

(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 2024/256538 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/066360

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

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
20 2023 103 245.1  
13. Juni 2023 (13.06.2023) DE

(71) Anmelder: **REINZ-DICHTUNGS-GMBH** [DE/DE];  
Reinzstraße 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, Thomas**; 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).

(74) Anwalt: **PFENNING, MEINIG & PARTNER MBB**; An  
der Frauenkirche 20, 01067 Dresden (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

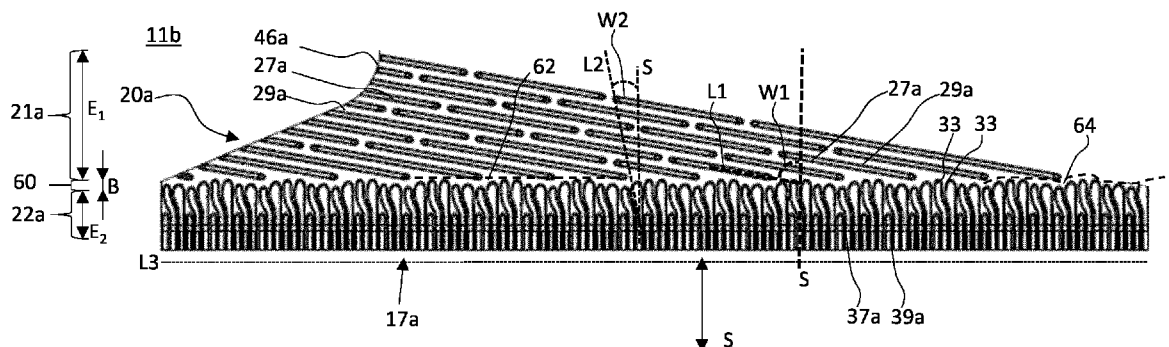


Fig. 3

(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.



WO 2024/256538 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz  
3)

Separatorplatte für ein elektrochemisches System

5 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.

10 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.  
20

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  
25 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  
30 gleichbedeutend verwendet werden.

35 Ferner weisen die Separatorplatten üblicherweise jeweils wenigstens eine Durchgangsöffnung auf, durch die hindurch die Medien zu den zwischen benachbarten Separatorplatten des Stapels angeordneten elektrochemischen

Zellen bzw. den Membran-Elektroden-Anordnungen (MEAs) geleitet oder von diesen weggeführt werden können.

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

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.

15

20

Es hat sich gezeigt, dass bei bisherigen Lösungen die Fluidführungen teilweise nur unter erhöhten Strömungswiderständen möglich sind. Dies stellt höhere Anforderungen an die externe Pumpleistung. Ferner kann dies zu Beschränkungen des summarischen Leistungsvermögens des elektrochemischen Systems führen.

25

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, Druckverluste bei der Fluidführung einer Separatorplatte zu begrenzen und somit ein summarisches Leistungsvermögen eines elektrochemischen Systems mit einer Mehrzahl derartiger Separatorplatten zu verbessern.

30

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen sowie in dieser Beschreibung und in den Figuren angegeben.

35

Entsprechend vorgeschlagen wird eine Separatorplatte, für ein elektrochemisches System, umfassend eine erste Einzelplatte und eine zweite Einzelplatte, die erste Einzelplatte, die insbesondere eine Anodenplatte ist, umfassend:

- wenigstens eine erste Durchgangsöffnung zum Durchleiten eines Fluids durch die Separatorplatte;
- wenigstens einen Verteilbereich;
- ein Strömungsfeld, das über den Verteilbereich in Fluidverbindung mit der Durchgangsöffnung ist und das eingerichtet ist, das Fluid entlang einer Strömungshauptachse zu führen;

wobei der Verteilbereich umfasst:

