten können z. B. der elektrischen Kontaktierung der Elektroden der einzelnen elektrochemischen Zellen (z. B. Brennstoffzellen) und/oder der elektrischen Verbindung benachbarter Zellen dienen (Serienschaltung der Zellen). Typischerweise sind die Separatorplatten aus zwei, insbesondere zusammengefügt, Einzelplatten gebildet. Die
20 Einzelplatten können stoffschlüssig zusammengefügt sein, z. B. durch eine oder mehrere Schweißverbindungen, insbesondere durch eine oder mehrere Laserschweißverbindungen.

Die Separatorplatten bzw. die Einzelplatten können jeweils Strukturen aufweisen oder bilden, die z. B. zur Versorgung der zwischen benachbarten Separatorplatten angeordneten elektrochemischen Zellen mit einem oder mehreren Medien und/oder zum Abtransport von
25 Reaktionsprodukten eingerichtet sind. Insbesondere kann mittels dieser Strukturen ein Kühlfluid durch einen Zwischenraum zwischen den Einzelplatten einer Separatorplatte geführt werden. Die Strukturen können z. B. Abfolgen von Stegen und Kanälen umfassen. Bei den Medien kann es sich folglich um Brennstoffe (z. B. Wasserstoff oder Methanol),
30 Reaktionsgase (z. B. Luft oder Sauerstoff) oder um Kühlmittel handeln. Im Rahmen dieser Offenbarung können die Begriffe Medium und Fluid gleichbedeutend verwendet werden.

Ferner weisen die Separatorplatten üblicherweise jeweils wenigstens eine Durchgangsöffnung auf, durch die hindurch die Medien zu den zwischen benachbarten
35 Separatorplatten des Stapels angeordneten elektrochemischen Zellen bzw. den Membran-Elektroden-Anordnungen (MEAs) geleitet oder von diesen weggeführt werden können.

Aus einer solchen Durchgangsöffnung wird ein jeweiliges Fluid mittels der vorstehend geschilderten Strukturen in einen jeweiligen ersten Verteilbereich geführt und von dort in
40 ein dem aktiven Bereich der Zelle bzw. MEA gegenüberliegendes Strömungsfeld. Nach dem Durchströmen des aktiven Bereichs wird das Fluid über einen zweiten Verteilbereich, auch Sammelbereich genannt, wieder einer Austritts-Durchgangsöffnung zugeführt. Ein Beispiel hierfür findet sich in der DE 20 2016 107 302 U1.

Es ist bekannt, an einer ersten Außenseite der Separatorplatte, d.h. einer Außenseite einer ersten Einzelplatte, ein erstes Fluid zu führen, z.B. einen Brennstoff, und an einer davon abgewandten zweiten Außenseite der Separatorplatte, d.h. einer Außenseite einer zweiten Einzelplatte, ein zweites Fluid zu führen, z.B. ein Reaktionsgas. In einem von den Innenseiten der Einzelplatten begrenzten Innenraum wird hingegen üblicherweise ein Kühlfluid geführt.

Die fluidführenden Strukturen an den jeweiligen Außenseiten der Einzelplatten bilden an deren Innenseiten komplementär geformte Strukturen aus, welche das Kühlfluid führen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass bei bisherigen Lösungen die Kühlfluidführung teilweise nur unter erhöhten Strömungswiderständen möglich ist. Dies senkt das Kühlvermögen der Separatorplatte entsprechend und kann folglich zu Beschränkungen des Leistungsvermögens des elektrochemischen Systems führen.

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, das Kühlvermögen einer Separatorplatte und somit ein Leistungsvermögen eines elektrochemischen Systems mit einer Mehrzahl derartiger Separatorplatten zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen sowie in dieser Beschreibung und in den Figuren angegeben.

Entsprechend wird eine Separatorplatte für ein elektrochemisches System vorgeschlagen, wobei die Separatorplatte eine erste Einzelplatte und eine zweite Einzelplatte umfasst, deren Innenseiten einander zugewandt sind und gemeinsam eine Kühlfluidverteilstuktur begrenzen, wobei die Separatorplatte mindestens eine erste Durchgangsöffnung zum Durchleiten eines Kühlfluids durch die Separatorplatte aufweist und die Kühlfluidverteilstuktur mindestens einen Verteilbereich und ein Strömungsfeld aufweist, wobei die Innenseite der ersten Einzelplatte eine Vielzahl von Stegen und dazwischen ausgebildeten ersten Kanälen aufweist, wobei die ersten Kanäle jeweils wenigstens eine durchgängige Fluidverbindung von dem Verteilbereich in das Strömungsfeld definieren, wobei die Innenseite der zweiten Einzelplatte eine Vielzahl von Stegen und dazwischen ausgebildeten zweiten Kanälen aufweist, wobei zumindest einige der zweiten Kanäle jeweils einen ersten Abschnitt aufweisen, der in einen der ersten Kanäle mündet, und einen zweiten Abschnitt, der sich in dem Strömungsfeld erstreckt, wobei der erste Abschnitt einen Strömungsquerschnitt aufweist, der gegenüber einem Strömungsquerschnitt des zweiten Abschnitts vergrößert ist.

Durch das Aufweiten des Strömungsquerschnitts im ersten Abschnitt und folglich im Mündungsbereich der zweiten Kanäle wird eine dortige Strömungsgeschwindigkeit gezielt herabgesetzt. Dies hat zur Folge, dass Druckverluste des Kühlfluids begrenzt werden können, die bei einem Überleiten des Kühlfluids von den ersten in die zweiten Kanäle ohne entsprechende Aufweitung verstärkt auftreten würden. Mit anderen Worten sieht die Erfindung vor, in dem Mündungsbereich der zweiten Kanäle die Strömung mittels der Querschnittsaufweitung gezielt zu verlangsamen. Dies ist vorteilhaft, da in diesem

Mündungsbereich (d. h. im ersten Abschnitt der zweiten Kanäle) aufgrund des dort stattfindenden Fluidaustauschs sowie einer dort typischerweise vorliegenden signifikanten Richtungsänderung ein gewisser Grad an Verwirbelungen innerhalb der Kühlmittelströmung nicht vermeidbar ist.

5

Der Effekt der Druckverlustbegrenzung tritt insbesondere dann verstärkt auf, wenn, wie gemäß Ausführungsformen vorgesehen, die zweiten Kanäle in einen gekrümmten und/oder ebenfalls aufgeweiteten Bereich der ersten Kanäle münden. Eine solche Gestaltung der ersten Kanäle setzt die Strömungsgeschwindigkeit zusätzlich herab.

10

Die ersten Kanäle können sich zumindest abschnittsweise in dem Verteilbereich erstrecken. Die ersten Kanäle können optional in dem Strömungsfeld fortgesetzt werden und/oder an Kanäle in dem Strömungsfeld anschließen und/oder in Kanäle in dem Strömungsfeld übergehen. Die ersten Kanäle können einen optionalen Krümmungsabschnitt aufweisen.

15

Beispielsweise kann der Verteilbereich einen ersten Abschnitt umfassen, der erste Segmente der ersten Kanäle umfasst, wobei die ersten Segmente eine Fluidverbindung zwischen der Durchgangsöffnung und dem Krümmungsabschnitt eines jeweiligen ersten Kanals definieren, wobei der Verteilbereich auch einen zweiten Abschnitt umfasst, der zweite Segmente der ersten Kanäle umfasst, wobei die zweiten Segmente jeweils eine Fluidverbindung zwischen dem Krümmungsabschnitt eines jeweiligen ersten Kanals und dem Strömungsfeld definieren. Der Krümmungsabschnitt eines jeweiligen ersten Kanals kann einen Strömungsquerschnitt aufweisen, der größer ist als der Strömungsquerschnitt des ersten Segments des ersten Kanals.

20

25

Das Strömungsfeld kann sich zum Beispiel dadurch auszeichnen, dass sämtliche hiervon umfassten Stege und Kanäle geradlinig sind und parallel zueinander sowie parallel zu einer Hauptströmungsrichtung des Kühlfluids durch das Strömungsfeld verlaufen. Alternativ könnten die Stege und Kanäle aber auch wellenförmig sein und mit gleichartiger Wellenform nebeneinander sowie entlang der Hauptströmungsrichtung (oder auch einer Hauptströmungsachse) verlaufen.

30

Zusätzlich oder alternativ kann sich das Strömungsfeld dadurch auszeichnen, dass es innerhalb eines MEA-Verstärkungsrandes liegt und insbesondere von diesem zumindest abschnittsweise umgeben und/oder eingerahmt wird. Jedoch liegt dem Strömungsfeld selbst der MEA-Verstärkungsrand vorzugsweise nicht gegenüber, sondern der eigentlich aktive Bereich der MEA, insbesondere in Form von deren Elektrolytmembran. Es wird beispielhaft auf die DE 20 2020 106 459 U1 verwiesen und dort insbesondere auf die Figur 3B, die eine MEA mit Verstärkungsrand zeigt, der einen aktiven Bereich der MEA einrahmt. Anders kann es sich jedoch bezüglich des zumindest teilweise dem Strömungsfeld zugeordneten weniger tief ausgeformten Bereichs verhalten, in dem der MEA-Verstärkungsrand und die GDL einander überlappen.

35

40

Die erste und die zweite Einzelplatte können an ihren Außenseiten jeweils ebenfalls einen Verteilbereich und ein Strömungsfeld zur Fluidführung aufweisen. Zwischen dem

Verteilbereich und dem Strömungsfeld kann ein Übergangsbereich angeordnet sein, in dem die Stege verglichen sowohl mit dem Verteilbereich als auch mit dem Strömungsfeld eine geringere Höhe aufweisen. Der Übergangsbereich kann teilweise zum Verteilbereich und teilweise zum Strömungsfeld gerechnet werden. Die erste Einzelplatte kann eine Kathodenplatte bilden und/oder kann an ihrer Außenseite als ein erstes Fluid Sauerstoff oder Luft führen. Die zweite Einzelplatte kann eine Anodenplatte bilden und/oder kann eine ihrer Außenseite als ein zweites Fluid Wasserstoff führen.

