

(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 2024/256512 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/066310

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

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2023 103 247.8
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). **STÖHR, Thomas**; Kurt-Schu-
macher-Str. 17, 88471 Laupheim (DE). **GENTE, Arnold**;
Rhoenstr. 8, 70469 Stuttgart (DE). **SCHOENBAUER, Ste-
fan**; Roemerhofstrasse 7, 71254 Ditzingen (DE). **SCHU-
ERG, Stefan**; Engelbergstr. 9, 71636 Ludwigsburg (DE).
RIEGLER, Udo; Usedom Str. 4, 70439 Stuttgart (DE).

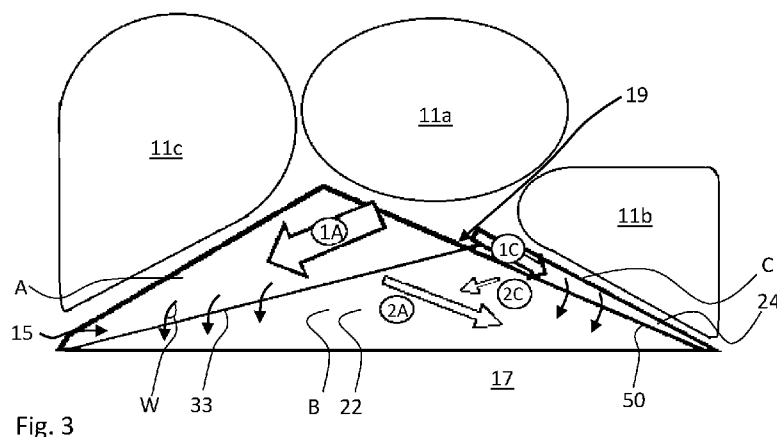
(74) Anwalt: **PFENNING, MEINIG & PARTNER MBB**;
Theresienhöhe 11a, 80339 München (DE).

(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).

(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.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

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. Ebenso offenbart wird ein elektrochemisches System mit einer
10 Vielzahl derartiger Separatorplatten.

Bekannte elektrochemische Systeme der genannten Art umfassen normalerweise einen Stapel elektrochemischer Zellen, die jeweils durch Separatorplatten voneinander getrennt 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
15 die Separatorplatten aus zwei, insbesondere zusammengeführten, Einzelplatten gebildet. Die 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 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), Reaktionsgase (z. B. Luft oder Sauerstoff) oder um Kühlmittel handeln. Im Rahmen dieser Offenbarung können die Begriffe Medium und Fluid
20 25 30 35 gleichbedeutend verwendet werden.

Ferner weisen die Separatorplatten üblicherweise jeweils wenigstens eine Durchgangsöffnung auf, durch die hindurch die Medien und/oder die Reaktionsprodukte zu den zwischen benachbarten Separatorplatten des Stapels angeordneten elektrochemischen Zellen geleitet oder von diesen weggeführt
40

werden können. Ebenso erfolgt die Medienzu- und abfuhr in den Zwischenraum zwischen den Einzelplatten über Durchgangsöffnungen.

5 Aus einer solchen Durchgangsöffnung wird ein jeweiliges Fluid mittels der vorstehend geschilderten Strukturen in einen jeweiligen ersten Verteilbereich geführt und von dort in einen aktiven Bereich der Zelle. 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.

10 Es ist bekannt, an einer ersten Außenseite der Separatorplatte (d.h. einer Außenseite einer ersten Einzelpatte) ein erstes Fluid zu führen (z.B. einen Brennstoff) und an einer davon abgewandten zweiten Außenseite der Separatorplatte (d.h. einer Außenseite einer zweiten Einzelpatte) 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 Medien werden dabei üblicherweise mittels externer Pumpleistungen durch das System geführt.

20 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 stellt höhere Anforderungen an die externe Pumpleistung. Dies senkt das Kühlvermögen der Separatorplatte entsprechend und kann folglich zu Beschränkungen des summarischen Leistungsvermögens des elektrochemischen Systems führen.

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

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

40 Entsprechend wird eine Separatorplatte für ein elektrochemisches System vorgeschlagen, wobei die Separatorplatte aufweist:

- eine erste Einzelplatte und eine zweite Einzelplatte, die einen Innenraum der Separatorplatte mit einer Kühlfluidverteilstruktur begrenzen,
- einen ersten Überlappungsbereich, in dem ein erster Abschnitt der Kühlfluidverteilstruktur und ein erster Abschnitt eines ersten Fluidverteilbereichs einander überlappen, wobei der erste Fluidverteilbereich an einer Außenseite der ersten Einzelplatte ausgebildet ist,
- einen zweiten Überlappungsbereich, in dem ein zweiter Abschnitt der Kühlfluidverteilstruktur, ein zweiter Abschnitt des ersten Fluidverteilbereichs und ein Abschnitt eines zweiten Fluidverteilbereichs einander überlappen, wobei der zweite Fluidverteilbereich an einer Außenseite der zweiten Einzelplatte ausgebildet ist,

und wobei:

- a) der in dem ersten Überlappungsbereich angeordnete erste Abschnitt der Kühlfluidverteilstruktur die einzige fluidische Verbindung zum Führen des Kühlfluids in den zweiten Überlappungsbereich ist; oder
- b) die Separatorplatte ferner einen dritten Überlappungsbereich aufweist, in dem ein dritter Abschnitt der Kühlfluidverteilstruktur und ein weiterer Abschnitt des zweiten Fluidverteilbereichs einander überlappen, wobei ein durch den ersten Abschnitt der Kühlfluidverteilstruktur strömender Volumenstrom erzeugbar ist, der wenigstens dreimal so hoch ist, insbesondere wenigstens fünfmal oder wenigstens zehnmal so hoch ist wie ein durch den dritten Abschnitt der Kühlfluidverteilstruktur strömender Volumenstrom.

Die erste Einzelplatte kann eine Kathodenplatte bilden und/oder kann als erstes Fluid Sauerstoff oder Luft führen.

Die zweite Einzelplatte kann eine Anodenplatte bilden und/oder kann als zweites Fluid Wasserstoff oder sonstiges Brenngas führen.

In dem ersten Überlappungsbereich wird vorzugsweise das zweite Fluid nicht geführt. In dem dritten Überlappungsbereich wird vorzugsweise das erste Fluid nicht geführt. In dem zweiten Überlappungsbereich werden vorzugsweise das erste bis dritte Fluid in voneinander getrennten Strömungsräumen geführt.

Der erste Überlappungsbereich umfasst vorzugsweise keinen Abschnitt des zweiten Fluidverteilbereichs. Mit anderen Worten: In dem ersten Überlappungsbereich überlappen vorzugsweise nur der erste Abschnitt der Kühlfluid-

verteilstruktur und der erste Abschnitt des ersten Fluidverteilbereichs einander. Vorzugsweise liegt dort aber nicht auch eine Überlappung des ersten Abschnitts der Kühlfluidverteilstruktur mit dem zweiten Fluidverteilbereich vor.

5 Ebenso können die Überlappungsbereiche Überlappungen definieren, die auch bei einer Orthogonalprojektion der jeweiligen Abschnitte, Strukturen und Merkmale in eine Planflächenebene der Separatorplatte vorliegen. Eine Überlappung kann gleichbedeutend damit sein, dass die entsprechenden Abschnitte, Strukturen und Merkmale von einer gemeinsamen Achse geschnitten werden, die senkrecht zu der Planflächenebene der Separatorplatte verläuft.

15 Beiden vorstehenden Varianten a) oder b) ist gemein, dass eine bewusst stärker ausgeprägte (oder auch ausschließliche) Fluideinleitung in den zweiten Überlappungsbereich durch einen ausgewählten Abschnitt der Kühlfluidverteilstruktur erfolgt. Dies wird hierin auch als eine asymmetrische Fluideinleitung in den zweiten Überlappungsbereich bezeichnet. Erfindungsgemäß wurde beobachtet, dass dies im Vergleich zu bisherigen symmetrischen Fluideinleitungen einen Kühlfluiddurchsatz mit geringerem Strömungswiderstand ermöglicht, da für das Kühlmittel im zweiten Überlappungsbereich Reibungsverluste reduziert werden (sh. unten).

25 Eine mögliche Ursache für den erfindungsgemäßen Kühlfluiddurchsatz mit geringerem Strömungswiderstand ist, dass bei einer bisherigen symmetrischen (d. h. vergleichbar stark ausgeprägten) Kühlfluideinleitung von mehreren Seiten in den zweiten Überlappungsbereich gegenläufige Kühlfluidströmung ähnlicher Stärke in dem zweiten Überlappungsbereich erzeugt werden. Dies erhöht Reibungsverluste, wenn diese Kühlfluidströmungen aufeinandertreffen.