- einen Verbindungsbereich,
- einen ersten Abschnitt, der eine Fluidverbindung zwischen der Durchgangsöffnung und dem Verbindungsbereich definiert und der eine Vielzahl von ersten Stegen und zwischen den ersten Stegen ausgebildete erste Kanälen aufweist,
- einen zweiten Abschnitt, der eine Fluidverbindung zwischen dem Verbindungsbereich und dem Strömungsfeld definiert und der eine Vielzahl von zweiten Stegen und zwischen den zweiten Stegen ausgebildete zweite Kanälen aufweist,

wobei der Verbindungsbereich derart zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt des Verteilbereichs angeordnet ist, dass jeder Fluidaustausch zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt den Verbindungsbereich durchströmt, wobei eine Breite des Verbindungsbereichs parallel zur Strömungshauptachse verläuft und die Breite mindestens 1 mm und maximal 5 mm beträgt. Vorzugsweise liegt die Breite zwischen mindestens 2 mm und maximal 3 mm. Ferner gehen keine oder maximal 7%, vorzugsweise maximal 5%, der ersten Stege und der zweiten Stegen durch den Verbindungsbereich hindurch ineinander über. Der Verbindungsbereich kann folglich vollständig oder zumindest im Wesentlichen stegfrei sein oder, mit anderen Worten, zumindest stegreduziert im Vergleich zu dem ersten und zweiten Abschnitt.

Diese Lösung trägt dem Umstand Rechnung, dass am Übergang zwischen Strömungsfeld und Verteilbereich schwerpunktmäßig Druckverluste der Fluidströmung auftreten können. Dies resultiert aus vielfachen Richtungsänderungen der Fluidströmung und vielfachen Übergängen der Fluidströmung zwischen fluidführenden Strukturen an diesem Übergang. Bisher sind Gestaltungsspielräume zum Ausbilden dieses Übergangs zwecks Reduzieren der Druckverluste

gering. Durch den vollständig oder zumindest im Wesentlichen stegfreien Verbindungsbereich werden diese Gestaltungsspielräume erhöht, beispielsweise da der erste und zweite Abschnitt des Verteilbereichs überwiegend strukturell entkoppelt werden und daher hinsichtlich ihrer Fluidführung individuell optimierbar sind.

So ist es beispielsweise bekannt, dass Kanal-/Stegstrukturen in den Verteilbereichen und im Strömungsfeld in der Regel hinsichtlich der Anzahl der Stege und Kanäle voneinander abweichen. Üblicherweise verlaufen die Stege im Verteilbereich unter einem anderen Winkel zur Hauptströmungsachse als im Strömungsfeld, wodurch sich eine geringere Kanalanzahl im Verteilbereich ergibt, selbst wenn die Kanal- und Stegbreite derjenigen des Strömungsfelds entspricht. Häufig wird im Verteilbereich auch eine gröbere Struktur als im Strömungsfeld gewählt, zum Beispiel in Form größerer Kanal- und Stegbreiten, da im Verteilbereich kein Stoffumsatz und somit auch keine Stromerzeugung stattfindet.

Die vorstehenden Umstände führen bisher dazu, dass nicht alle Stege des Strömungsfeldes direkt in dem Verteilbereich weitergeführt werden können. Meist können nur ausgewählte Stege direkt vom Strömungsfeld in den Verteilbereich übergehen. Zwischen diesen ausgewählten Stegen liegende weitere Stege des Strömungsfelds enden bisher am Übergang zum Verteilbereich. Quer zur Hauptströmungsachse betrachtet kann zum Beispiel nur jeder  $x$ -te Steg, wobei  $x$  eine ganzzahlige Zahl  $> 0$  ist, vom Strömungsfeld in den Verteilbereich übergehen. Zwischen zwei benachbarten  $x$ -ten Stegen liegende Stege des Strömungsfeldes enden hingegen bisher am Übergang zum Verteilbereich.

Eine solche Stegführung geht mit dem Nachteil einher, dass die Steg-/Kanalbreite im Verteilbereich ein ganzzahliges Vielfaches der Steg-/Kanalbreite im Strömungsfeld sein muss. Damit ergibt sich auch die Einschränkung, dass die Anzahl der Stege im Strömungsfeld ein ganzzahliges Vielfaches der Anzahl der Stege im Verteilbereich sein muss. Dies ist eine der strukturellen Einschränkung, die bisher eine druckverlustoptimierte Gestaltung des Übergangsbereichs zwischen Verteilbereich und Strömungsfeld erschwert.