Der erste Abschnitt der zweiten Kanäle kann sich zumindest teilweise außerhalb des Strömungsfeldes befinden und/oder zumindest teilweise innerhalb des Verteilbereichs. Es ist jedoch auch möglich, dass sich sowohl der erste als auch der zweite Abschnitt vollständig innerhalb des Strömungsfeldes befinden. Der zweite Abschnitt eines zweiten Kanals kann ein beliebiger (Teil-)Abschnitt des zweiten Kanals im Strömungsfeld sein. Alternativ kann dieser Abschnitt die Gesamtlänge des zweiten Kanals im Strömungsfeld umfassen.

Die zweiten Kanäle können infolge des Mündens fluidleitend mit einem jeweiligen ersten Kanal verbunden sein. Die zweiten Kanäle können aus oder durch den ersten Kanal, in den sie münden, mit Kühlfluid gespeist werden oder, je nach Strömungsrichtung, den ersten Kanal mit Kühlfluid speisen. Folglich kann zumindest ein Teil des Kühlfluids aus einem ersten Kanal auf wenigstens einen darin mündenden zweiten Kanal verteilt oder von dem ersten Kanal aus diesem zweiten Kanal erhalten und gesammelt werden.

Die zweiten Kanäle können jeweils mit einem Ende eines jeweiligen ersten Abschnitts in einen der ersten Kanäle münden. Von diesem Ende ausgehend kann sich ein jeder zweiter Kanal zum Beispiel langgestreckt und/oder entlang einer Längsachse in Richtung von einer Mitte des Strömungsfeldes erstrecken. Diese Mitte kann eine Mitte entlang einer Hauptströmungsachse des Strömungsfeldes sein, entlang derer das Kühlfluid durch das Strömungsfeld strömt. Weder die ersten, noch die zweiten Kanäle müssen zwingend geradlinig verlaufen, was aber dennoch prinzipiell vorgesehen sein kann.

Der Anschluss der zweiten Kanäle an die ersten Kanäle infolge des ineinander Mündens ermöglicht eine Verzweigung der Kühlfluidverteilstruktur. Dies kann zum Beispiel ein Führen des Kühlfluids im Verteilbereich mit einer ersten Anzahl von Kanälen ermöglichen und das Führen des Kühlfluids im Strömungsfeld mit einer zweiten größeren Anzahl von Kanälen, wobei die größere Anzahl zumindest teilweise infolge der geschilderten Verzweigung gebildet wird.

Die zweiten Kanäle können jeweils in nur einen ersten Kanal münden. Dies bedeutet eine begrenzte Anzahl von Einspeisungsstellen in die bzw. aus den zweiten Kanälen, was einen Strömungswiderstand reduzieren kann. Andererseits können in einen ersten Kanal mehrere zweite Kanäle münden (z. B. zwei oder mehr zweite Kanäle). Dies ermöglicht eine besonders deutliche Vergrößerung der Kanalanzahl bzw. eine besonders ausgeprägte Verzweigung der vorstehend erläuterten Art.

Eine Weiterbildung sieht vor, dass der Strömungsquerschnitt des ersten Abschnitts um

wenigstens 20 % gegenüber dem Strömungsquerschnitt des zweiten Abschnitts vergrößert ist und insbesondere um wenigstens 30 % oder um wenigstens 40 %. Insbesondere kann der Strömungsquerschnitt des ersten Abschnitts um wenigstens 60 %, um wenigstens 100 % oder um wenigstens 150 % gegenüber dem Strömungsquerschnitt des zweiten Abschnitts vergrößert sein. Zum Erzielen einer Kompaktheit kann der Strömungsquerschnitt des ersten Abschnitts gegenüber dem Strömungsquerschnitt des zweiten Abschnitts aber bspw. um nicht mehr als 200% vergrößert sein.

Die Strömungsquerschnittsvergrößerung zwischen den ersten und zweiten Abschnitten kann für jeden der zweiten Kanäle einheitlich sein oder kann zwischen den zweiten Kanälen variieren. Es können mehrere Gruppen an zweiten Kanälen existieren, wobei in jeder Gruppe die Strömungsquerschnittsvergrößerung im jeweiligen ersten Abschnitt einheitlich ist, sich die Strömungsquerschnittsvergrößerungen der Gruppen aber voneinander unterscheiden. Durch derartige Freiheitsgrade kann eine raumoptimierte Gestaltung der Kühlfluidverteilstruktur erreicht werden.

Der erste Abschnitt kann einen maximalen Strömungsquerschnitt eines jeweiligen zweiten Kanals aufweisen. Dies reduziert den Platzbedarf des zweiten Kanals, da der vergrößerte Strömungsquerschnitt beispielsweise auf den ersten Abschnitt beschränkt sein kann. Der Strömungsquerschnitt kann sich von dem ersten Abschnitt zum zweiten Abschnitt hin kontinuierlich verkleinern, zumindest aber nicht erneut vergrößern. Beispielsweise kann der Strömungsquerschnitt zumindest über eine gewisse Länge eines jeweiligen zweiten Kanals konstant sein oder kontinuierlich abnehmen. Hierdurch können starke Querschnittssprünge vermieden werden, welche wiederum Verwirbelungen und dadurch Druckverluste verursachen könnten.

Gemäß einer Ausführungsform ist der Strömungsquerschnitt des ersten Abschnitts maßgeblich durch eine Vergrößerung einer Breitenabmessung des zweiten Kanals vergrößert. Die Breitenabmessung verläuft vorzugsweise in oder parallel zu einer Planflächenebene der Separatorplatte. Alternativ oder zusätzlich kann die Breite senkrecht zu einer lokalen Hauptströmungsrichtung in oder durch einen zweiten Kanal gemessen werden.

Insbesondere kann eine Vergrößerung der Breitenabmessung eine etwaige Vergrößerung der maximalen Höhe des ersten Kanals in dessen ersten Abschnitt übersteigen (zum Beispiel wenigstens doppelt so groß sein) und/oder kann die maximale Höhe des ersten Kanals im Wesentlichen konstant sein. Die Höhe kann orthogonal zu der Planflächenebene gemessen werden und/oder in einer Richtung, die zu der entsprechend gegenüberliegenden Einzelplatte weist.

Das maßgebliche Vergrößern des Strömungsquerschnitts durch Anpassen der Breitenabmessung kann lokale Höhenzuwächse der zweiten Einzelplatte verhindern oder zumindest begrenzen, sofern konstruktiv überhaupt möglich.

Gemäß einer Ausführungsform weichen eine maximale Höhenabmessung des ersten Abschnitts und des zweiten Abschnitts um nicht mehr als 20 % voneinander ab. Dabei kann die Höhenabmessung senkrecht zu einer Planflächenebene der Separatorplatte verlaufen.

- 5 In an sich bekannter Weise kann die Planflächenebene einer jeweiligen Einzelplatte z. B. durch einen Rand der Einzelplatte oder durch diejenigen ebenen Bereiche der Einzelplatte festgelegt sein, die nicht infolge eines Präge- oder Tiefziehprozesses zum Ausbilden hierin geschilderter Steg-Kanal-Strukturen oder Sicken verformt sind. Einerseits können die Planflächenebenen in den neutralen Fasern der entsprechenden Abschnitte der Platten
10 verlaufen, andererseits ist es auch möglich, die Oberflächen der betreffenden Abschnitte der Platten als Planflächenebenen zu betrachten. Bei letzterer Betrachtungsweise ist allerdings darauf zu achten, dass bei Distanzen o. dgl. die Materialstärke nur einer von zwei betrachteten Platten berücksichtigt wird.
- 15 Eine Weiterbildung sieht vor, dass das jeweilige Münden eines zweiten Kanals in einen der ersten Kanäle umfasst, dass ein offenes Ende des zweiten Kanals, das einer Berührebene zwischen der ersten und zweiten Einzelplatte zugewandt ist, dem ersten Kanal gegenüberliegt.
- 20 Die zumindest einigen der zweiten Kanäle können jeweils abschnittsweise einem an der Innenseite der ersten Einzelplatte ausgebildeten Steg gegenüberliegen. Beispielsweise können die zweiten Kanäle (und kann genauer gesagt ein Teilabschnitt hiervon) jeweils einen an der Innenseite der ersten Platte ausgebildeten Steg kreuzen. Dies entspricht einem zumindest temporären Ebenenwechsel der Kühlfluidführung, wenn das Kühlfluid zum
25 Beispiel aus dem ersten Abschnitt der zweiten Kanäle unter Überströmen des gegenüberliegenden Steges weiter in Richtung des zweiten Abschnitts bzw. des Strömungsfeldes geleitet wird. Auch eine umgekehrte Strömungsrichtung vom Strömungsfeld in Richtung des ersten Abschnitts ist aber möglich.
- 30 Unter einem Ebenenwechsel der Kühlfluidführung kann ein Wechsel von Strömungsebenen der Kühlfluidverteilstuktur in der Weise verstanden werden, dass von einem Bereich, in dem sich ein Strömungsquerschnitt der Kühlfluidverteilstuktur maßgeblich in einem von der ersten Einzelplatte aufgespannten Strömungsraum für das Kühlfluid erstreckt, zu einem Bereich gewechselt wird, in dem sich ein Strömungsquerschnitt der Kühlfluidverteilstuktur
35 maßgeblich in einem von der zweiten Einzelplatte aufgespannten Strömungsraum für das Kühlfluid erstreckt, oder umgekehrt.

Insbesondere kann in diesem Zusammenhang vorgesehen sein, dass die zumindest einigen der zweiten Kanäle jeweils einen Teilabschnitt aufweisen, der einem an der Innenseite der
40 ersten Einzelplatte ausgebildeten Steg gegenüberliegt. Dieser Teilabschnitt kann den ersten und zweiten Abschnitt des jeweiligen zweiten Kanals fluidleitend verbinden. Alternativ kann der Teilabschnitt von dem ersten oder zweiten Abschnitt umfasst sein, beispielsweise wenn er zu diesen analoge Breitenabmessungen aufweist.