30 Weitere Vorteile ergeben sich dahingehend, dass aufgrund der bewussten Reduzierung oder auch des Wegfalls des dritten Abschnitts der Kühlfluidverteilstruktur strukturelle Vereinfachungen möglich sind. Bisher verwendete Strukturmerkmale zur Unterstützung des reduzierten oder auch wegfallenden weiteren Kühlfluideinleitungspfades entlang dieses dritten Abschnitts der Kühlfluidverteilstruktur können entsprechend kleiner dimensioniert werden oder ebenfalls wegfallen. Dadurch wird Bauraum innerhalb der Separatorplatte frei, der für andere Zwecke nutzbar ist.

40 Eine Weiterbildung sieht vor, dass der erste Abschnitt der Kühlfluidverteilstruktur anteilig begrenzt wird durch eine Stufe in der zweiten Einzelplatte, die sich in Richtung der ersten Einzelplatte erstreckt. Diese Stufe kann sich

entlang einer Grenzlinie zwischen erstem und zweiten Überlappungsbereich erstrecken und insbesondere entlang eines überwiegenden Längenanteils oder auch entlang der gesamten Länge dieser Grenzlinie. Die Stufe kann einen nachstehend erläuterten Ebenenwechsel der Kühlfluidführung begünstigen und/oder damit zusammenhängende Strömungsräume begrenzen. Die Stufe führt bevorzugt dazu, dass die zweite Einzelplatte unmittelbar benachbart zur Stufe im zweiten Überlappungsbereich in der Planflächenebene der zweiten Einzelplatte verläuft, während sie unmittelbar benachbart zur Stufe im ersten Überlappungsbereich von dieser Planflächenebene beabstandet ist.

Genauer gesagt kann bei einem Übertritt von dem ersten zu dem zweiten Überlappungsbereich ein Ebenenwechsel der Kühlfluidführung erfolgen. Insbesondere kann ein Wechsel von Strömungsebenen der Kühlfluidverteilstruktur in der Weise stattfinden, dass sich im ersten Überlappungsbereich ein Strömungsquerschnitt der Kühlfluidverteilstruktur maßgeblich in einem von der zweiten Einzelplatte aufgespannten Strömungsraum für das Kühlfluid erstreckt. Ein Abschnitt der ersten Einzelplatte innerhalb des ersten Überlappungsbereich kann hingegen zu einem größeren Anteil in der Planflächenebene der ersten Einzelplatte liegen und somit im Vergleich keinen signifikanten Strömungsraum für das Kühlfluid bereitstellen. In dem zweiten Überlappungsbereich kann der Strömungsraum hingegen zumindest anteilig auch von der ersten Einzelplatte aufgespannt werden.

In an sich bekannter Weise kann eine Planflächenebene einer jeweiligen Einzelplatte z. B. durch einen Rand der Einzelplatte oder durch diejenigen ebenen Bereiche oder Abschnitte der Einzelplatte festgelegt sein, die nicht infolge eines Präge- oder Tiefziehprozesses zum Ausbilden insbesondere der hierin geschilderten Steg-Kanal-Strukturen oder Sicken verformt sind. Einerseits können die Planflächenebenen in den neutralen Fasern der entsprechenden Abschnitte der Einzelplatten verlaufen, andererseits ist es auch möglich, die Oberflächen der betreffenden Abschnitte der Einzelplatten als Planflächenebenen zu betrachten. Bei letzterer Betrachtungsweise ist allerdings darauf zu achten, dass bei Distanzen o. dgl. die Materialstärke nur einer von zwei betrachteten Einzelplatten berücksichtigt wird.

Auch bei einem Übertritt von dem dritten Überlappungsbereich in den zweiten Überlappungsbereich kann ein Ebenenwechsel der Kühlfluidführung erfolgen. Insbesondere kann ein Wechsel von Strömungsebenen der Kühlfluidverteilstruktur in der Weise stattfinden, dass im dritten Überlappungsbereich ein Strömungsquerschnitt der Kühlfluidverteilstruktur sich maßgeblich in einem von der ersten Einzelplatte aufgespannten Strömungsraum für das Kühlfluid

erstreckt. Ein Abschnitt der zweiten Einzelplatte innerhalb des dritten Überlappungsbereich kann hingegen überwiegend in der Planflächenebene der zweiten Einzelplatte liegen und somit im Vergleich keinen signifikanten Strömungsraum für das Kühlfluid bereitstellen. In dem zweiten Überlappungsbereich kann hingegen ein Strömungsraum für das Kühlfluid wiederum zumindest anteilig auch von bzw. in der zweiten Einzelplatte bereitgestellt werden.

Es versteht sich, dass jegliche der vorstehend erwähnten Strömungsräume von der Kühlfluidverteilstuktur umfasst sein können und beispielsweise fluidführende Hohlräume innerhalb der Kühlfluidverteilstuktur ausbilden.

Bei einer weiteren Variante, die auf die vorstehende Option b) aufbaut, wird der dritte Abschnitt der Kühlfluidverteilstuktur anteilig begrenzt durch eine Stufe in der ersten Einzelplatte, die sich in Richtung der zweiten Einzelplatte erstreckt. Diese Stufe kann den vorstehend erläuterten Ebenenwechsel der Kühlfluidführung beim Übertritt von dem dritten in den zweiten Überlappungsbereich verursachen. Sie kann einen innerhalb des dritten Abschnitts maßgeblich in der ersten Einzelplatte ausgebildeten Kühlfluid-Strömungsraum begrenzen und/oder das Kühlfluid auf die anders gelegene Strömungsebene innerhalb des zweiten Überlappungsbereichs führen. Die Stufe kann sich entlang einer Grenzlinie zwischen drittem und zweiten Überlappungsbereich erstrecken und insbesondere entlang eines überwiegenden Längenanteils oder auch entlang der gesamten Länge dieser Grenzlinie.

Ein weiterer Aspekt umfassend die vorstehende Option b) sieht vor, dass ein Strömungsquerschnitt eines Übergangs zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt der Kühlfluidverteilstuktur größer ist als ein (z. B. kumulierter) Strömungsquerschnitt eines Übergangs zwischen dem dritten und zweiten Abschnitt der Kühlfluidverteilstuktur. Dies begünstigt einen höheren Fluiddurchsatz durch den ersten Abschnitt und somit die angestrebte Asymmetrie der Kühlfluidführung.

Bei einer weiteren Variante umfassend die vorstehende Option b) weist der erste Abschnitt der Kühlfluidverteilstuktur, beispielsweise an einer Innenseite der zweiten Einzelplatte, eine erste kühlfluidverteilende Steg-Kanal-Struktur auf und der dritte Abschnitt der Kühlfluidverteilstuktur eine weitere kühlfluidverteilende Steg-Kanal-Struktur, beispielsweise an einer Innenseite der ersten Einzelplatte, wobei die erste und die weitere kühlfluidverteilende Steg-Kanal-Struktur jeweils eine Vielzahl und/oder eine sich mehrfach wiederholende Abfolge von Stegen und von zwischen jeweils zwei Stegen ausgebildeten Kanälen aufweisen. Jegliche hierin offenbarten Stege und Kanäle können auf

voneinander verschiedenen Höhen relativ zu einer Planflächenebene einer Einzelplatte liegen, in der sie ausgebildet sind.

In dem vorstehenden Zusammenhang kann ferner vorgesehen sein, dass ein durch die erste fluidverteilende Steg-Kanal-Struktur definierter Strömungsquerschnitt des ersten Abschnitts größer ist als ein durch die weitere fluidverteilende Steg-Kanal-Struktur definierter Strömungsquerschnitt des dritten Abschnitts. Dies kann vorteilhafterweise in dem vorstehend erläuterten vergrößerten, z. B. kumulierten, Strömungsquerschnitt eines Übergangs zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt der Kühlfluidverteilstruktur resultieren.

Zusätzlich oder alternativ können sich die Stege und Kanäle der weiteren fluidverteilenden Steg-Kanal-Struktur in dem zweiten Abschnitt entlang einer jeweiligen Längsachse erstrecken und können zumindest einige der Stege und/oder Kanäle, insbesondere von Kanälen bzw. Stegen, von der den dritten und zweiten Abschnitt begrenzenden Stufe in Richtung des von der den ersten und zweiten Abschnitt begrenzenden Stufe abgewandten Endes des zweiten Abschnitts verlaufen, in wenigstens einem Abschnitt ihrer jeweiligen Längsachsen unterbrochen sein. Dies reduziert die durch die Stege und/oder Kanäle bereitgestellten Räume für das Kühlfluid, sodass der Kühlfluiddurchsatz in dem zweiten Abschnitt der Kühlfluidverteilstruktur im von der zweiten Einzelplatte aufgespannten Strömungsraum reduziert und die Asymmetrie der Fluidführung verstärkt wird.

Eine Ausführungsform sieht vor, dass ein von dem ersten Fluidverteilbereich verteiltes Fluid Sauerstoff oder Luft ist und ein von dem zweiten Fluidverteilbereich verteiltes Fluid Wasserstoff ist.

Bei einer Weiterbildung ist der erste Fluidverteilbereich mit einem ersten Strömungsfeld der Separatorplatte und der zweite Fluidverteilbereich mit einem zweiten Strömungsfeld der Separatorplatte fluidleitend verbunden.