Stattdessen sieht die Erfindung vor, im genannten Übergangsbereich der ersten Einzelplatte auf Verbindung von Stegen des Strömungsfeldes mit Stegen

des Verteilbereich vollständig oder zumindest größtenteils zu verzichten, insbesondere auf jegliche oder zumindest die meisten prinzipiell herstellbaren Verbindungen zwischen sämtlichen dieser Stege. Somit enden vorzugsweise alle oder zumindest fast alle Stege des Strömungsfeldes am Übergang zum Verteilbereich. Dies resultiert in einer höheren Anzahl sowie in vergrößerten Strömungsquerschnitten von fluidleitenden Verbindungen zwischen den Kanälen des Strömungsfeldes und des Verteilbereichs. In der Folge vergrößert sich ein erzielbares Strömungsvolumen. Zusätzlich kann ein Druckausgleich zwischen benachbarten Kanälen erfolgen, wodurch die Gleichverteilung des Volumenstroms auf alle Kanäle des Strömungsfeldes verbessert wird.

Des Weiteren kann sowohl die Anzahl der Stege als auch die Kanal-/ Stegbreite im Verteilbereich und Strömungsfeld unabhängiger voneinander ausgeführt werden als bisher der Fall. Insbesondere muss die Anzahl der Stege im Strömungsfeld nicht zwingend ein ganzzahliges Vielfaches der Anzahl der Stege des Verteilbereichs sein. Somit kann die Struktur des Verteilbereiches freier z.B. hinsichtlich Fluidströmung, Gleichverteilung und Druckverlusten optimiert werden als bisher.

Die erste und die zweite Einzelplatte können einander zugewandte Innenseiten aufweisen, die eine Kühlfluidverteilstruktur aufweisen bzw. definieren. Die Stege und Kanäle an einer Außenseite der jeweiligen Einzelplatten können komplementär geformte Stege und Kanäle an ihrer jeweiligen Innenseite ausbilden. Diese komplementär geformten Stege und Kanäle können von der Kühlfluidverteilstruktur umfasst sein und/oder das Kühlfluid führen. Die Kühlfluidverteilstruktur kann ebenfalls wenigstens einen Verteilbereich und ein Strömungsfeld aufweisen, welche sich jeweils mit dem Verteilbereich und Strömungsfeld der ersten und/oder zweiten Einzelplatte überlappen können.

Die erste und die zweite Einzelplatte können an ihren Außenseiten jeweils einen Verteilbereich und ein Strömungsfeld zur Fluidführung aufweisen, wobei sich diese Verteilbereiche und Strömungsfelder vorzugsweise jeweils abschnittsweise überlappen. Die zweite Einzelplatte kann eine Kathodenplatte bilden und/oder kann an ihrer Außenseite als ein erstes Fluid Sauerstoff oder Luft führen. Die erste Einzelplatte kann eine Anodenplatte bilden und/oder kann an ihrer Außenseite als ein zweites Fluid Wasserstoff oder ein anderes Brenngas führen.

5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist eine Länge des vollständig oder im Wesentlichen stegfreien Verbindungsbereichs, die entlang einer senkrecht zur Strömungshauptachse sich erstreckenden Längsachse gemessen wird, im Wesentlichen so groß wie eine entlang dieser Längsachse gemessene Länge des Strömungsfeldes. Dies bewirkt, dass jegliches Fluid, das zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt des Verteilbereichs ausgetauscht wird, stets den Verbindungsbereich durchströmt.

10 Die Breite des Verbindungsbereichs, also des Bereichs, durch den sich die Stege nicht erstrecken, wird dabei vorteilhafterweise als eine Breite verstanden, in der die Stege gar nicht an der MEA bzw. ihrem Verstärkungsrand oder der GDL anliegen. Er beginnt demnach mit dem Absenken des ersten Steges und endet mit dem Erreichen der vollen Höhe des zweiten Steges im Bereich  
15 der Stegkuppe bzw. umgekehrt. Die Breite wird dabei vorzugsweise parallel zur vorgenannten Strömungshauptachse bestimmt.

20 Eine Weiterbildung sieht vor, dass zumindest die Mehrheit der ersten Stege jeweils ein dem vollständig oder im Wesentlichen stegfreien Verbindungsbereich zugewandtes Ende aufweisen und eine Verbindungslinie dieser Enden geradlinig ist. Hierbei handelt es sich um erste Stege, die nicht durch Verbindungsbereich hindurch in zweite Stege übergehen.