Es hat sich gezeigt, dass durch die vorstehend geschilderte Möglichkeit des Ebenenwechsels und Vorsehens eines Teilabschnitts zusätzliche Freiheitsgerade bereitgestellt werden, um die Kühlfluidverteilstruktur im Bereich des Übergangs zwischen Verteilbereich und Strömungsfeld in einem signifikanten Ausmaß zu verzweigen.

5

Ein Strömungsquerschnitt des Teilabschnitts kann ebenfalls gegenüber einem Strömungsquerschnitt des zweiten Abschnitts vergrößert sein. Dies betrifft insbesondere einen Mittelwert des Strömungsquerschnitts der jeweiligen Abschnitte, wobei dieser Mittelwert z. B. über die Länge eines jeweiligen Abschnitts gemittelt ist. Folglich kann der Mittelwert des Strömungsquerschnitts des Teilabschnitts größer als der Mittelwert des Strömungsquerschnitts des zweiten Abschnitts sein.

10

Zusätzlich oder alternativ können ein Strömungsquerschnitt eines in den ersten Kanal mündenden Bereichs des ersten Abschnitts und ein Strömungsquerschnitt des Teilabschnitts um nicht mehr als 50% voneinander abweichen. Auch in diesem Fall können die Mittelwerte der jeweiligen Bereiche und Abschnitte betrachtet werden.

15

Durch die vorstehenden Relativverhältnisse der Strömungsquerschnitte können ausreichend effektive Strömungsverlangsamungen erreicht werden, insbesondere jedoch ohne übermäßige Querschnittssprünge, welche wiederum Druckverluste erzeugen könnten.

20

Gemäß einer Weiterbildung weist der erste Abschnitt eine Länge auf, die geringer ist als das 20-fache, insbesondere das 15-fache, insbesondere als das 12-fache, insbesondere als das 10-fache, insbesondere als das 8-fache der Kanalbreite im zweiten Abschnitt.

25

Sind keine abweichenden Angaben gegeben, so kann für Höhen- und Breitenangaben gelten, dass sie jeweils auf halber Höhe der betreffenden Struktur gemessen werden können.

Bei einer weiteren Ausführungsform erstrecken sich zumindest einige andere der zweiten Kanäle im Strömungsfeld und liegen dort jeweils einem der ersten Kanäle gegenüber. Dies erhöht den Grad der Verzweigung beim Übergang von dem Verteilbereich in das Strömungsfeld. Beispielsweise können diese zweiten Kanäle jeweils einer Fortsetzung eines ersten Kanals in das Strömungsfeld hinein gegenüberliegen. Somit kann das Kühlfluid nicht nur infolge des vorstehend geschilderten Mündens der zweiten Kanäle in die ersten Kanäle an der Innenseite der zweiten Einzelplatte geführt werden, sondern auch durch das entsprechende direkte Gegenüberliegen mindestens eines Teils der zweiten und ersten Kanäle. Hierdurch wird die erzielbare Kühlung der zweiten Einzelplatten erhöht.

30

35

In diesem Zusammenhang kann vorgesehen sein, dass diese einigen anderen zweiten Kanäle einen Strömungsquerschnitt aufweisen, der im Wesentlichen einem Strömungsquerschnitt eines jeweiligen zweiten Abschnitts der zweiten Kanäle entspricht. Dies kann in gleichmäßigen Strömungsverhältnissen im Strömungsfeld resultieren.

40

Die Erfindung betrifft auch ein elektrochemisches System mit einer Mehrzahl von

Separatorplatten gemäß jeglichem hierin geschilderten Aspekt.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten schematischen Figuren erläutert. Figurenübergreifend können für gleichartige oder gleichwirkende Merkmale die gleichen Bezugszeichen verwendet werden.

Figur 1 zeigt in perspektivischer Darstellung ein elektrochemisches System mit einer Vielzahl von gestapelten Separatorplatten samt dazwischen angeordneter Membranelektrodeneinheiten.

Figur 2 zeigt in einer perspektivischen Darstellung zwei Separatorplatten eines Systems ähnlich Figur 1 mit einer zwischen den Separatorplatten angeordneten Membranelektrodeneinheit (MEA).

Figur 3 zeigt eine perspektivische Teilansicht der Separatorplatte der ersten Ausführungsform im Bereich eines Verteilbereichs einer ersten Einzelplatte, insbesondere Kathodenplatte, der Separatorplatte.

Figur 4 zeigt eine perspektivische Teilansicht einer Separatorplatte gemäß der ersten Ausführungsform im Bereich eines Verteilbereichs einer zweiten Einzelplatte, insbesondere Anodenplatte, der Separatorplatte.

Figur 5 zeigt eine schematisch stark vereinfachte Ansicht eines Teils einer Kühlfluidverteilstuktur im Innern der Separatorplatte gemäß der ersten Ausführungsform.

Figur 6 zeigt eine Orthogonalprojektion der Strukturmerkmale eines Teils der Separatorplatte in eine gemeinsame Ebene.

Figur 1 zeigt ein elektrochemisches System 1 der hier vorgeschlagenen Art mit einer Mehrzahl von baugleichen metallischen Separatorplatten 2 (bzw. Bipolarplatten). Diese sind in einem Stapel 6 angeordnet und entlang einer z-Richtung 7 gestapelt. Die Separatorplatten 2 des Stapels 6 sind zwischen zwei Endplatten 3, 4 eingespannt. Die z-Richtung 7 wird auch Stapelrichtung genannt. Im vorliegenden Beispiel handelt es sich bei dem System 1 um einen Brennstoffzellenstapel. Je zwei benachbarte Separatorplatten 2 des Stapels 6 schließen zwischen sich eine elektrochemische Zelle ein, die z. B. der Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie dient. Zur Ausbildung der elektrochemischen Zellen des Systems 1 ist zwischen benachbarten Separatorplatten 2 des Stapels 6 jeweils eine Membranelektrodeneinheit (MEA) 10 angeordnet (siehe nachstehende Figur 2). Die MEA beinhalten typischerweise jeweils wenigstens eine Membran, z. B. eine Elektrolytmembran. Ferner kann auf einer oder beiden Oberflächen der MEA eine Gasdiffusionslage (GDL) angeordnet sein.

Bei alternativen Ausführungsformen kann das System 1 ebenso als Elektrolyseur,

Kompressor oder als Redox-Flow-Batterie ausgebildet sein. Bei diesen elektrochemischen Systemen können ebenfalls Separatorplatten verwendet werden. Der Aufbau dieser Separatorplatten kann dem Aufbau der hier näher erläuterten Separatorplatten 2 entsprechen, auch wenn sich die auf bzw. durch die Separatorplatten geführten Medien bei einem Elektrolyseur, bei einem elektrochemischen Kompressor oder bei einer Redox-Flow-Batterie jeweils von den für ein Brennstoffzellensystem verwendeten Medien unterscheiden können.

Die z-Achse 7 spannt zusammen mit einer x-Achse 8 und einer y-Achse 9 ein rechtshändiges kartesisches Koordinatensystem auf. Die Separatorplatten 2 definieren jeweils eine Plattenebene, wobei die Plattenebenen der Separatorplatten 2 jeweils parallel zur x-y-Ebene und damit senkrecht zur Stapelrichtung (z-Achse 7) ausgerichtet sind. Die Endplatte 4 weist eine Vielzahl von Medienanschlüssen 5 auf, über die dem System 1 Medien zuführbar und über die Medien aus dem System 1 abführbar sind. Diese dem System 1 zuführbaren und aus dem System 1 abführbaren Medien können z. B. Brennstoffe wie molekularen Wasserstoff oder Methanol, Reaktionsgase wie Luft oder Sauerstoff, Reaktionsprodukte wie Wasserdampf oder abgereicherte Brennstoffe oder ein Kühlfluid wie Wasser und/oder Glykol umfassen.

Figur 2 zeigt perspektivisch zwei benachbarte Separatorplatten 2 oder Bipolarplatten, die von einem elektrochemischen System von der Art des Systems 1 aus Figur 1 umfasst sein können. Die Separatorplatten 2 entsprechen einem Beispiel aus dem Stand der Technik. Die nachstehend in Bezug hierauf erläuterten Eigenschaften und Merkmale können aber ebenso auf die hier offenbarten erfindungsgemäßen Separatorplatten 2 zutreffen bzw. bei diesen vorgesehen sein, sofern nicht anders erwähnt oder ersichtlich.

Fig. 2 zeigt auch eine zwischen diesen benachbarten Separatorplatten 2 angeordnete bekannte Membranelektrodeneinheit (MEA) 10, wobei die MEA 10 in Figur 2 zum größten Teil durch die dem Betrachter zugewandte Separatorplatte 2 verdeckt ist. Die Separatorplatte 2 ist aus zwei stoffschlüssig zusammengefügt Einzelplatten 2a, 2b gebildet, von denen in Figur 2 jeweils nur die dem Betrachter zugewandte Einzelplatte 2a sichtbar ist, die die weitere Einzelplatte 2b verdeckt. Die Einzelplatten 2a, 2b können jeweils aus einem Metallblech gefertigt sein, z. B. aus einem Edelstahlblech. Die Einzelplatten 2a, 2b können z. B. miteinander verschweißt sein, z. B. durch Laserschweißverbindungen oder erst beim Aufstapeln des Stacks verbunden werden. Insbesondere die Gestaltung von fluidführenden Strukturen an der dem Betrachter zugewandten Außenseite der Einzelplatte 2a kann in Fig. 2 von den erfindungsgemäßen Strukturen der nachstehenden weiteren Figuren abweichen.