Insbesondere ist das erste Strömungsfeld über den ersten Fluidverteilbereich fluidleitend mit einer in der Separatorplatte ausgebildeten ersten Durchgangsöffnung verbunden, das zweite Strömungsfeld über den zweiten Fluidverteilbereich fluidleitend mit einer in der Separatorplatte ausgebildeten zweiten Durchgangsöffnung verbunden und die Kühlfluidverteilstruktur ist fluidleitend mit einer in der Separatorplatte ausgebildeten dritten Durchgangsöffnung verbunden. Am Übergang von den Überlappungsbereichen in die Strömungsfelder können die Kühlverteilstrukturen in einem kurzen Abschnitt eine geringere Tiefe aufweisen, bevor der Hauptbereich des Strömungsfelds erreicht

wird. Hierdurch wird die größere Dicke der angrenzenden Bauteile kompensiert.

Jegliches hier offenbarte Strömungsfeld an einer der Außenseiten der Einzelplatten kann sich zum Beispiel dadurch auszeichnen, dass sämtliche hiervon umfassten Stege und Kanäle geradlinig sind und parallel zueinander sowie parallel zu einer Hauptströmungsrichtung des Strömungsfelds verlaufen. Alternativ könnten die Stege und Kanäle des Strömungsfelds aber auch wellenförmig sein und mit gleichartiger Wellenform nebeneinander sowie entlang einer Hauptströmungsrichtung des Strömungsfeldes verlaufen. Die Wellenform kann gleichmäßig um die Hauptströmungsachse oszillieren und/oder die Hauptströmungsachse kann eine Mittelachse der Wellenform definieren, um die wellenartig oszilliert wird.

Zusätzlich oder alternativ kann sich ein Strömungsfeld an einer der Außenseiten der Einzelplatten 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 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 dem Strömungsfeld zugeordneten weniger tief ausgeformten Bereichs verhalten, in dem der MEA-Verstärkungsrand und die GDL einander überlappen.

Gemäß einem optionalen Aspekt tritt das von dem ersten Abschnitt der Kühlfluidverteilstruktur geführte Kühlfluid über eine Steg-Kanal-Struktur an einer Innenseite der zweiten Einzelplatte, die eine komplementär geformte Steg-Kanal-Struktur des ersten Fluidverteilbereichs ausbildet, in den zweiten Überlappungsbereich ein. Dies erfolgt insbesondere ausschließlich über die innenseitige Steg-Kanal-Struktur von der Innenseite der zweiten Einzelplatte in den zweiten Überlappungsbereich. Damit einhergehen kann der vorstehend erläuterte Ebenenwechsel der Kühlfluidführung bei einem Übertritt von dem ersten in den zweiten Überlappungsbereich.

Bei einer weiteren Ausführungsform tritt das von dem dritten Abschnitt der Kühlfluidverteilstruktur geführte Kühlfluid über eine Steg-Kanal-Struktur an einer Innenseite der ersten Einzelplatte, die eine komplementär geformte Steg-Kanal-Struktur des zweiten Fluidverteilbereichs ausbildet, in den zweiten

Überlappungsbereich ein, und tritt insbesondere ausschließlich über die innenseitige Steg-Kanal-Struktur von der Innenseite der ersten Einzelplatte in den zweiten Überlappungsbereich ein.

5 Insbesondere kann das Kühlfluid aus dem ersten und/oder dem dritten Überlappungsbereich unter einer Änderung einer Strömungsrichtung in den zweiten Überlappungsbereich eintreten, wobei die Änderung der Strömungsrichtung einen Winkel von mehr als 90° , vorzugsweise mehr als 110° und insbesondere mehr als 135° umfasst.

10

Eine weitere Variante sieht vor, dass innerhalb des ersten Abschnitts der Kühlfluidverteilstuktur eine Innenseite der zweiten Einzelplatte abweichend von der Steg-Kanal-Struktur der Innenseite der ersten Einzelplatte ausgebildet ist. Insbesondere können innerhalb des ersten Abschnitts an der Innenseite der

15

zweiten Einzelplatte:

- weniger Stege und Kanäle als innerhalb der Steg-Kanal-Struktur der Innenseite der ersten Einzelplatte vorhanden sein; und/oder
- keine oder zumindest weniger Stege oder Kanäle vorhanden sein, die in den zweiten Überlappungsbereich münden und/oder die in eine etwaige dritte Durchgangsöffnung der vorstehend erläuterten Art münden; und/oder
- Abstände zwischen Stegen und Kanalbreiten größer sein als innerhalb der Steg-Kanalstruktur der Innenseite der ersten Einzelplatte.

20

25

Die Abstände und Kanalbreiten können in oder parallel zur Planflächenebene der zweiten Einzelplatte gemessen werden. Jegliche hier offenbarten Stege und Kanäle können langgestreckt sein, sodass eine jeweilige Breitenabmessung quer zu deren Längserstreckung verläuft.

30

Die vorstehenden Varianten begünstigen jeweils einen Fluiddurchsatz mit geringem Strömungswiderstand durch den ersten Abschnitt, bspw. da an der Innenseite der zweiten Einzelplatte weniger Strömungshindernisse vorliegen.

35

Offenbart wird ebenfalls ein elektrochemisches System mit einer Mehrzahl von Separatorplatten gemäß jeglichem hier offenbarten Aspekt und zwischen diesen Separatorplatten angeordneten elektrochemischen Zellen.

40

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 gemäß einem Ausführungsbeispiel dieser Offenbarung mit einer Vielzahl von gestapelten Separatorplatten samt dazwischen angeordneter Membranelektrodeneinheiten.

5

Figur 2 zeigt in einer perspektivischen Darstellung zwei Separatorplatten eines Systems ähnlich Figur 1 mit einer zwischen den Separatorplatten angeordneten Membranelektrodeneinheit (MEA), wobei die Separatorplatten gemäß einem Beispiel des Standes der Technik ausgebildet sind.

10

Figur 3 zeigt in schematisch stark vereinfachter Darstellung eine Kühlmittelführung innerhalb eines Abschnitts einer Separatorplatte, die gemäß einer ersten Ausführungsform dieser Offenbarung ausgebildet ist.

15

Figur 4 zeigt eine perspektivische Teilansicht der Separatorplatte der ersten Ausführungsform mit Blick auf einen Fluidverteilbereich einer zweiten Einzelplatte, insbesondere Anodenplatte, der Separatorplatte.

20

Figur 5 zeigt eine schematische, vereinfachte Ansicht der Fluidführung in einem Fluidverteilbereich der erfindungsgemäßen Separatorplatte.

25

Figur 6 zeigt eine perspektivische Teilansicht einer Separatorplatte gemäß einer weiteren Ausführungsform mit Blick auf einen Fluidverteilbereich einer ersten Einzelplatte, insbesondere Kathodenplatte, der Separatorplatte.

Figur 7 zeigt eine schematische, vereinfachte Ansicht der Fluidführung in einem Fluidverteilbereich der erfindungsgemäßen Separatorplatte.

30

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.

35

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 ange-

40

ordnet (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.

5

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.

10

15

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.

20

25

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.

30

35

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 zusammengefügte Einzelplatten 2a, 2b gebildet, von denen in Figur 2 jeweils nur die dem Betrachter zugewandte Einzelplatte 2a sichtbar ist, die die weitere

40

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 von den erfindungsgemäßen Strukturen der nachstehenden weiteren Figuren 3 bis 7 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 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.

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 gezeigt). Alternative Dichtsysteme, wie etwa Elastomerdichtungen können ebenfalls zum Einsatz kommen.

Angrenzend an den elektrochemisch aktiven Bereich 18 der MEA weist die dem Betrachter zugewandte Einzelplatte 2a an ihrer dem Betrachter der Figur 2 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 der Figur 2 zugewandten Außenseite der

Separatorplatte 2 weist die dem Betrachter zugewandte Einzelplatte 2a zu-
dem zwei Verteilbereiche 20 auf. Die Verteilbereiche 20 umfassen jeweils
Strukturen, die eingerichtet sind, ein ausgehend von einer ersten der beiden
Durchgangsöffnungen 11b in einen der Verteilbereiche 20 eingeleitetes Me-
5 dium mittels des Strömungsfelds 17 über den aktiven Bereich 18 zu verteilen
bzw. ein ausgehend vom aktiven Bereich 18 zur zweiten der Durchgangsöff-
nungen 11b hinströmendes Medium zu sammeln oder zu bündeln. In letzte-
rem Fall kann der sammelnden Verteilbereich 20 auch als ein Sammelbereich
bezeichnet werden.

Die fluidführenden Strukturen der Verteilbereiche 20 sind in Figur 2 ebenfalls
durch Stege und zwischen den Stegen verlaufende und durch die Stege be-
grenzte Kanäle gegeben.