25 Alternativ oder zusätzlich kann zumindest die Mehrheit der zweiten Stege jeweils ein dem vollständig oder im Wesentlichen stegfreien Verbindungsbereich zugewandtes Ende aufweisen und eine Verbindungslinie dieser Enden kann nicht geradlinig sein. Hierbei handelt es sich um zweite Stege, die nicht durch Verbindungsbereich hindurch in erste Stege übergehen. Die Verbindungslinie kann zum Beispiel gewellt sein. Insbesondere kann sie periodisch  
30 gewellt sein. Die Periodizität kann aus einer sich wiederholenden Abfolge von verschiedenartig geformten und/oder dimensionierten zweiten Stegen resultieren. Diese Abfolge kann zum Beispiel in einer Richtung quer zur Hauptströmungsachse vorliegen.

35 Durch Ausbilden der Stege, sodass sich die vorstehend erwähnten Verbindungslinien ergeben, können die Breitenabmessungen des vollständig oder im Wesentlichen stegfreien Verbindungsbereichs begrenzt werden (insbesondere

aufgrund der geradlinigen Verbindungslinie der Enden der ersten Stege). Andererseits können die Gestaltungsspielräume für die zweiten Stege erhöht werden. Letzteres ermöglicht beispielsweise das Ausbilden ausreichend großer und geeignet verlaufender Strömungsquerschnitte der Kühlfluidverteilstruktur an der Innenseite der ersten Einzelplatten. Die Verbindungslinien können jeweils eine Grenze des stegfreien Verbindungsbereichs definieren. Gemäß einer weiteren Ausführungsform verlaufen zumindest die jeweils längsten Abschnitte der ersten Stege in einem Winkel relativ zur Strömungshauptachse, der größer oder gleich  $70^\circ$  ist. Es kann der kleinste eintragbare Schnittwinkel betrachtet werden.

Alternativ oder zusätzlich können zumindest die jeweils längsten Abschnitte der zweiten Stege in einem Winkel relativ zur Strömungshauptachse verlaufen, der geringer als  $45^\circ$  und vorzugsweise geringer als  $20^\circ$  ist. Erneut kann der kleinste eintragbare Schnittwinkel betrachtet werden.

Es hat sich gezeigt, dass mittels derartiger Ausrichtungen der ersten und zweiten Stege ein zuverlässiger und ausreichender Volumenstrom durch den Verteilbereich bei begrenztem Platzbedarf realisierbar ist.

Die jeweils längsten Abschnitte der ersten bzw. zweiten Stege können geradlinig sein. Hingegen können Enden insbesondere der zweiten Stege nicht geradlinig und insbesondere gekrümmt sein und/oder vergrößerte oder variierende Strömungsquerschnittsabmessungen aufweisen.

Bei einer Weiterbildung sind zumindest die ersten Stege jeweils wenigstens dreimal, insbesondere wenigstens fünfmal, insbesondere wenigstens siebenmal so lang wie breit, dienen also der Richtungsgebung und nicht nur der Abstützung der MEA, ihres Verstärkungsrandes oder der GDL, wobei die Längen- und Breitenabmessungen jeweils parallel zu einer Planflächenebene der Separatorplatte verlaufen. Dies unterstreicht, dass die ersten Stege langgestreckt ausgebildet sein können und eine zuverlässige Strömungsführungsfunktion über eine entsprechende Länge bereitstellen können.

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 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..

Gemäß einer Variante weisen die ersten Stege eine größere Höhe gemessen senkrecht zur Planflächenebene der ersten Einzelplatte auf als die zweiten Stege. Hierdurch können durch die ersten Stege komplementär geformte Kanäle der Kühlfluidverteilstruktur entsprechend vergrößerte Tiefen und folglich vergrößerte Strömungsquerschnitte aufweisen. Dies kann als ein Gestaltungsspielraum z. B. ermöglichen, dass gegenüberliegend zu den ersten Stegen an einer Innenseite der zweiten Einzelplatte keine Kanäle oder lediglich kleiner dimensionierte Kanäle vorhanden sein können als gegenüberliegend zu den zweiten Stegen, um ausreichende Strömungsquerschnitte für das im Innern geführte Kühlfluid bereitzustellen.

Bei einer Ausführungsform weist der erste Abschnitt eine größere Erstreckung als der zweite Abschnitt auf, wobei die Erstreckungen jeweils parallel zu der Strömungshauptachse verlaufen. Insbesondere kann die Erstreckung des ersten Abschnitts wenigstens dreimal so groß sein wie die Erstreckung des zweiten Abschnitts. Mittels derartiger Dimensionen des ersten und zweiten Abschnitts kann ein zuverlässiger und ausreichender Volumenstrom durch den Verteilbereich bei begrenztem Platzbedarf realisiert werden.