Die Einzelplatten 2a, 2b weisen miteinander fluchtende Durchgangsöffnungen auf, welche Durchgangsöffnungen 11a-c der Separatorplatte 2 bilden. Bei Stapelung einer Mehrzahl von Separatorplatten 2 bilden die Durchgangsöffnungen 11a-c Leitungen, die sich in der Stapelrichtung 7 durch den Stapel 6 erstrecken (siehe Figur 1). Typischerweise ist jede der durch die Durchgangsöffnungen 11a-c gebildeten Leitungen jeweils in Fluidverbindung mit

5 einem der Ports 5 in der Endplatte 4 des Systems 1. Über die von den Durchgangsöffnungen 11a gebildeten Leitungen kann z. B. ein Kühlfluid in den Stapel 6 eingeleitet oder aus dem Stapel 6 abgeleitet werden. Die von den Durchgangsöffnungen 11b, 11c gebildeten Leitungen können dagegen zur Versorgung der elektrochemischen Zellen des Brennstoffzellenstapels des Systems 1 mit Brennstoff und mit Reaktionsgas sowie zum Ableiten der Reaktionsprodukte aus dem Stapel 6 ausgebildet sein.

10 Zum Abdichten der Durchgangsöffnungen 11a-c gegenüber dem Inneren des Stapels 6 und gegenüber der Umgebung weist die dem Betrachter zugewandte Einzelplatte 2a jeweils Dichtanordnungen in Gestalt von Dichtsicken 12a-c auf. Diese sind jeweils um die Durchgangsöffnungen 11a-c herum angeordnet und umschließen die Durchgangsöffnungen 11a-c jeweils vollständig. Die zweite Einzelplatte 2b weist an der vom Betrachter der Figur 2 abgewandten Rückseite der Separatorplatte 2 ebenfalls entsprechende Dichtsicken 12a-c zum Abdichten der Durchgangsöffnungen 11a-c auf (nicht
15 gezeigt). Alternative Dichtsysteme, wie etwa Elastomerdichtungen, können ebenfalls zum Einsatz kommen.

20 Angrenzend an den elektrochemisch aktiven Bereich 18 der MEA weist die dem Betrachter zugewandte Einzelplatte 2a an ihrer dem Betrachter zugewandten Außenseite ein Strömungsfeld 17a mit Strukturen zum Führen eines Reaktionsmediums entlang der Außenseite der Einzelplatte 2a auf. Diese Strukturen sind in Figur 2 in Form einer Vielzahl von Stegen und zwischen den Stegen verlaufenden und durch die Stege begrenzten Kanälen ausgebildet. An der dem Betrachter zugewandten Außenseite der Separatorplatte 2 weist die dem Betrachter zugewandte Einzelplatte 2a zudem zwei Verteilbereiche 20a auf. Die
25 Verteilbereiche 20a umfassen jeweils Strukturen, die eingerichtet sind, ein ausgehend von einer ersten der beiden Durchgangsöffnungen 11b in einen der Verteilbereiche 20a eingeleitetes Medium mittels des Strömungsfelds 17a über den aktiven Bereich 18 zu verteilen bzw. ein ausgehend vom aktiven Bereich 18 bzw. vom Strömungsfeld 17a zur zweiten der Durchgangsöffnungen 11b hinströmendes Medium zu sammeln oder zu bündeln. In letzterem Fall kann der sammelnden Verteilbereich 20a auch als ein
30 Sammelbereich bezeichnet werden. Die fluidführenden Strukturen der Verteilbereiche 20a sind in Figur 2 ebenfalls durch Stege und zwischen den Stegen verlaufende und durch die Stege begrenzte Kanäle gegeben.

35 Ohne dass dies in Figur 2 gesondert dargestellt ist, weist eine zwischen den Einzelplatten 2a, 2b ausgebildete und/oder eingeschlossene Kühlfluidverteilstuktur 19 ebenfalls Verteilbereiche 20c auf, welche sich mit den Verteilbereichen 20a,b der Einzelplatten 2a, 2b überlappen. Auch weist diese Kühlfluidverteilstuktur 19 ein Strömungsfeld 17c auf, das mit den Strömungsfeldern 17a,b der Außenseiten der Einzelplatten 2a, 2b überlappt bzw.
40 zwischen diesen eingeschlossen ist. Die Steg-Kanal-Strukturen an den Außenseiten der Einzelplatten 2a, 2b bilden dabei komplementär geformte Steg-Kanal-Strukturen an den entsprechenden Innenseiten aus und somit komplementär geformte Steg-Kanal-Strukturen der Kühlfluidverteilstuktur 19.

Die beiden Durchgangsöffnungen 11b bzw. die von den Durchgangsöffnungen 11b gebildeten Leitungen durch den Plattenstapel des Systems 1 sind jeweils über Durchführungen 13b in Dichtsicken 12b, über die Verteilstrukturen der Verteilbereiche 20 und über das Strömungsfeld 17a der dem Betrachter der Figur 2 zugewandten Einzelplatte 2a miteinander in Fluidverbindung. Diese Einzelplatte 2a ist eine zweite Einzelplatte 2a im Sinne dieser Offenbarung. Ein entlang der Außenseite dieser Einzelplatte 2a geführtes Fluid ist vorzugsweise Wasserstoff, sodass die Durchgangsöffnungen 11b vorzugsweise Wasserstoff-Durchgangsöffnungen 11b sind. Dies ergibt sich insbesondere aus dem im Vergleich zu den anderen Durchgangsöffnungen 11a, 11c geringsten Querschnitt der Wasserstoff-Durchgangsöffnungen 11b.

In analoger Weise sind die beiden Durchgangsöffnungen 11c bzw. die von den Durchgangsöffnungen 11c gebildeten Leitungen durch den Plattenstapel des Systems 1 jeweils über entsprechende Sickendurchführungen 13c, über entsprechende Verteilstrukturen und über ein entsprechendes Strömungsfeld an einer Außenseite der vom Betrachter der Figur 2 abgewandten Einzelplatte 2b miteinander in Fluidverbindung. Diese Einzelplatte 2b ist eine erste Einzelplatte 2b im Sinne dieser Offenbarung. Ein entlang der Außenseite dieser Einzelplatte 2b geführtes Fluid ist vorzugsweise Luft oder Sauerstoff, sodass die Durchgangsöffnungen 11c vorzugsweise Luft- oder Sauerstoff-Durchgangsöffnungen 11c sind. Dies ergibt sich insbesondere aus dem im Vergleich zu den anderen Durchgangsöffnungen 11a, 11b größten Querschnitt der Luft- oder Sauerstoff-Durchgangsöffnungen 11c.

Die Durchgangsöffnungen 11a dagegen bzw. die von den Durchgangsöffnungen 11a gebildeten Leitungen durch den Plattenstapel des Systems 1 sind jeweils über einen von den Einzelplatten 2a, 2b eingeschlossenen oder umschlossenen Hohlraum, der die Kühlfluidverteilstuktur 19 bildet, miteinander in Fluidverbindung, und zwar über Durchführungen 13a. Dieser Hohlraum bzw. diese Kühlfluidverteilstuktur 19 dient zum Führen eines Kühlfluids durch die Separatorplatte 2, insbesondere zum Kühlen des elektrochemisch aktiven Bereichs 18 der MEA. Die Durchgangsöffnungen 11a sind daher Kühlfluid-Durchgangsöffnungen, was insbesondere auch aus deren mittlerer Querschnittsgröße im Vergleich zu den anderen Durchgangsöffnungen 11b, 11c naheliegt.

Figur 3 zeigt einen Ausschnitt der Außenseite der Separatorplatte 2 gemäß einer Ausführungsform mit Blick auf die in Fig. 2 vom Betrachter abgewandte erste Einzelplatte 2b, insbesondere eine Kathodenplatte, in dem gestrichelt umrissenen Bereich aus Figur 2. Der Blickwinkel ist gegenüber Figur 2 gedreht, wie anhand der angezeigten Position der Durchgangsöffnung 11c in Figur 3 erkennbar. Sowohl vom Verteilbereich 20b als auch vom Strömungsfeld 17b ist nur ein abgeschnittener Teil dargestellt. In diesen wird ein Fluid aus der Durchgangsöffnung 11c über einen ersten Verteilbereich 20b und unter Führung durch eine Steg-Kanal-Struktur 46b an der Außenseite der ersten Einzelplatte 2b geführt. Die Steg-Kanal-Struktur 46b weist mehrere nach außen hervorstehende Stege 27b sowie dazwischen eingeschlossene Kanäle 29b auf, von denen jeweils nur ausgewählte mit einem entsprechenden Bezugszeichen versehen sind. Die tiefsten Bereiche der Kanäle 29b

verlaufen in der Planflächenebene der ersten Einzelplatte 2b.

An der vom Betrachter abgewandten Innenseite der ersten Einzelplatte 2b bildet die Steg-Kanal-Struktur 46b komplementär geformte Stege und Kanäle der Kühlfluidverteilstuktur 19 aus, siehe die nachstehend diskutierten Figuren 5 und 6. Genauer gesagt formen die Stege 27b der Steg-Kanal-Struktur 46b kühlfluidführende Kanäle der Kühlfluidverteilstuktur 19 aus, wohingegen die Kanäle 29b der Steg-Kanal-Struktur 46b Stege der Kühlfluidverteilstuktur 19 ausbilden.

Der Verteilbereich 20b umfasst einen ersten Abschnitt 20b1, einen optionalen Krümmungsabschnitt 52 und einen zweiten Abschnitt 20b2. In dem ersten Abschnitt 20b1 weisen die Stege 27b der Steg-Kanal-Struktur 46b ein erstes Segment 50 auf. In dem zweiten Abschnitt 20b2 weisen die Stege 27b ein zweites Segment 54 auf. Die Segmente 50, 54 und der Krümmungsabschnitt 52 folgen direkt aufeinander und gehen direkt ineinander über. An der Innenseite können die entsprechenden Segmente eines komplementär geformten Kanals 27c der Kühlfluidverteilstuktur 19 Kühlfluid führen. Die Abschnitte 20b1, 20b2 liegen an der Innenseite als analoge Abschnitte 20b1, 20b2 der Kühlfluidverteilstuktur 19 vor.