Ohne dass dies in Figur 2 gesondert dargestellt ist, weist eine zwischen den
Einzelplatten 2a, 2b ausgebildete und/oder eingeschlossene Kühlfluidvertei-
struktur 19 ebenfalls Verteilbereiche auf, welche sich mit den Verteilberei-
chen 20 der Einzelplatten 2a, 2b überlappen. Diese Kühlfluidverteilstuktur 19
ist fluidisch mit einem Strömungsfeld verbunden oder umfasst dieses, wobei
20 dieses Strömungsfeld mit den Strömungsfeldern 17a, 17b der Außenseiten der
Einzelplatten 2a, 2b überlappt bzw. zwischen diesen eingeschlossen ist. Die
Steg-Kanal-Strukturen an den Außenseiten der Einzelplatten 2a, 2b bilden da-
bei komplementär geformte Steg-Kanal-Strukturen an den entsprechenden In-
nenseiten aus und somit komplementär geformte Steg-Kanal-Strukturen der
25 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 Ver-
35 gleich 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 Kühlfluidverteilstruktur 19 bildet, miteinander in Fluidverbindung. Dies erfolgt beispielsweise wiederum durch Durchführungen 13a. Dieser Hohlraum bzw. diese Kühlfluidverteilstruktur 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.

Im Folgenden werden anhand der Figuren 3 bis 7 Fluidführungen bei einer Separatorplatte 2 gemäß einer Ausführungsform der Erfindung erläutert. Die Separatorplatte 2 ist prinzipiell analog zu den Figuren 1 und 2 ausgebildet und weist zusätzlich die nachstehend erläuterten Merkmale und Besonderheiten hinsichtlich der Fluidführungen auf. Dabei wird in den Figuren 3 bis 7 jeweils in etwa ein in Fig. 2 gestrichelt umrissener Bereich einer Separatorplatte 2 betrachtet, wobei jedoch teilweise auch auf die vom Betrachter abgewandte Außenseite der ersten Einzelplatte 2b oder auf die innere Kühlfluidstruktur Bezug genommen wird.

Des Weiteren werden in den nachstehend erläuterten Figuren 3 bis 7 Verteilbereiche 20 der Einzelplatten 2a, 2b sowie die Kühlfluidverteilstruktur 19 betrachtet, welche jeweils ein Fluid von einer der Durchgangsöffnungen 11a-c zu einem Strömungsfeld 17, 17a-b führen. Jedoch gelten die Ausführungen ebenso für die sammelnden Verteilbereiche 20 (bzw. Sammelbereiche) der Separatorplatte 2 an dem entsprechend anderen Ende der Strömungsfelder

17, 17a-b. Insbesondere können im Falle einer umgekehrten Fluidströmungsrichtung die im Folgenden betrachteten fluidverteilende Verteilbereiche 20 ebenso als Sammelbereiche fungieren.

5 Figur 3 zeigt in schematisch stark vereinfachter Darstellung eine Kühlmittelführung innerhalb einer erfindungsgemäßen Separatorplatte 2. Genauer gesagt ist eine Erstreckung der Kühlfluidverteilstuktur 19 in einem zu dem gestrichelt umrissenen Bereich aus Fig. 2 analogen Bereich schematisch dargestellt. Der dargestellte Bereich entspricht einem Verteilbereich der Kühlfluidverteilstuktur 19. Es versteht sich, dass die Kühlfluidverteilstuktur 19 aufgrund ihrer Lage zwischen den Einzelplatten 2a, 2b bei zusammengefügter Separatorplatte 2 nicht in der dargestellten Weise einsehbar ist.

15 Die Perspektive von Figur 3 ist gegenüber Figur 2 gedreht, wie aus den schematisch dargestellten Positionen der Durchgangsöffnungen 11a-c ersichtlich. Zudem verdeutlicht die Anordnung dieser Durchgangsöffnungen 11a-c, dass die Kühlfluidverteilstuktur 19 in einer Weise orientiert ist, wie wenn eine nicht dargestellte Außenseite der ersten Einzelplatte 2b aus Figur 2 dem Betrachter zugewandt wäre. Die Durchgangsöffnungen 11a-c weisen wiederum
20 die vorstehend erläuterten Größenverhältnisse auf.

25 Die Kühlfluidverteilstuktur 19 wird durch die einander zugewandten Innenseiten der Einzelplatten 2a, 2b begrenzt. Genauer gesagt sind einander gegenüberliegende Bereiche dieser Innenseiten in unterschiedlichem Ausmaß voneinander beanstandet, sodass fluidaufnehmende Freiräume (d. h. Strömungsräume) der Kühlfluidverteilstuktur 19 gebildet werden. Die Kühlfluidverteilstuktur 19 weist zudem nicht dargestellte Steg-Kanal-Strukturen auf, welche an den Außenseiten der Einzelplatten 2a, 2b komplementär geformte Steg-Kanal-Strukturen ausbilden, wie vorstehend anhand von Figur 2 erläutert.

30 Die Kühlfluidverteilstuktur 19 weist drei Abschnitte A, B, C auf, die hier jeweils im Wesentlichen dreiecksförmig ausgebildet sind. Der erste Abschnitt A und der dritte Abschnitt C sind jeweils fluidleitend mit der Kühlfluid-Durchgangsöffnung 11a verbunden. Vorstehend erläuterte fluidverbindende Durchleitungen durch die die Kühlfluid-Durchgangsöffnung 11a umgebenden Dichtelemente sind in Figur 3 nicht gesondert dargestellt, aber dennoch vorhanden. Mittels zwei Pfeilen 1A, 1C ist jeweils eine Fluideinströmung aus der Kühlfluid-Durchgangsöffnung 11a in den ersten und in den dritten Abschnitt A, C dargestellt. Die Größe der Pfeile verdeutlicht die Größenverhältnisse dieser Strömungen. Somit ist ersichtlich, dass die Fluideinströmung 1A in den ers-
35
40

ten Abschnitt A deutlich größer ist (zum Beispiel wenigstens dreimal, wenigstens fünfmal oder wenigstens zehnmal so groß) als die Fluideinströmung 1C in den dritten Abschnitt C. Es versteht sich, dass auch eine umgekehrte Strömungsrichtung möglich ist.

5

Der erste Abschnitt A der Kühlfluidverteilstuktur 19 verläuft in einem ersten Überlappungsbereich 15 der Separatorplatte 2. In diesem überlappt der erste Abschnitt A mit einem ersten Abschnitt eines Verteilbereichs 20 der ersten Einzelplatte 2b, der im Folgenden auch als erster Fluidverteilbereich 21 bezeichnet wird (in Fig. 3 nicht dargestellt). Folglich wird der Abschnitt A von einem Abschnitt der Innenseite der ersten Einzelplatte 2b, der von diesem Fluidverteilbereich 21 abgewandt ist bzw. dessen Innenseite bildet, sowie von einer gegenüberliegenden Innenseite der zweiten Einzelplatte 2a begrenzt. Der entsprechend begrenzende Abschnitt der ersten Einzelplatte 2b verläuft abschnittsweise in der Planflächenebene dieser Einzelplatte 2b. Der entsprechend begrenzende Abschnitt 30 der zweiten Einzelplatte 2a (siehe nachstehend diskutierte Figur 4) ist hingegen überwiegend gegenüber der Planflächenebene dieser Einzelplatte 2a sowie in einer von der ersten Einzelplatte 2b wegweisenden Richtung ausgeformt. Hierdurch bildet er maßgeblich einen Strömungsraum des ersten Abschnitts A der Kühlfluidverteilstuktur 19 aus.

Der zweite Abschnitt B der Kühlfluidverteilstuktur 19 verläuft in einem zweiten Überlappungsbereich 22, in dem sich der erste Fluidverteilbereich 21 und ein zweiter Fluidverteilbereich 23 (in Fig. 3 nicht dargestellt) überlappen, der ein Verteilbereich 20 der zweiten Einzelplatte 2a ist. Die Fluidverteilbereiche 21, 23 sind an den Außenseiten der jeweiligen Einzelplatten 2a, 2b ausgebildet (sh. Fig. 4 und 6). In diesem zweiten Überlappungsbereich 22 liegen sich demnach Abschnitte der Innenseiten der Einzelplatten 2a, 2b gegenüber, die Steg-Kanal-Strukturen aufweisen, die komplementär zu den Steg-Kanal-Strukturen der jeweiligen Fluidverteilbereiche 21, 23 ausgebildet sind. Die Steg-Kanal-Strukturen dieser einander gegenüberliegenden Innenseiten verlaufen in einander kreuzenden Richtungen, was einen erhöhten Durchströmungswiderstand für das Kühlfluid bedeutet.

Der dritte Abschnitt C der Kühlfluidverteilstuktur 19 verläuft in einem dritten Überlappungsbereich 24, in dem ein Abschnitt des zweiten Fluidverteilbereichs 23 und ein Abschnitt 48 (siehe nachstehend diskutierte Figur 6) einer Innenseite der ersten Einzelplatte 2b einander überlappen. Erneut ist darauf hinzuweisen, dass dieser dritte Überlappungsbereich 24 und folglich auch der dritte Abschnitt C der Kühlfluidverteilstuktur 19 lediglich optional ist.

40

Die strukturellen Ausgestaltungen des ersten bis dritten Abschnitts A-C bzw. des ersten bis dritten Überlappungsbereichs 15, 22, 24 werden nachstehend anhand der Figuren 4-7 näher erläutert.