Es kann vorgesehen sein, dass die Anzahl der zweiten Stege kein ganzzahliges Vielfaches der Anzahl der ersten Stege ist. Alternativ oder zusätzlich kann die Anzahl der ersten Stege weniger als die Hälfte der Anzahl der zweiten Stege betragen. Dies resultiert jeweils in entsprechenden Gestaltungsfreiräumen für die ersten und zweiten Abschnitte des Verteilbereichs.

Die zweite Einzelplatte kann an ihrer Innenseite gegenüberliegend zu dem vollständig oder im Wesentlichen stegfreien Verbindungsbereich der ersten Einzelplatte und insbesondere diesen überbrückende Kanäle aufweisen. Folg-

lich kann das Kühlfluid entlang der Innenseite des Verbindungsbereichs in diesen Kanälen geführt werden. Auf diese Weise kann das Kühlfluid zwischen dem Strömungsfeld und Verteilbereich der Kühlfluidverteilstruktur ausgetauscht werden, auch wenn der vollständig oder im Wesentlichen stegfreie Verbindungsbereich an seiner Innenseite keine Kanäle für das Kühlfluid bereitstellt.

Wenn hier von Strömungsfeld die Rede ist, kann dies sowohl das eigentliche Strömungsfeld als auch einen Überlappungsbereich, der das Strömungsfeld in Richtung des Verteilbereichs abschließt, meinen. Gegenüber dem eigentlichen Strömungsfeld können die Kanäle des Kühlfluids im Überlappungsbereich weniger hoch ausgeformt sein, so dass dort ausreichend Raum für den Überlapp der nachfolgend noch erläuterten GDL und des MEA-Verstärkungsrand gegeben ist.

Zusammengefasst sieht eine Weiterbildung vor, dass der vollständig oder im Wesentlichen stegfreie Verbindungsbereich der ersten Einzelplatte einem Bereich der zweiten Einzelplatte gegenüberliegt, der zumindest Abschnitte einer Vielzahl von in der zweiten Einzelplatte ausgebildeten Stegen und zwischen den Stegen ausgebildeten Kanälen aufweist.

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 Anodenplatte, der Separatorplatte.

Figur 4 zeigt eine Orthogonalprojektion der Strukturmerkmale eines Teils der Separatorplatte in eine gemeinsame Ebene.

5

Figur 5 zeigt in zwei Teilfiguren 5A, 5B eine vergleichbare Orthogonalprojektion wie Figur 4 sowie eine zugehörige Schnittdarstellung.

10

Figuren 6 und 7 zeigen jeweils zu Fig. 3 analoge Ansichten von Separatorplatten gemäß weiteren Ausführungsformen.

15

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 Membranelektrodeneneinheit (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.

20

25

30

35

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 zusammengefügte 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 Sta-

pelung 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 erste Einzelplatte 2a 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 zugewandten Außenseite ein Strömungsfeld 17a mit Strukturen zum Führen eines Reaktionsmediums entlang der Außenseite der Einzelplatte 2a sowie entlang einer Hauptströmungsachse S 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 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 17b über den aktiven Bereich 18 zu verteilen bzw. ein ausgehend vom aktiven Bereich 18 bzw. vom Strömungsfeld 17a zur zweiten der Durchgangsöffnungen 11b hin strömendes

Medium zu sammeln oder zu bündeln. In letzterem Fall kann der sammelnden Verteilbereich 20a auch als ein 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.

Ohne dass dies in Figur 2 gesondert dargestellt ist, weist eine zwischen den Einzelplatten 2a, 2b ausgebildete und/oder eingeschlossene Kühlfluidverteilstruktur 19 ebenfalls Verteilbereiche auf, welche sich mit den Verteilbereichen 20a,b der Einzelplatten 2a, 2b überlappen. Diese Kühlfluidverteilstruktur ist fluidisch mit einem Strömungsfeld verbunden oder umfasst dieses, wobei dieses Strömungsfeld mit den Strömungsfeldern 17a,b der Außenseiten der Einzelplatten 2a, 2b überlappt bzw. 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 Kühlfluidverteilstruktur 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 20a,b und über das Strömungsfeld 17a der dem Betrachter der Figur 2 zugewandten Einzelplatte 2a miteinander in Fluidverbindung. Diese Einzelplatte 2a ist eine erste 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 zweite Einzel-