Das erste Segment 50 erstreckt sich von einem Rand des Verteilbereichs 20b nahe der Durchgangsöffnung 11c bis zu dem optionalen Krümmungsabschnitt 52. Der Krümmungsabschnitt 52 ist allgemein näher zu dem Strömungsfeld 17b als zu der Durchgangsöffnung 11c positioniert. Das zweite Segment 54 erstreckt sich von dem Krümmungsabschnitt 52 bis zu dem Strömungsfeld 17b. Zumindest ein von dem Krümmungsabschnitt 52 wegweisender Endabschnitt des zweiten Segments 54 kann parallel zu einer in Fig. 3 vertikalen Hauptströmungsrichtung (nicht abgebildet) durch das Strömungsfeld 17b verlaufen. Das zweite Segment 54 geht direkt in einen Steg 27b des Strömungsfelds 17b über oder wird als ein solcher weitergeführt.

Bei einem überwiegenden Teil der ersten Stege 27b ist das erste Segment 50 deutlich länger als der Krümmungsabschnitt 52. Das erste Segment 50 und auch das zweite Segment 54 sind zudem jeweils geradlinig. Der Krümmungsabschnitt 52 weist hingegen keinen vollständig geradlinigen Teilabschnitt und vorzugsweise auch keinen Abschnitt mit konstantem Strömungsquerschnitt auf.

Ein Strömungsquerschnitt eines jeden ersten Stegs 27b vergrößert sich vorübergehend innerhalb eines jeweiligen Krümmungsabschnitts 52. Im ersten und zweiten Segment 50, 54 weist jeder Steg 27b daher einen im Vergleich zum Krümmungsabschnitt 52 kleineren Strömungsquerschnitt auf.

Alternativ könnte der Krümmungsabschnitt 52 jedoch weggelassen werden und könnten die ersten und zweiten Segmente 50, 54 direkt ineinander übergehen. Dies kann auch einen gekrümmten oder gewinkelten Übergang umfassen. Dieser Übergang kann sich jedoch durch keine oder durch eine deutliche kleinere Strömungsquerschnittsvergrößerung auszeichnen im Vergleich zu dem hier beispielhaft offenbarten Krümmungsabschnitt 52.

Figur 4 zeigt einen Ausschnitt der Bipolarplatte 2 mit Blick auf die Außenseite der zweiten Einzelplatte 2a, vorzugsweise einer Anodenplatte, in dem gestrichelt umrissenen Bereich aus Figur 2. Der Blickwinkel ist gegenüber Figur 2 gedreht, wie anhand der angedeuteten Position der Durchgangsöffnung 11b in Figur 4 erkennbar. Nur ein abgeschnittener Teil des Verteilbereichs 20a und des Strömungsfelds 17a sind dargestellt. In diesen wird ein Fluid aus der Durchgangsöffnung 11b über den Verteilbereich 20a und unter Führung durch eine Steg-Kanal-Struktur 46a an der Außenseite der zweiten Einzelplatte 2a geführt. Lediglich beispielhaft weist die Steg-Kanal-Struktur 46a mehrere nach außen hervorstehende Stege 27a sowie dazwischen eingeschlossene Kanäle 29a auf, von denen jeweils ausgewählte mit einem entsprechenden Bezugszeichen versehen sind. Die tiefsten Bereiche der Kanäle 29a verlaufen in der Planflächenebene der zweiten Einzelplatte 2a.

Die Stege 27a sind, wie dargestellt, entlang ihrer Längserstreckung innerhalb des Verteilbereichs 20a optional abschnittsweise unterbrochen, können sich aber auch durchgängig in Richtung des Strömungsfeldes 17a erstrecken.

Ferner optional sind die Stege 27a auch nahe ihres Übergangs zu dem Strömungsfeld 17a unterbrochen, können sich aber zumindest teilweise ebenso durchgängig in das Strömungsfeld 17a hinein erstrecken. Die Stege 27a werden folglich nicht unter einer Richtungsänderung wie in Fig. 3 und auch nicht durchgängig in das Strömungsfeld 17a geführt.

Die Anzahl der Stege 27a ist – zumindest gemeinsam mit den Stegen 28a - im Strömungsfeld 17a größer als im Verteilbereich 20a. Zum Beispiel sind zusätzliche Stege 28a im Strömungsfeld 17a vorgesehen, die auch bei einer alternativen durchgängigen Erstreckung der Stege 27a des Verteilbereichs 20a nicht in diese Stege 27a übergehen würden.

Figur 4 zeigt außerdem, dass ein Teil der Stege 27a, 28a aufgeweitete erste Abschnitte 33 in einem Übergangsbereich zwischen dem Verteilbereich 20a und Strömungsfeld 17a aufweist. In dem gezeigten Beispiel befinden sich diese ersten Abschnitte 33 in dem Verteilbereich 20a und gehen in weniger stark aufgeweitete zweite Abschnitte 35 über. Letztere befinden sich im Strömungsfeld 17a und verlaufen dort geradlinig entlang einer Hauptströmungsachse S.

Fig. 5 zeigt schematisch stark vereinfacht einen ersten Kanal 27c sowie zwei darin mündende zweite Kanäle 30c der zwischen den Einzelplatten 2a,b ausgebildeten Kühlfluidverteilstuktur 19. Die entsprechend nur ausschnittsweise dargestellte Separatorplatte 2 ist gegenüber den Figuren 3 und 4 um 90° gedreht, was einer Orientierung analog zu Figur 2 entspricht (sh. a. Orientierung der Hauptströmungsachse S im Vergleich zu Fig. 4).

Die Kühlfluidverteilstuktur 19 weist wiederum einen Verteilbereich 20c und ein Strömungsfeld 17c auf. Die Kühlfluidverteilstuktur 19 umfasst tatsächlich eine Vielzahl von ersten und zweiten Kanälen 27c, 30c, was in der schematisch stark vereinfachten Fig. 5 jedoch nicht dargestellt ist.

Der erste Kanal 27c wird maßgeblich durch die Innenseite von einem der Stege 27b der ersten Einzelplatte 2b begrenzt (sh. Fig. 3) oder, anders ausgedrückt, ist komplementär zu einem solchen Steg 27b geformt. Entsprechend weist der erste Kanal 27c erste und zweite Segmente 50, 54 und einen Krümmungsabschnitt 52 auf, die jeweils als zu den Segmenten 50, 54 und dem Krümmungsabschnitt 52 der Stege 27b komplementäre Vertiefungen an der Innenseite der ersten Einzelplatte 2b ausgebildet sind. Jeder der Stege 27b aus Fig. 3 bildet einen entsprechenden ersten Kanal 27c der Kühlfluidverteilstruktur 19 aus bzw. ist komplementär hierzu geformt.

Der erste Kanal 27c weist vorzugsweise eine im Wesentlichen oder vollständig konstante Höhe auf, die z. B. orthogonal zu den Planflächenebenen der Einzelplatten 2a, 2b verläuft. Die Breite des ersten Kanals 27c variiert hingegen entlang seines Verlaufs. In Anbetracht der bevorzugt konstanten Höhe ist diese Breitenvariation gleichbedeutend mit einer Variation eines dem Kühlfluid zur Verfügung stehenden Strömungsquerschnitts im ersten Kanal 27c.

Fig. 5 zeigt, dass der optionale Krümmungsabschnitt 52 im Vergleich eine deutlich größere Breite aufweist als das erste und zweite Segment 50, 54. Somit ergibt sich eine im Krümmungsabschnitt 52 und auf diesen begrenzte signifikante Aufweitung des Strömungsquerschnitts.

Des Weiteren verdeutlicht sich aus Fig. 5, dass das erste und zweite Segment 50, 54 in einem Winkel relativ zueinander verlaufen. Der aufgeweitete Krümmungsabschnitt 52 definiert folglich einen Bereich einer Richtungsänderung des ersten Kanals 27c und ermöglicht eine Umlenkung des Kühlfluids von dem ersten Segment 50 in das relativ hierzu angewinkelte zweite Segment 54.

Fig. 5 zeigt auch eine Kühlfluideinspeisung aus dem (oder in den) ersten Kanal 27c in (oder aus) gestrichelt dargestellten zweiten Kanäle 30c. Die zweiten Kanäle 30c werden maßgeblich durch die Innenseite von einem Teil der Stege 27a, 28a der zweiten Einzelplatte 2a begrenzt (sh. Fig. 4). Anders ausgedrückt sind die zweiten Kanäle 30c komplementär zu einem Anteil der Stege 27a, 28a geformt. Die betrifft insbesondere einen Anteil der Stege 27a, 28a in oder nahe des Strömungsfeldes 17a der zweiten Einzelplatte 2a und speziell Stege 27a, 28a mit einem aufgeweiteten Endabschnitt 33 (sh. Fig. 4). Die zweiten Kanäle 30c sind über Stege 34c beabstandet, welche an der Außenseite der zweiten Einzelplatte 2a komplementär geformte Kanäle 34a bilden (sh. Fig. 4).

Die zweiten Kanäle 30c weisen jeweils einen aufgeweiteten ersten Abschnitt 33c auf, der in einen weniger stark aufgeweiteten zweiten Abschnitt 35c übergeht. Man erkennt, dass die ersten Abschnitte 33c an der Innenseite der zweiten Einzelplatte 2a dem Krümmungsabschnitt 52 an der Innenseite der ersten Einzelplatte 2b gegenüberliegen. Dabei ist ein offenes Ende eines jeden ersten Abschnitts 33c dem Krümmungsabschnitt 52 zugewandt und stellt eine fluidleitende Verbindung zwischen dem ersten Kanal 27c und einem jeweiligen zweiten Kanal 30c her. Beispielfhaft münden zwei zweite Kanäle 30c in

einen jeweiligen ersten Kanal 27c, wobei jeder der zweiten Kanäle 30c in nur einen ersten Kanal 27c mündet. Die ersten und zweiten Abschnitte 33c, 35c verlaufen beispielhaft in einem Winkel zueinander. Dies ermöglicht ein platzsparendes Heranführen des ersten Abschnitts 33c an einen jeweiligen ersten Kanal 27c.