5 Figur 4 zeigt einen Ausschnitt der Bipolarplatte 2 mit Blick auf die Außenseite der zweiten Einzelplatte 2a, insbesondere der Anodenplatte, in dem gestrichelt umrissenen Bereich aus Figur 2. Der Blickwinkel ist gegenüber Figur 3 gedreht, wie anhand der angedeuteten Position der Durchgangsöffnung 11b in Figur 4 erkennbar. Nur ein abgeschnittener Teil des Strömungsfelds 17a ist
10 dargestellt. In diesen wird ein Fluid aus der Durchgangsöffnung 11b über den zweiten Fluidverteilbereich 23 und unter Führung durch eine Steg-Kanal-Struktur 40 an der Außenseite der zweiten Einzelplatte 2a geführt. Lediglich beispielhaft weist die Steg-Kanal-Struktur 40 mehrere nach außen hervorste-
15 henden Stege 27 sowie dazwischen eingeschlossene Kanäle 29 auf, von denen jeweils ausgewählte mit einem entsprechenden Bezugszeichen versehen sind. Die Stege 27 sind, wie dargestellt, entlang ihrer Längserstreckung optional abschnittsweise unterbrochen, können sich aber auch durchgängig in Richtung des Strömungsfeldes 17 erstrecken. Der zweite Fluidverteilbereich 23 verläuft mit Ausnahme der Stege 27 in einer Planflächenebene Ea der zweiten Einzel-
20 platte 2a.

Der zweite Fluidverteilbereich 23 wird durch eine langgestreckte Stufe 32 begrenzt, die von der gegenüberliegenden ersten Einzelplatte 2b weggerichtet ist und sich in Richtung einer von der Durchgangsöffnung 11b entfernten Seite
25 des Strömungsfeldes 17b erstreckt. An die Stufe 32 schließt sich in vom Strömungsfeld 17b wegweisender Richtung ein gegenüber der Planflächenebene Ea der zweiten Einzelplatte 2a erhöhter Abschnitt 42 der zweiten Einzelplatte 2a an, welcher einen Strömungsraum des ersten Abschnitts A der Kühlfluidverteilstruktur 19 maßgeblich begrenzt oder, anders ausgedrückt, aufspannt.
30 Der erhöhte Abschnitt 42 bildet den vorstehend erwähnten Abschnitt 30 der zweiten Einzelplatte 2a, der den ersten Abschnitt A der Kühlfluidverteilstruktur 19 anteilig begrenzt.

Eine optional gezeigte Mehrzahl von Versteifungs- oder Abstützsicken 44 in
35 diesem Abschnitt 42 kann auch weggelassen werden. In jedem Fall bilden die Versteifungs- oder Abstützsicken 44 weniger und zudem weiter beabstandete Stege bzw. breitere Kanäle aus, als an der gegenüberliegenden Innenseite der ersten Einzelplatte 2b vorhanden. Die Versteifungs- oder Abstützsicken 44 münden zudem nicht in den zweiten Überlappungsbereich 22 und auch nicht
40 in die zweite Durchgangsöffnung 11a. In dem ersten Überlappungsbereich 15

wird hier das zweite Fluid somit nicht geführt.

Die Stufe 32 bildet innerhalb des ersten Abschnitts A der Kühlfluidverteilstruktur 19 eine komplementär geformte innere Stufe 33 aus, die sich in Richtung der ersten Einzelplatte 2b erstreckt. Diese innere Stufe 33 fördert folglich den vorstehend geschilderten Ebenenwechsel beim Übertritt des Kühlfluids von dem ersten Überlappungsbereich 15 in den zweiten Überlappungsbereich 22. In dem ersten Überlappungsbereich 15 wird hier das zweite Fluid nicht geführt.

Da die Kühlfluidführung maßgeblich im aufgespannten Strömungsraum des erhöhten Abschnitts 42 erfolgt, müssen die Stege 27 des zweiten Fluidverteilbereichs 23 nicht zwingend ebenfalls signifikante Strömungswege für das Kühlfluid ausbilden. Sie können daher zum Beispiel entsprechend schmal gehalten werden, wodurch der zweiten Fluidverteilbereich 23 insgesamt klein gehalten werden kann.

Figur 5 zeigt in schematisch stark vereinfachter Darstellung eine Fluidströmung, insbesondere die Führung des Wasserstoffs innerhalb einer erfindungsgemäßen Separatorplatte 2. In Fig. 5 ist der Blickwinkel, wie durch die Position der Durchgangsöffnung 11b ersichtlich, gegenüber der in Figur 4 dargestellten zweiten Einzelplatte 2a gedreht und entspricht im Wesentlichen demjenigen von Figur 3. Figur 5 spiegelt die Erstreckung des zweiten Fluidverteilbereichs 23 an der Außenseite der zweiten Einzelplatte 2a wieder, wobei eine Richtung der Fluidströmungen innerhalb des zweiten Fluidverteilbereichs 23 mittels Pfeilen angedeutet ist. Eine Position des Strömungsfeldes 17a an der Außenseite der zweiten Einzelplatte 2a ist ebenfalls gezeigt. Der rechts oben in Figur 5 dargestellte Abschnitt 48 ist Teil eines dritten Abschnitts C der Separatorplatte 2.

Figur 6 zeigt einen Ausschnitt der Außenseite der Bipolarplatte 2 mit Blick auf die erste Einzelplatte 2b, insbesondere Kathodenplatte, in dem gestrichelt umrissenen Bereich aus Figur 2 gemäß einer Ausführungsform. Diese ist mit der Ausführungsform der Figur 4 kombinierbar. Ein Blickwinkel ist insbesondere gegenüber Figur 3 gedreht, wie anhand der angezeigten Position der Durchgangsöffnung 11c in Figur 6 erkennbar. Nur ein abgeschnittener Teil des Strömungsfelds 17b ist dargestellt. Im dargestellten Ausschnitt wird ein Fluid aus der Durchgangsöffnung 11c über den ersten Fluidverteilbereich 21 und unter Führung durch eine Steg-Kanal-Struktur 46 an der Außenseite der ersten

Einzelplatte 2b geführt. Lediglich beispielhaft weist die Steg-Kanal-Struktur 46 mehrere nach außen hervorstehenden Stege 27 sowie dazwischen eingeschlossene Kanäle 29 auf, von denen jeweils ausgewählte mit einem entsprechenden Bezugszeichen versehen sind. Die Stege 27 weisen, wie dargestellt, einen optionalen gekrümmten Mittelbereich auf, können sich aber auch im Wesentlichen krümmungsfrei in Richtung des Strömungsfeldes 17b erstrecken. Der erste Fluidverteilbereich 21 verläuft mit Ausnahme der Stege 27 in einer Planflächenebene Eb der ersten Einzelplatte 2b.

In Figur 6 erkennt man zudem den erhöhten Abschnitt 42 der zweiten Einzelplatte 2a sowie den hiervon ausgebildeten ersten Abschnitt A der Kühlfluidverteilstruktur 19 (vgl. Fig. 4). Auch ein Teil des zweiten Fluidverteilbereichs 23 ist erkennbar.

Figur 6 zeigt eine Ausführungsform, bei der die erste Einzelplatte 2b derart ausgebildet ist, dass der dritte Überlappungsbereich 24 und somit der dritte Abschnitt C der Kühlfluidverteilstruktur 19 wegfällt. Soll jedoch, wie in Figur 3 gezeigt, dieser Überlappungsbereich 24 bzw. dieser dritte Abschnitt C bereitgestellt werden, kann analog zu dem erhöhten Abschnitt 42 der zweiten Einzelplatte 2b aus Figur 4 ein gegenüber der Planflächenebene der ersten Einzelplatte 2a erhöhter Abschnitt 48 in dem in Figur 6 gestrichelt angedeuteten Bereich bereitgestellt sein. Mittels diesem erhöhten Abschnitt 48 kann ein Strömungsraum für das Kühlfluid in dem in Figur 3 gezeigten dritten Abschnitt C maßgeblich bereitgestellt werden.

In Figur 5 ist eine mögliche Erstreckung dieses optionalen erhöhten Abschnitts 48, der einer Innenseite der zweiten Einzelplatte 2a gegenüberliegt, angedeutet. Auch in diesem Fall wird der erhöhte Abschnitt 48 durch eine innere Stufe 50 begrenzt. Diese erstreckt sich in Richtung der gegenüberliegenden zweiten Einzelplatte 2a und fördert den vorstehend geschilderten Ebenenwechsel bei einem Übertritt des Kühlfluids von dem optionalen dritten Überlappungsbereich 24 in den zweiten Überlappungsbereich 22.