Die ersten Abschnitte 33c weisen eine (z.B. mittlere oder maximale) Breite b_1 auf. Diese wird z. B. quer zu einer lokalen Hauptströmungsrichtung entlang eines zweiten Kanals 30c im Bereich des ersten Abschnitts 33c gemessen. Die Breite b_1 ist größer als eine Breite b_2 eines jeweiligen zweiten Abschnitts 35c (z. B. wiederum gemessen quer zu einer lokalen Hauptströmungsrichtung entlang eines zweiten Kanals 30c im Bereich eines zweiten Abschnitts 35c). In dem gezeigten Beispiel nimmt die Breite b_1 ausgehend von einem jeweiligen ersten Abschnitt 33c kontinuierlich und stufenlos auf die Breite b_2 ab. Die anfängliche Breite b_1 ist zum Beispiel ca. 1,5-mal so groß wie die Breite b_2 .

Hingegen ist eine orthogonal zu den Breiten b_1 , b_2 und zu den Planflächenebenen der Einzelplatten 2a, 2b gemessene Höhe der zweiten Kanäle 30c im Wesentlichen, insbesondere in ihrem Bereich 33c, oder vollständig konstant. Folglich resultiert die Aufweitung der ersten Abschnitte 33c auf die Breite b_1 in einem dortigen vergrößerten Strömungsquerschnitt im Vergleich zu den zweiten Abschnitten 35c.

Fig. 5 zeigt ferner, dass eine Länge l_1 eines jeden ersten Abschnitts 33c deutlich größer ist als die Breite b_2 des zweiten Abschnitts 35c. Die Länge l_1 kann zum Beispiel bis zu einer Position gemessen werden und/oder der erste Abschnitt 33c kann sich bis zu einer Position erstrecken, an der das Strömungsfeld 17c beginnt und/oder an der erstmalig die Breite b_2 vorliegt.

Aus Fig. 5 ist ersichtlich, dass die Länge l_1 im Verhältnis zur Breite b_2 geringer ist als das 20-fache, insbesondere das 15-fache, insbesondere als das 12-fache, insbesondere als das 10-fachen und insbesondere als das 8-fache.

Sowohl die Richtungsänderung im Bereich des Krümmungsabschnitts 52 als auch der Fluidaustausch zwischen dem ersten Kanal 27c und einem jeweils darin mündenden zweiten Kanal 30c verursachen Turbulenzen in der Kühlfluidströmung. Durch die optionale Aufweitung des Strömungsquerschnitts im Krümmungsabschnitt 52, vor allem aber durch die erfindungsgemäße Aufweitung des Strömungsquerschnitts in einem jedem ersten Abschnitt 33c, wird die Strömungsgeschwindigkeit in diesem Bereich erhöhter Turbulenzen gezielt reduziert, was Druckverluste begrenzt.

Fig. 6 zeigt eine Orthogonalprojektion eines Ausschnitts der Separatorplatte 2, die analog zu Fig. 5 orientiert ist, in eine zu den Planflächenebenen der Einzelplatten 2a, 2b parallele Ebene. Die Ansicht entspricht einer Durchsicht durch den entsprechenden Ausschnitt der Separatorplatte 2. Der gezeigte Ausschnitt entspricht in etwa einem Bereich, der die schematisch dargestellten Strukturen aus Fig. 5 aufweist. Positionen der Verteilbereiche 20a-c und Strömungsfelder 17a-c an den Außen- und Innenseiten der ersten und zweiten

Einzelplatten 2a,b sind eingetragen. Diese überlappen sich jeweils zumindest abschnittsweise.

Ferner erkennt man Positionen und Ausmaße von Überlappungen der Kanal-Steg-Strukturen 46a, b sowie die gemeinsam hiervon begrenzte Kühlfluidverteilstruktur 19.

Drei erste Kanäle 27c der Kühlfluidverteilstruktur 19 sind gezeigt, die jeweils komplementär zu Stegen 27b an der Außenseite der ersten Einzelplatte 2b geformt sind. Gezeigt ist ferner der fluidleitende Anschluss des optionalen Krümmungsabschnitts 52 eines jeden ersten Kanals 27c an zwei zweite Kanäle 30c an der Innenseite der zweiten Einzelplatte 2a (komplementär geformt zu Stegen 27a an der Außenseite der zweiten Einzelplatte 2a). Nicht sämtliche der zweiten Kanäle 30c sind in Figur 6 mit einem entsprechenden Bezugszeichen markiert. Für einige der zweiten Kanäle 30c sind deren aufgeweitete erste Abschnitte 33c und deren breitenreduzierte zweite Abschnitte 35c markiert.

Für einen der zweiten Kanäle 30c ist der aufgeweitete erste Abschnitte 33c schraffiert dargestellt. Der erste Abschnitte 33c erstreckt sich demnach von einem Mündungsbereich in den ersten Kanal 27c (sh. linkes Ende des ersten Abschnitts 33c in Fig. 6) bis zu einer Position, an der erstmal die reduzierte und vorzugsweise in das Strömungsfeld 17c weitergeführte Breite b2 (sh. Fig. 5) des zweiten Abschnitts 35c vorliegt. Dabei umfasst der erste Abschnitt 33c auch einen ebenfalls aufgeweiteten Teilabschnitt 37c. Dieser Teilabschnitt 37c liegt zumindest abschnittsweise keinem Kanal an der Innenseite der ersten Einzelplatte 2b gegenüber, sondern einem dort ausgebildeten Steg 29c.

Das entlang der zweiten Kanäle 30c geführte Kühlfluid überströmt somit im Teilabschnitt 37c einen Steg 29c an der Innenseite der ersten Einzelplatte 2b, sodass ein Strömungsquerschnitt für das Kühlfluid in diesem Bereich ausschließlich in der zweiten Einzelplatte 2a bereitgestellt ist.

In Figur 6 sind ebenfalls weitere Kanäle 28c an der Innenseite der ersten Einzelplatte 2b gezeigt. Diese sind Bestandteil der Kühlfluidverteilstruktur 19 und sind komplementär geformt zu den Stegen 28b an der Außenseite dieser ersten Einzelplatte 2b, siehe Figur 3. Die Kanäle 28c liegen Abschnitten der zweiten Kanäle 30c gegenüber.

Weiter zeigt Figur 6, dass das zweite Segment 54 eines jeden ersten Kanals 27c in das Strömungsfeld 17c der Kühlfluidverteilstruktur 19 hineingeführt und dort als Kanal fortgesetzt wird. Dieser liegt einem weiteren zweiten Kanal 31c an der Innenseite der zweiten Einzelplatte 2a gegenüber, der komplementär geformt ist zu einem der Stege 28a an der Außenseite dieser zweiten Einzelplatte 2a (siehe Figur 4). Der weitere zweite Kanal 31c ist ein Beispiel eines im Vergleich zu den vorstehend diskutierten zweiten Kanälen 30c anderen Typs von zweiten Kanälen 31c an der Innenseite der zweiten Einzelplatte 2a. Abweichend von Figur 4 weist der erste Kanal 27c zu Beginn des Krümmungsabschnitts 52 eine Stufe St auf, die maximale Höhe im Krümmungsabschnitt 52 erstreckt sich aber ansonsten konstant.

Figur 6 zeigt schließlich auch zwei Übergabewinkel W2, W3 zwischen einem jeweiligen ersten Kanal 27c (insbesondere dessen optionalem Krümmungsabschnitt 52) und jeweils einem der zweiten Kanäle 30c. Der erste Übergabewinkel W2 wird eingeschlossen durch eine Längsachse L1 des Krümmungsabschnitts 52 und eine Längsachse L2 des zweiten Kanals 30c und insbesondere von dessen erstem Abschnitt 33c. Die Längsachsen L1, L2 verlaufen vorzugsweise in Breitenrichtung jeweils mittig durch die genannten Abschnitte bzw. Bereiche. Es wird derjenige zweite Kanal 30c betrachtet, der näher zu dem in Figur 6 im Fall des obersten Kanals 27c nicht dargestellten ersten Segments 50 positioniert ist. Ferner wird der kleinste eintragbare Schnittwinkel zwischen den Längsachsen L1, L2 betrachtet.

Der zweite Übergabewinkel W3 wird zwischen der Längsachse L1' des Krümmungsabschnitts 52 und der Längsachse L2' des anderen zweiten Kanals 30c und insbesondere von dessen erstem Abschnitt 33c aufgespannt. Dabei wird derjenige zweite Kanal 30c betrachtet, der weiter entfernt von dem im Fall des obersten Kanals 27c nicht dargestellten ersten Segments 50 positioniert ist.

Aufgrund der Krümmung des Krümmungsabschnitts 52 liegt die betrachtete Längsachse L2' gegenüber der Längsachse L2 des ersten Übergabewinkels W2 leicht anders. Zur Definition der Übergabewinkel W2, W3 wird folglich stets eine Längsachse L1 eines lokalen Bereichs des ersten Kanals 27c und insbesondere des Krümmungsabschnitts 52 herangezogen, der von der Längsachse L2 des entsprechend betrachteten zweiten Kanals 30c geschnitten wird.

Der erste Übergabewinkel W2 ist in dem gezeigten Beispiel größer als der zweite Übergabewinkel W3, z.B. um wenigstens 5° oder wenigstens 10°. Beide Übergabewinkel W2, W3 sind kleiner als 80°, insbesondere kleiner als 70° oder insbesondere kleiner als 60°, vorzugsweise aber größer als 40°.

Der Vollständigkeit halber zeigt Fig. 6 auch einen Winkel W1, der von den ersten und zweiten Segmenten 50, 54 eines jeweiligen ersten Kanals 27c aufgespannt wird.

5

Patentansprüche

1. Separatorplatte (2) für ein elektrochemisches System (1), umfassend eine erste Einzelplatte (2b) und eine zweite Einzelplatte (2a), deren Innenseiten einander zugewandt sind und gemeinsam eine Kühlfluidverteilstuktur (19) begrenzen, wobei die Separatorplatte (2) mindestens eine erste Durchgangsöffnung (11a) zum Durchleiten eines Kühlfluids durch die Separatorplatte (2) aufweist und die Kühlfluidverteilstuktur (19) mindestens einen Verteilbereich (20c) und ein Strömungsfeld (17c) aufweist,
- 15 wobei die Innenseite der ersten Einzelplatte (2b) eine Vielzahl von Stegen (29c) und dazwischen ausgebildeten ersten Kanälen (27c) aufweist, wobei die ersten Kanäle (27c) jeweils wenigstens eine durchgängige Fluidverbindung von dem Verteilbereich (20c) in das Strömungsfeld (17c) definieren, wobei die Innenseite der zweiten Einzelplatte (2a) eine Vielzahl von Stegen (34c) und dazwischen ausgebildeten zweiten Kanälen (30c) aufweist, wobei zumindest einige der zweiten Kanäle (30c) jeweils einen ersten Abschnitt (33c) aufweisen, der in einen der ersten Kanäle (27c) mündet, und einen zweiten Abschnitt (35c), der sich in dem Strömungsfeld (17c) erstreckt, wobei der erste Abschnitt (33c) einen Strömungsquerschnitt aufweist, der gegenüber einem Strömungsquerschnitt des zweiten Abschnitts (35c) vergrößert ist.
- 20
2. Separatorplatte (2) nach Anspruch 1, wobei der Strömungsquerschnitt des ersten Abschnitts (33c) um wenigstens 20 % gegenüber dem Strömungsquerschnitt des zweiten Abschnitts (35c) vergrößert ist und insbesondere um wenigstens 30 % oder um wenigstens 40 %.
- 30
3. Separatorplatte (2) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Strömungsquerschnitt des ersten Abschnitts (33c) maßgeblich durch eine Vergrößerung einer Breitenabmessung (b1) des zweiten Kanals (30c) vergrößert ist, wobei die Breitenabmessung (b1) in oder parallel zu einer Planflächenebene der Separatorplatte (2) verläuft.
- 35
4. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine maximale Höhenabmessung des ersten Abschnitts (33c) und des zweiten Abschnitts (35c) um nicht mehr als 20 % voneinander abweichen, wobei die Höhenabmessung senkrecht zu einer Planflächenebene der Separatorplatte (2) verläuft.
- 40
5. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das jeweilige Münden eines zweiten Kanals (30c) in einen der ersten Kanäle (27c)

umfasst, dass ein offenes Ende des zweiten Kanals (30c), das einer Berührebene zwischen der ersten und zweiten Einzelplatte (2a, 2b) zugewandt ist, dem ersten Kanal (27c) gegenüberliegt.

- 5 6. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei die zumindest einigen der zweiten Kanäle (30c) jeweils abschnittsweise einem an der Innenseite der ersten Einzelplatte (2b) ausgebildeten Steg (29c) gegenüberliegen.
- 10 7. Separatorplatte (2) nach Anspruch 6,
wobei die zumindest einigen der zweiten Kanäle (30c) jeweils einen Teilabschnitt (37c) aufweisen, der dem an der Innenseite der ersten Einzelplatte (2b) ausgebildeten Steg (29c) gegenüberliegt, wobei ein Strömungsquerschnitt des Teilabschnitts (37c) ebenfalls gegenüber einem Strömungsquerschnitt des zweiten Abschnitts (35c) vergrößert ist.
- 15 8. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei ein Strömungsquerschnitt eines in den ersten Kanal (27c) mündenden Bereichs des ersten Abschnitts (33c) und ein Strömungsquerschnitt des Teilabschnitts (37c) um nicht mehr als 50% voneinander abweichen.
- 20 9. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei der erste Abschnitt (33c) eine Länge (l1) aufweist, die geringer ist als das 20-fache, insbesondere das 15-fache, insbesondere als das 12-fache, insbesondere als das 10-fache, insbesondere als das 8-fache der Kanalbreite (b2) im zweiten Abschnitt (35c).
- 25 10. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
wobei sich zumindest einige andere der zweiten Kanäle (30c) im Strömungsfeld (17c) erstrecken und dort jeweils einem der ersten Kanäle (27c) gegenüberliegen.

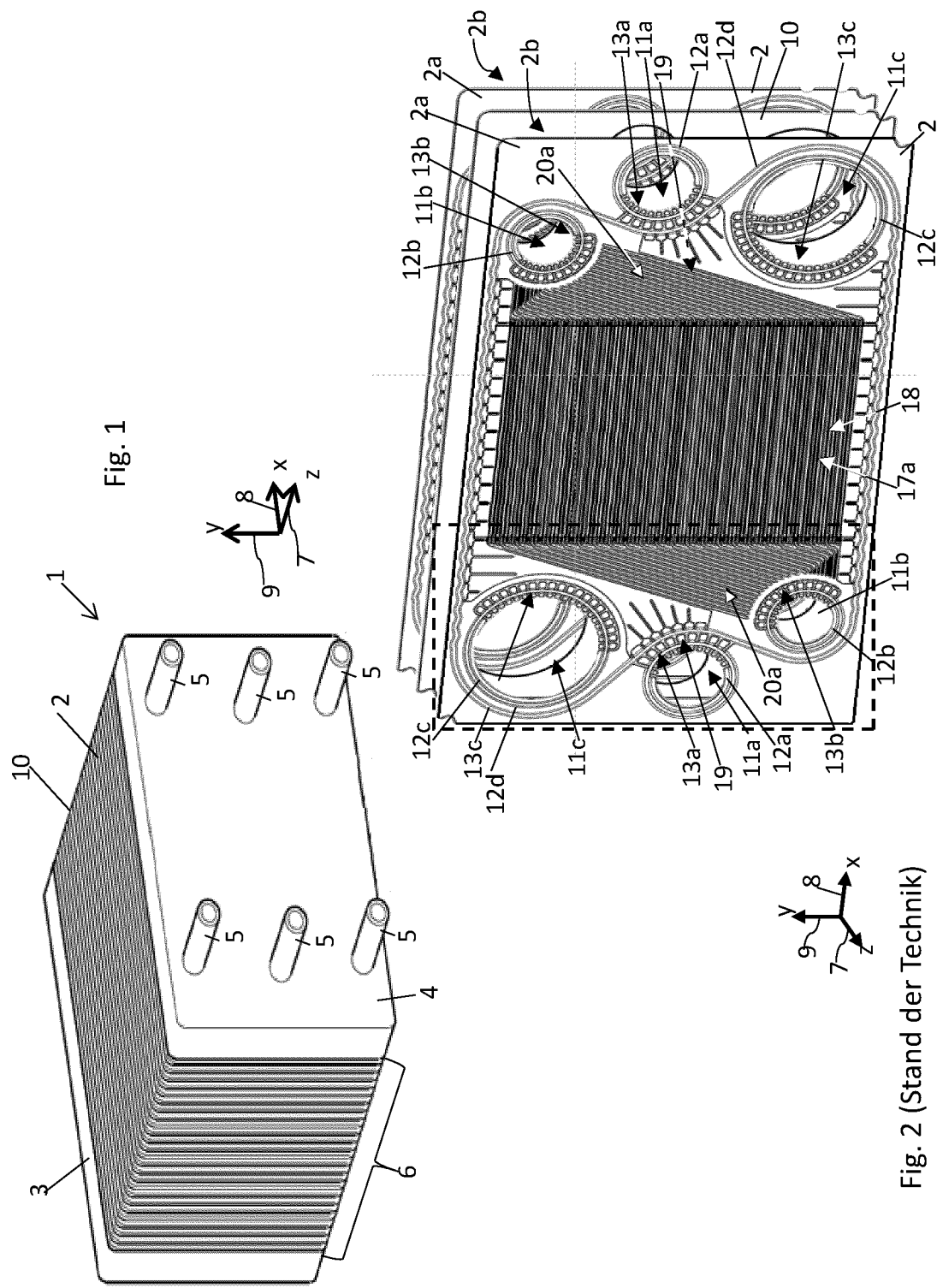
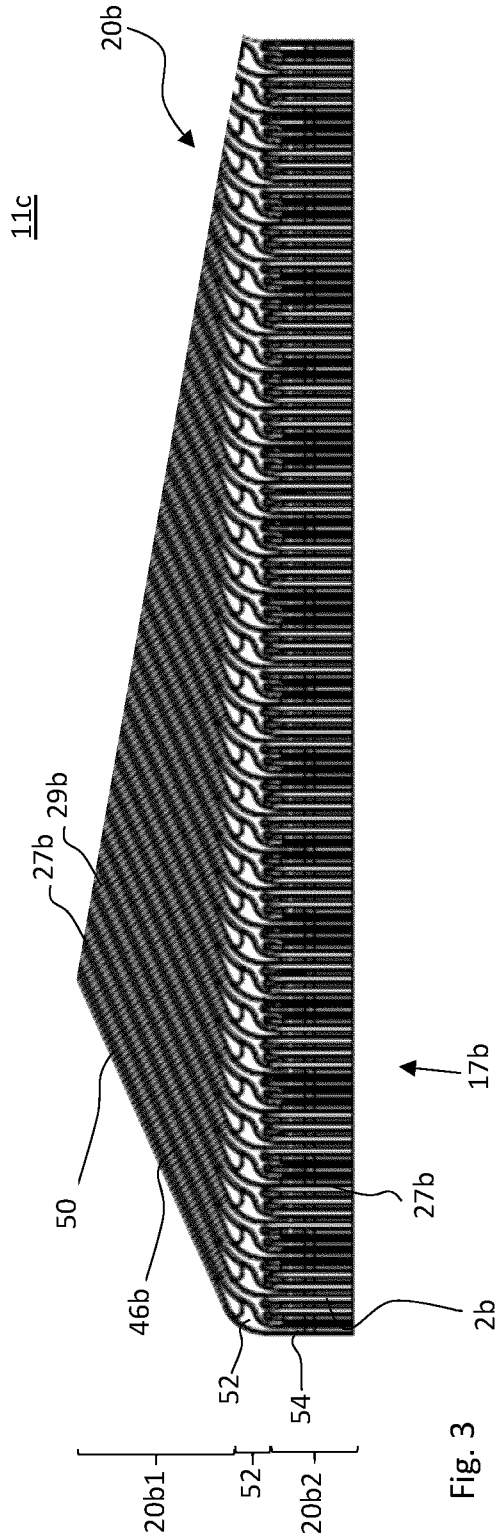
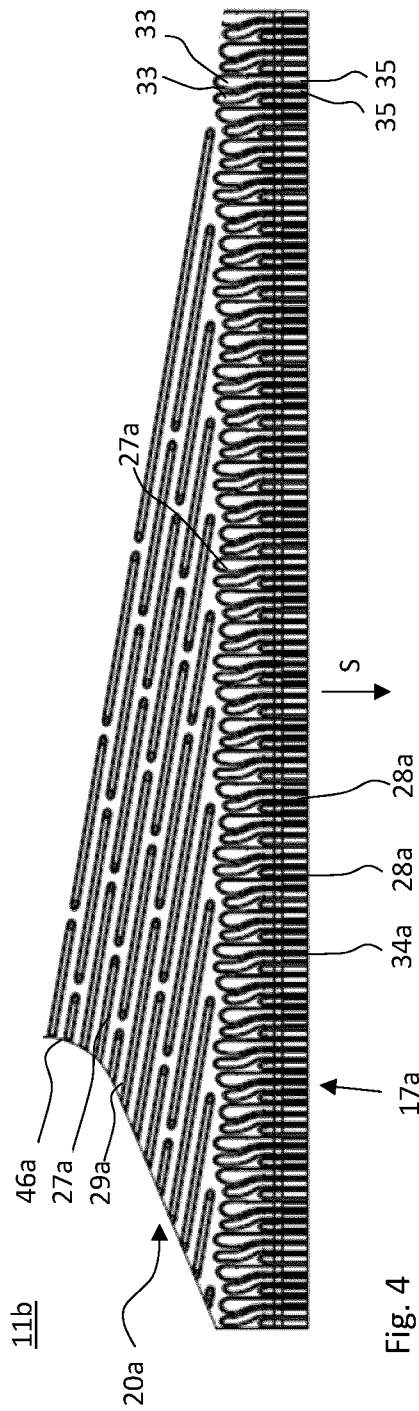
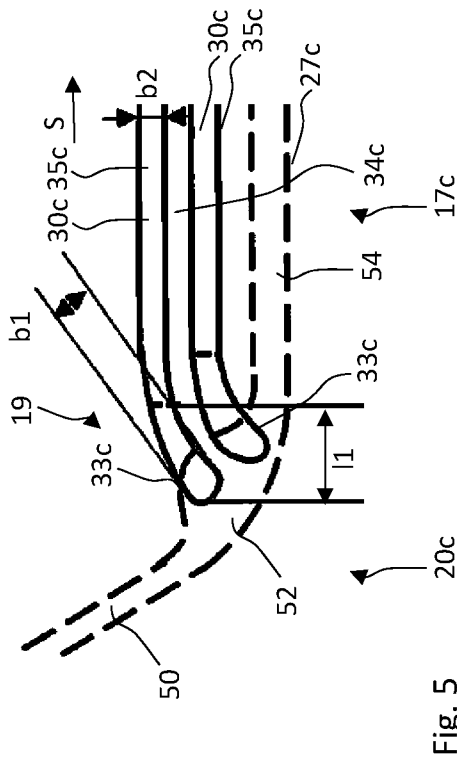