Figur 7 zeigt in schematisch stark vereinfachter Darstellung eine Fluidströmung, insbesondere die Führung des Sauerstoffs, innerhalb einer erfindungsgemäßen Separatorplatte 2. Fig. 7 ist eine schematische vereinfachte Ansicht, wobei der Blickwinkel, wie durch die Position der Durchgangsöffnung 11c ersichtlich, gegenüber Figur 6 gedreht ist und im Wesentlichen demjenigen von Figur 3 entspricht. Figur 7 spiegelt die Erstreckung des ersten Fluidverteilbereichs 21 an der Außenseite der ersten Einzelplatte 2b wieder, wobei eine Richtung der Fluidströmungen innerhalb des ersten Fluidverteilbereichs 21

mittels Pfeilen angedeutet ist. Weiter ist eine Erstreckung des erhöhten Abschnitts 42 sowie der diesen Abschnitt 42 begrenzenden Stufe 33 gezeigt.

5 Zurückkommend auf Figur 3 wird eine Fluidführung innerhalb der Kühlfluidverteilstruktur 19 erläutert, die aus den vorstehend erläuterten Strukturmerkmalen der Figuren 4-7 resultiert. In Figur 3 sind die Stufen 33 und 50 ebenfalls eingetragen.

10 In den ersten Abschnitt A erfolgt, wie erläutert, die vergleichsweise größte Fluideinströmung 1A. In den dritten Abschnitt C, sofern vorhanden, erfolgt hingegen eine kleinere Fluideinströmung 1C. Aus dem ersten Abschnitt A tritt das Kühlfluid entlang der Stufe 32 und diese kreuzend in den zweiten Überlappungsbereich 22 über, wie durch gekrümmte Pfeile angedeutet. Dabei vollzieht es den vorstehend geschilderten Ebenenwechsel. Zudem vollzieht die
15 Kühlfluidströmung einen Richtungswechsel, wobei ein angedeuteter Winkel α der Richtungsänderung mehr als 90° beträgt. Eine derartige Winkelgröße reduziert vorteilhafterweise die mit der Richtungsänderung verbundene Erhöhung des Strömungswiderstands für das Kühlfluid.

20 Dieser Richtungswechsel wird durch die Ausrichtung der Steg-Kanal Struktur 46 des ersten Fluidverteilbereichs 21 vorgegeben (bzw. durch die komplementär ausgebildete Steg-Kanal-Struktur an der von dem ersten Fluidverteilbereich 21 abgewandten Innenseite der ersten Einzelplatte 2b).

25 Aus dem optionalen dritten Abschnitt C tritt das Kühlfluid entlang der Stufe 50 und diese kreuzend in den zweiten Überlappungsbereich 22 über, wie ebenfalls durch gekrümmte Pfeile angedeutet. Dabei vollzieht es den vorstehend geschilderten Ebenenwechsel und einen analogen Richtungswechsel der Strömung von mehr als 90° . Die Fluidströmungen 2A, 2C durchströmen den zweiten Überlappungsbereich 22 in Richtung eines (innenliegenden) Strömungsfeldes 17 der Kühlfluidverteilstruktur 19, wobei sie sich mehrfach kreuzen und
30 vermischen.

35 Es ist darauf hinzuweisen, dass ein kumulierter Strömungsquerschnitt, wie durch die Steg-Kanal-Strukturen an den Innenseiten der beiden Einzelplatten 2a, 2b bereitgestellt, beim Übertritt von dem ersten in den zweiten Überlappungsbereich 15, 22 vorzugsweise größer ist, als ein kumulierter Strömungsquerschnitt beim Übertritt von dem dritten in den zweiten Überlappungsbereich 24, 22.

5 Aus dem Vorstehenden verdeutlicht sich, dass die Kühlfluidführung innerhalb
der Kühlfluidverteilstuktur 19 bewusst asymmetrisch erfolgt, und zwar in der
Weise, dass das Kühlfluid überwiegend oder optional ausschließlich über den
ersten Überlappungsbereich 15 in den zweiten Überlappungsbereich 22 ein-
strömt. Dies geht mit dem vorstehend erläuterten Vorteil einher, wonach Rei-
bungsverluste der sich in dem zweiten Überlappungsbereich kreuzenden Flu-
idströmungen 2A, 2C reduziert werden, und zwar zugunsten der übergewich-
teten Fluidströmung 2A. Folglich kann der Strömungswiderstand der Kühlflu-
idverteilstuktur 19 insgesamt reduziert werden, was einen Betrieb des elekt-
10 rochemischen Systems mit einer höheren Leistung ermöglicht.

Patentansprüche

5

1. Separatorplatte (2) für ein elektrochemisches System (1), wobei die Separatorplatte (2) aufweist:

10

- eine erste Einzelplatte (2b) und eine zweite Einzelplatte (2a), die einen Innenraum der Separatorplatte (2) mit einer Kühlfluidverteilstruktur (19) begrenzen,

15

- einen ersten Überlappungsbereich (15), in dem ein erster Abschnitt (A) der Kühlfluidverteilstruktur (19) und ein erster Abschnitt eines ersten Fluidverteilbereichs (21) einander überlappen, wobei der erste Fluidverteilbereich (21) an einer Außenseite der ersten Einzelplatte (2b) ausgebildet ist,

20

- einen zweiten Überlappungsbereich (22), in dem ein zweiter Abschnitt (B) der Kühlfluidverteilstruktur (19), ein zweiter Abschnitt des ersten Fluidverteilbereichs (21) und ein Abschnitt eines zweiten Fluidverteilbereichs (23) einander überlappen, wobei der zweite Fluidverteilbereich (23) an einer Außenseite der zweiten Einzelplatte (2a) ausgebildet ist,

und wobei:

25

- a) der in dem ersten Überlappungsbereich (15) angeordnete erste Abschnitt (A) der Kühlfluidverteilstruktur (19) die einzige fluidische Verbindung zum Führen des Kühlfluids in den zweiten Überlappungsbereich (22) ist; oder

30

- b) die Separatorplatte (2) ferner einen dritten Überlappungsbereich (24) aufweist, in dem ein dritter Abschnitt (C) der Kühlfluidverteilstruktur (19) und ein weiterer Abschnitt des zweiten Fluidverteilbereichs (23) einander überlappen, wobei ein durch den ersten Abschnitt (A) der Kühlfluidverteilstruktur (19) strömender Volumenstrom (1A) erzeugbar ist, der wenigstens dreimal so hoch ist wie ein durch den dritten Abschnitt (C) der Kühlfluidverteilstruktur (19) strömender Volumenstrom (1C).

35

2. Separatorplatte (2) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Abschnitt (A) der Kühlfluidverteilstruktur (19) anteilig begrenzt wird durch eine Stufe (33) in der zweiten Einzelplatte (2a), die sich in Richtung der ersten Einzelplatte (2b) erstreckt.

40

3. Separatorplatte (2) nach Anspruch 1 oder 2, jeweils mit Option b) von Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Abschnitt (C) der Kühlfluidverteilstruktur (19) anteilig begrenzt wird durch eine Stufe (50) in der ersten Einzelplatte (2b), die sich in Richtung der zweiten Einzelplatte (2a) erstreckt.

4. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche mit Option b) von Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Strömungsquerschnitt eines Übergangs zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt (A, B) der Kühlfluidverteilstruktur (19) größer ist als ein Strömungsquerschnitt eines Übergangs zwischen dem dritten und zweiten Abschnitt (C, B) der Kühlfluidverteilstruktur.

5. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass ein von dem ersten Fluidverteilbereich (21) verteiltes Fluid Sauerstoff oder Luft ist und ein von dem zweiten Fluidverteilbereich (23) verteiltes Fluid Wasserstoff ist.

6. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der erste Fluidverteilbereich (21) mit einem ersten Strömungsfeld (17b) der Separatorplatte (2) und der zweite Fluidverteilbereich (23) mit einem zweiten Strömungsfeld (17a) der Separatorplatte (2) fluidleitend verbunden ist;
und insbesondere wobei das erste Strömungsfeld (17) über den ersten Fluidverteilbereich (21) fluidleitend mit einer in der Separatorplatte (2) ausgebildeten ersten Durchgangsöffnung (11c) verbunden ist, das zweite Strömungsfeld (17a) über den zweiten Fluidverteilbereich (23) fluidleitend mit einer in der Separatorplatte (2) ausgebildeten zweiten Durchgangsöffnung (11b) verbunden ist und die Kühlfluidverteilstruktur (19) fluidleitend mit einer in der Separatorplatte (2) ausgebildeten dritten Durchgangsöffnung (11a) verbunden ist.

7. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das von dem ersten Abschnitt (A) der Kühlfluidverteilstruktur (19) geführte Kühlfluid über eine Steg-Kanal-Struktur an einer Innenseite der ersten Einzelplatte (2b), die eine komplementär geformte Steg-Kanal-Struktur (46) des ersten Fluidverteilbereichs (21) ausbildet, in den zweiten Überlappungsbereich (22) eintritt, und insbesondere ausschließlich über diese innenseitige Steg-Kanal-Struktur von der Innenseite der ersten Einzelplatte (2b) in den zweiten Überlappungsbereich eintritt.

8. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das von dem dritten Abschnitt (C) der Kühlfluidverteilstuktur (19) geführte Kühlfluid über eine Steg-Kanal-Struktur an einer Innenseite der zweiten Einzelplatte (2a), die eine komplementär geformte Steg-Kanal-Struktur (40) des zweiten Fluidverteilsbereichs (23) ausbildet, in den zweiten Überlappungsbereich (22) eintritt, und insbesondere ausschließlich über diese innenseitige Steg-Kanal-Struktur von der Innenseite der zweiten Einzelplatte (2a) in den zweiten Überlappungsbereich (22) eintritt.
9. Separatorplatte (2) nach Anspruch 7 und/oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlfluid aus dem ersten und/oder dem dritten Überlappungsbereich (15, 24) unter einer Änderung einer Strömungsrichtung in den zweiten Überlappungsbereich (22) eintritt, wobei die Änderung der Strömungsrichtung einen Winkel von mehr als 90° , vorzugsweise mehr als 110° und insbesondere mehr als 135° umfasst.
10. Separatorplatte (2) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des ersten Abschnitts (A) der Kühlfluidverteilstuktur (19) eine Innenseite der zweiten Einzelplatte (2a) abweichend von der Steg-Kanal-Struktur der Innenseite der ersten Einzelplatte (2b) ausgebildet ist, insbesondere wobei innerhalb des ersten Abschnitts (A) an der Innenseite der zweiten Einzelplatte (2a):
- weniger Stege und Kanäle als innerhalb der Steg-Kanal-Struktur der Innenseite der ersten Einzelplatte (2b) vorhanden sind; und/oder
 - keine oder zumindest weniger Stege oder Kanäle vorhanden sind, die in den zweiten Überlappungsbereich (22) münden und/oder die bei einer Ausbildung der Separatorplatte (2) nach Anspruch 6 in die dritte Durchgangsöffnung (11a) münden; und/oder
 - Abstände zwischen Stegen und Kanalbreiten größer sind als innerhalb der Steg-Kanal-Struktur der Innenseite der ersten Einzelplatte (2b).
11. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Einzelplatte (2a) als ein erstes Fluid Sauerstoff oder Luft führt und die zweite Einzelplatte (2b) als ein zweites Fluid Wasserstoff oder ein sonstiges Brenngas führt, wobei in dem ersten Überlappungsbereich (22) das zweite Fluid nicht geführt wird.

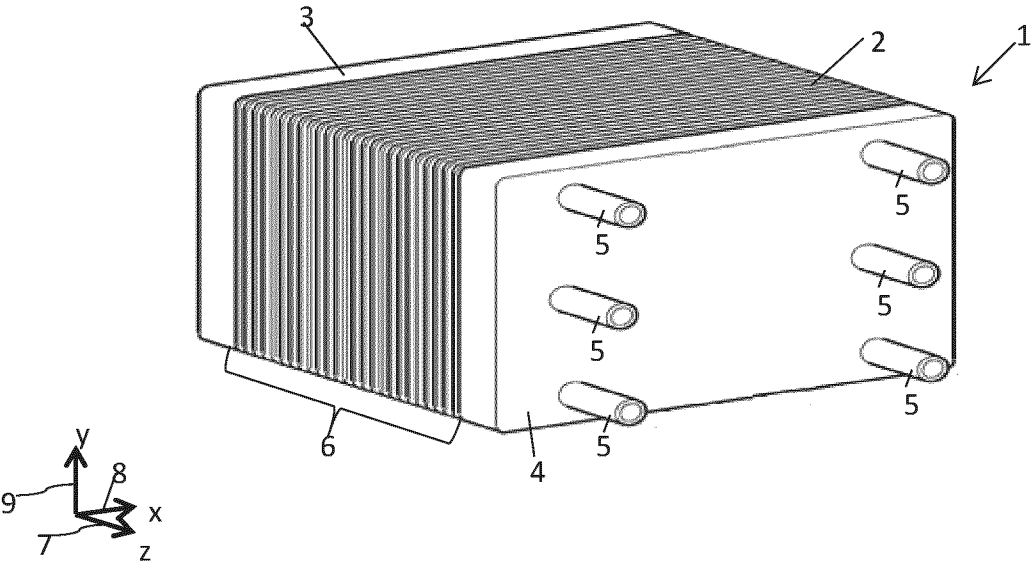


Fig. 1

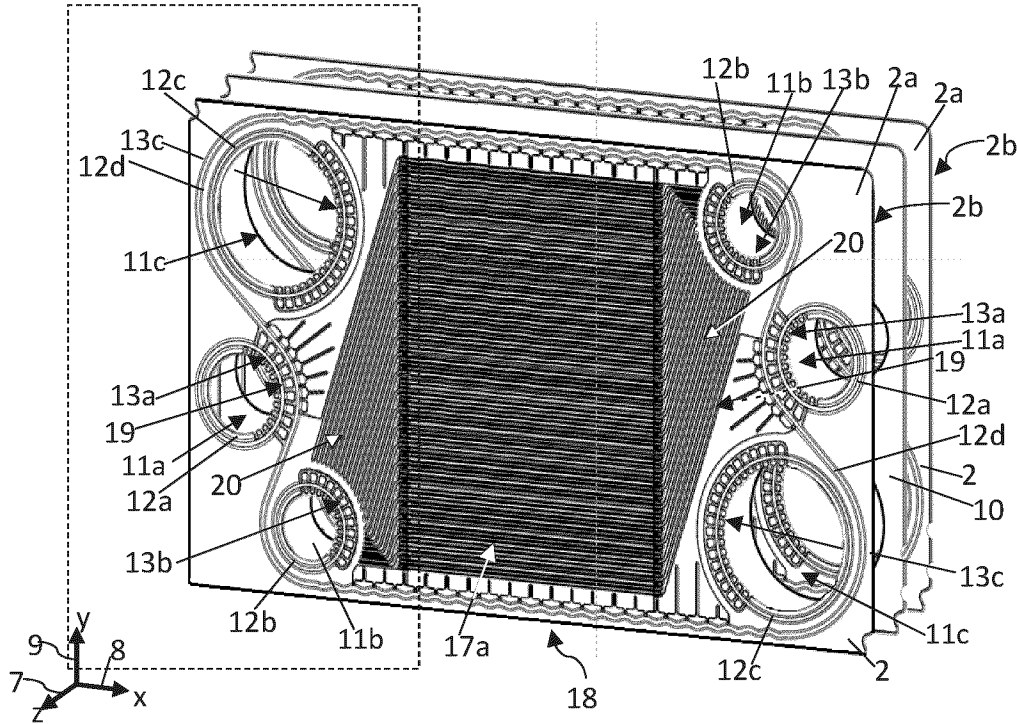


Fig. 2 (Stand der Technik)