Fig. 1

Fig. 2 (Stand der Technik)





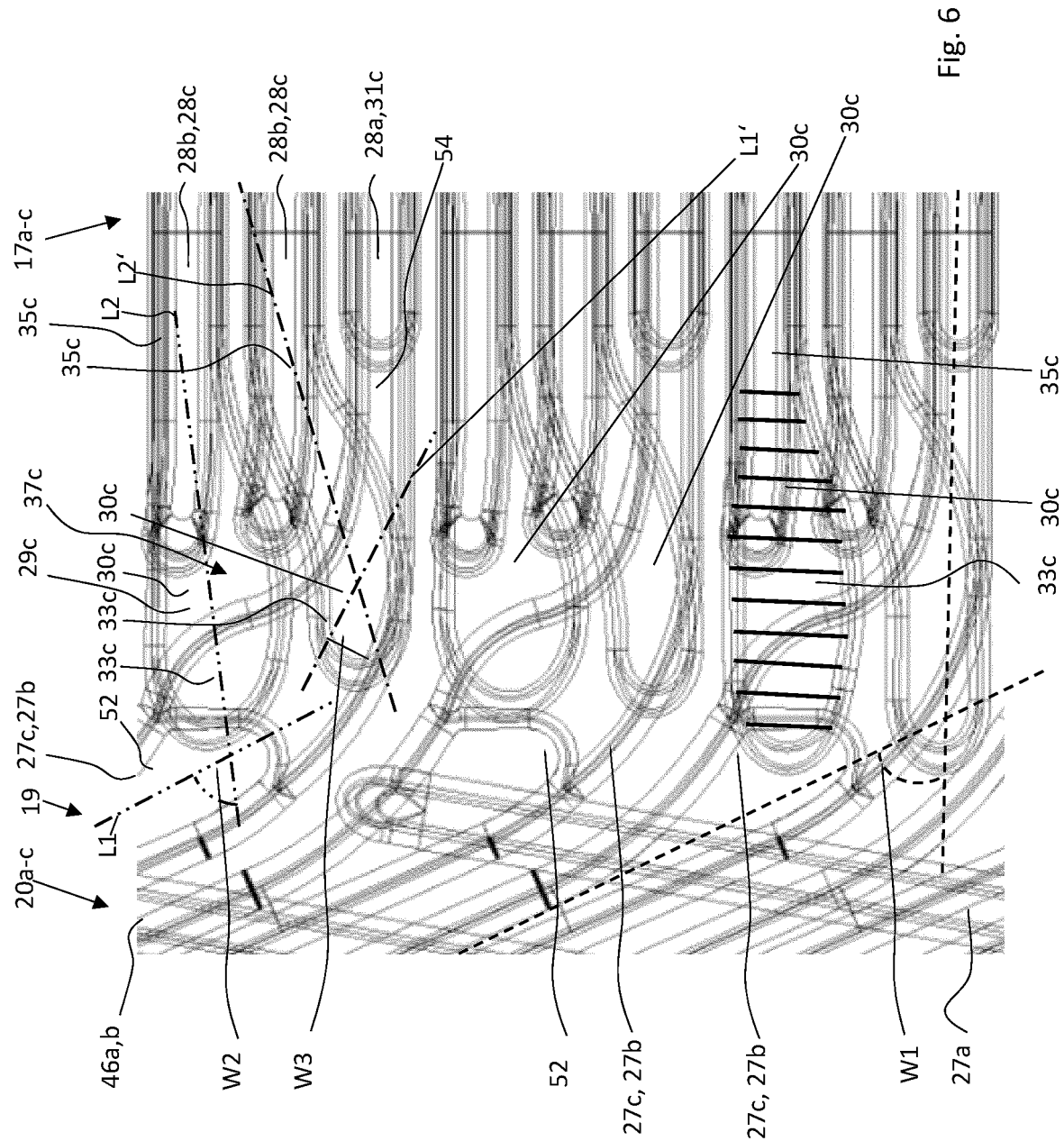


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/066313

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01M 8/0258**(2016.01)i; **H01M 8/026**(2016.01)i; **H01M 8/0267**(2016.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102016212785 A1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]; KIA MOTORS CORP [KR]) 23 March 2017 (2017-03-23) figures 3-7,11,12 paragraphs [0039] - [0070]	1-10
A	US 2018241049 A1 (GRUENWALD BERNADETTE [DE] ET AL) 23 August 2018 (2018-08-23) figures 4a,4c	1-10
A	EP 3686977 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 29 July 2020 (2020-07-29) figures 9-11	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 August 2024

Date of mailing of the international search report

09 September 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

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

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

Authorized officer

Ingelbrecht, Peter

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/066313

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102016212785	A1	23 March 2017	CN	106549180	A	29 March 2017
				DE	102016212785	A1	23 March 2017
				KR	20170035532	A	31 March 2017
				US	2017084932	A1	23 March 2017
US	2018241049	A1	23 August 2018	CN	107925096	A	17 April 2018
				DE	112016003712	A5	17 May 2018
				DE	202015104300	U1	19 August 2016
				JP	6759515	B2	23 September 2020
				JP	2018529184	A	04 October 2018
				US	2018241049	A1	23 August 2018
				WO	2017029158	A1	23 February 2017
EP	3686977	A1	29 July 2020	EP	3686977	A1	29 July 2020
				FR	3092203	A1	31 July 2020

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01M8/0258 H01M8/026 H01M8/0267 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01M		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2016 212785 A1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]; KIA MOTORS CORP [KR]) 23. März 2017 (2017-03-23) Abbildungen 3-7,11,12 Absätze [0039] - [0070] -----	1 - 10
A	US 2018/241049 A1 (GRUENWALD BERNADETTE [DE] ET AL) 23. August 2018 (2018-08-23) Abbildungen 4a,4c -----	1 - 10
A	EP 3 686 977 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 29. Juli 2020 (2020-07-29) Abbildungen 9-11 -----	1 - 10
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 28. August 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 09/09/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Ingelbrecht, Peter

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/066313

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016212785 A1	23-03-2017	CN 106549180 A	29-03-2017
		DE 102016212785 A1	23-03-2017
		KR 20170035532 A	31-03-2017
		US 2017084932 A1	23-03-2017

US 2018241049 A1	23-08-2018	CN 107925096 A	17-04-2018
		DE 112016003712 A5	17-05-2018
		DE 202015104300 U1	19-08-2016
		JP 6759515 B2	23-09-2020
		JP 2018529184 A	04-10-2018
		US 2018241049 A1	23-08-2018
		WO 2017029158 A1	23-02-2017

EP 3686977 A1	29-07-2020	EP 3686977 A1	29-07-2020
		FR 3092203 A1	31-07-2020