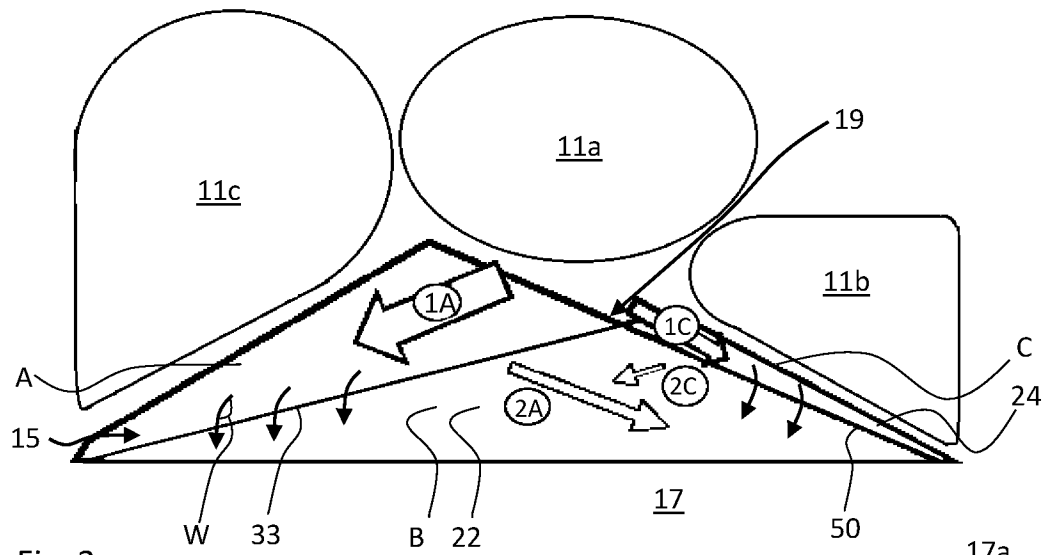


Fig. 3

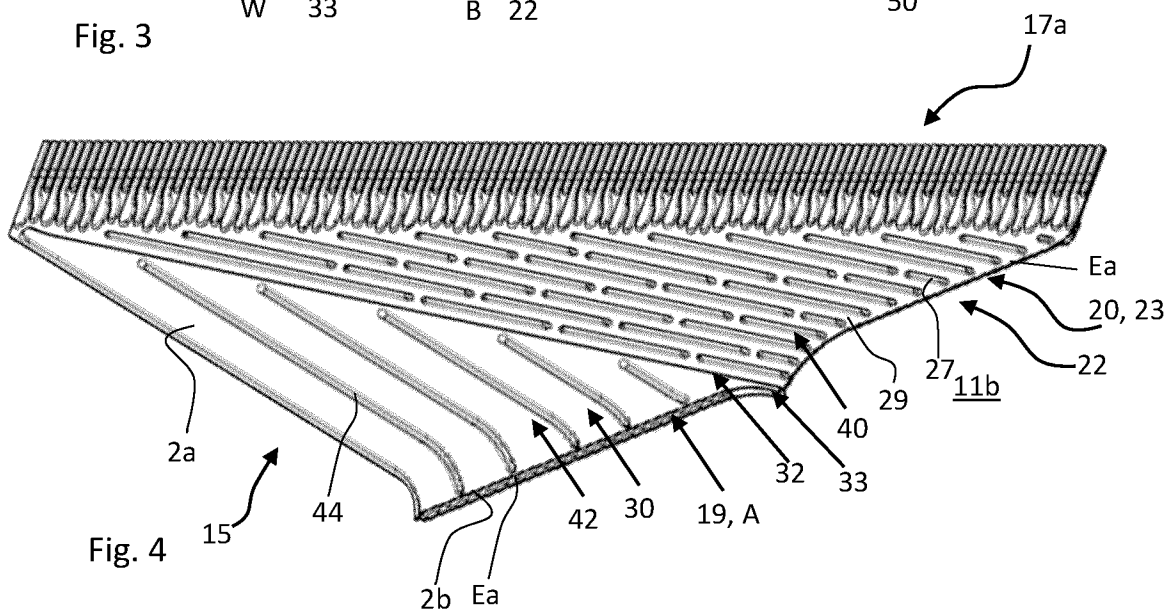


Fig. 4

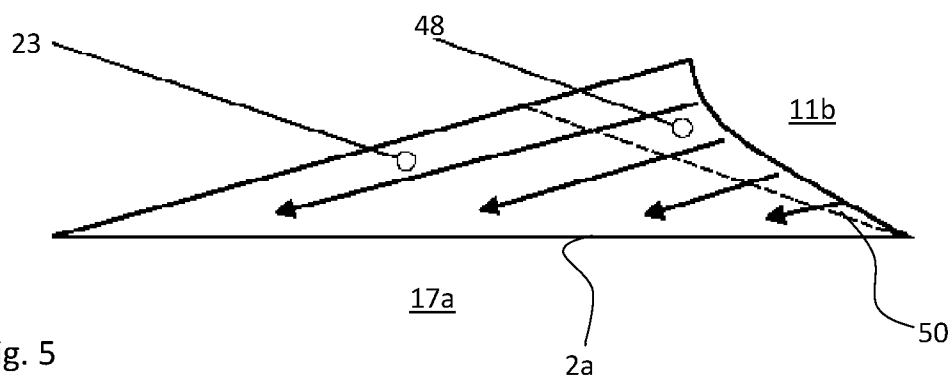


Fig. 5

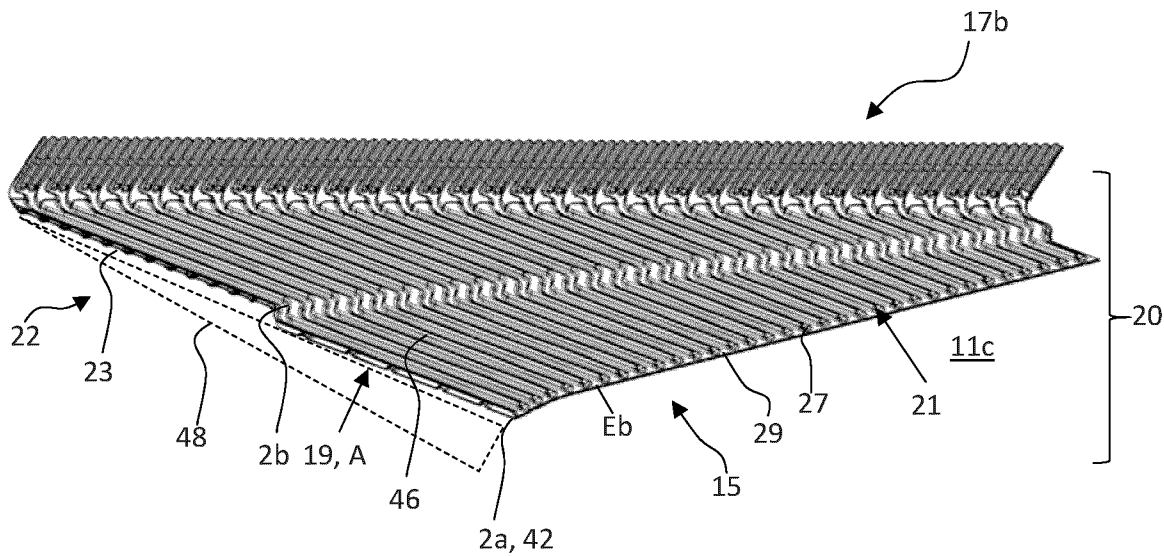


Fig. 6

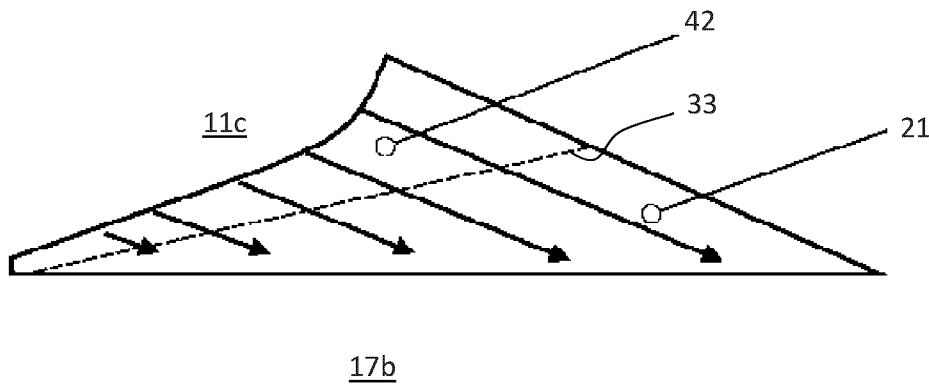


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/066310

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.
X	DE 102020213214 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21 April 2022 (2022-04-21) figures 1-4 figure 2 paragraphs [0036] - [0039]	1-4, 9
X	DE 102015225228 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 24 May 2017 (2017-05-24) figures 4, 5 paragraphs [0048] - [0056]	1,2,5-7,10,11
X	US 7348094 B2 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 25 March 2008 (2008-03-25) figures 1, 2	1-4, 8
X	EP 3985766 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 20 April 2022 (2022-04-20) figures 3A-3C paragraphs [0028] - [0064]	1



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

26 August 2024

Date of mailing of the international search report

03 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/EP2024/066310

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102020213214	A1	21 April 2022	DE	102020213214	A1	21 April 2022
				WO	2022084135	A1	28 April 2022
DE	102015225228	A1	24 May 2017	CN	106935866	A	07 July 2017
				DE	102015225228	A1	24 May 2017
				US	2017149071	A1	25 May 2017
US	7348094	B2	25 March 2008	DE	112005003052	T5	27 December 2007
				JP	5032333	B2	26 September 2012
				JP	2008523562	A	03 July 2008
				US	2006127742	A1	15 June 2006
				WO	2006062768	A2	15 June 2006
EP	3985766	A1	20 April 2022	CN	114388816	A	22 April 2022
				EP	3985766	A1	20 April 2022
				FR	3115402	A1	22 April 2022

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.
X	DE 10 2020 213214 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21. April 2022 (2022-04-21) Abbildungen 1-4 Abbildung 2 Absätze [0036] - [0039] -----	1 - 4, 9
X	DE 10 2015 225228 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 24. Mai 2017 (2017-05-24) Abbildungen 4,5 Absätze [0048] - [0056] -----	1, 2, 5 - 7, 10, 11
X	US 7 348 094 B2 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 25. März 2008 (2008-03-25) Abbildungen 1,2 -----	1 - 4, 8
X	EP 3 985 766 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]) 20. April 2022 (2022-04-20) Abbildungen 3A-3C Absätze [0028] - [0064] -----	1
☐ 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 26. August 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 03/09/2024
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/EP2024/066310

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102020213214 A1	21-04-2022	DE 102020213214 A1	21-04-2022
		WO 2022084135 A1	28-04-2022

DE 102015225228 A1	24-05-2017	CN 106935866 A	07-07-2017
		DE 102015225228 A1	24-05-2017
		US 2017149071 A1	25-05-2017

US 7348094 B2	25-03-2008	DE 112005003052 T5	27-12-2007
		JP 5032333 B2	26-09-2012
		JP 2008523562 A	03-07-2008
		US 2006127742 A1	15-06-2006
		WO 2006062768 A2	15-06-2006

EP 3985766 A1	20-04-2022	CN 114388816 A	22-04-2022
		EP 3985766 A1	20-04-2022
		FR 3115402 A1	22-04-2022