platte 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  
5 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  
10 in Fluidverbindung. Dies erfolgt beispielsweise wiederum durch 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  
15 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 Bipolarplatte 2 mit Blick auf die Außenseite der ersten 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  
20 Figur 3 erkennbar. Nur ein abgeschnittener Teil des Verteilbereichs 20a und des Strömungsfelds 17a sind dargestellt. In das Strömungsfeld 17a 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. Das Strömungsfeld 17a weist eine Hauptströmungsachse S auf, entlang derer das Fluid durch das Strömungsfeld 17a strömt  
25 (sh. a. Hauptströmungsachse S in Fig. 2).

Die Steg-Kanal-Struktur 46a weist mehrere nach außen hervorstehende Stege 27a, 37a sowie zwischen diesen eingeschlossene Kanäle 29a, 39a auf, von denen jeweils ausgewählte mit einem entsprechenden Bezugszeichen versehen  
35 sind. Die tiefsten Bereiche der Kanäle 29a, 39a verlaufen in der Planflächenebene der zweiten Einzelplatte 2a.

Genauer gesagt weist die Steg-Kanal-Struktur 46a in einem ersten Abschnitt 21a des Verteilbereichs 20a erste Stege 27a und erste Kanäle 29a auf, die von der Durchgangsöffnung 11b bis zu einem Verbindungsbereich 60 verlaufen. Die ersten Stege 27a sind, wie dargestellt, entlang ihrer Längserstreckung innerhalb des Verteilbereichs 20a optional abschnittsweise unterbrochen, können sich aber auch durchgängig erstrecken.

Weiter weist die Steg-Kanal-Struktur 46a zweite Stege 37a und zweite Kanäle 39a auf, die von dem Verbindungsbereich 60 bis zu dem Strömungsfeld 17a verlaufen und dort als Stege und Kanäle des Strömungsfeldes 17a weitergeführt werden bzw. in entsprechende Stege und Kanäle übergehen. Die zweiten Stege 37a und zweiten Kanäle 39a erstrecken sich in einem zweiten Abschnitt 22a des Verteilbereichs 20a. Der erste und zweite Abschnitt 21a, 22a sind über den Verbindungsbereich 60 verbunden, sodass sämtliches Fluid, dass zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt 21a, 22a ausgetauscht wird, den Verbindungsbereich 60 durchlaufen muss.

In der Ausführungsform von Fig. 3 ist der Verbindungsbereich 60 vollständig stegfrei. Er erstreckt sich daher als spaltartiger freibleibender Bereich zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt 21a, 22a. Ferner weist er vorzugsweise eine durchgängig konstante Höhe und/oder eine durchgängig planare Form auf.

Die Anzahl der zweiten Stege 37a im zweiten Abschnitt 22a ist größer als die Anzahl der ersten Stege 27a im ersten Abschnitt 21a. Es können zum Beispiel wenigstens fünfmal oder wenigstens neunmal so viele zweite Stege 37a wie erste Stege 27a vorgesehen sein.

Das Strömungsfeld 17a kann sich zum Beispiel dadurch auszeichnen, dass sämtliche hiervon umfassten Stege und Kanäle geradlinig sind und parallel zueinander sowie parallel zu der Hauptströmungsrichtung verlaufen. Alternativ könnten die Stege und Kanäle des Strömungsfeldes 17a aber auch wellenförmig sein und mit gleichartiger Wellenform nebeneinander sowie entlang der Hauptströmungsrichtung S verlaufen. Die Wellenform kann gleichmäßig um die Hauptströmungsachse S oszillieren und/oder die Hauptströmungsachse S kann eine Mittelachse der Wellenform definieren, um die wellenartig oszilliert wird.

5           Zusätzlich oder alternativ sowie nicht auf die spezifischen Details dieses Ausführungsbeispiels beschränkt, kann sich das Strömungsfeld 17a dadurch auszeichnen, dass es innerhalb eines MEA-Verstärkungsrandes liegt und insbesondere von diesem zumindest abschnittsweise umgeben und/oder eingerahmt wird. Jedoch liegt dem Strömungsfeld 17a 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  
10           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 dem Strömungsfeld zugeordneten weniger tief ausgeformten Bereichs verhalten, in dem der MEA-Verstärkungsrand und die GDL einander überlappen.  
15

Der im Beispiel von Fig. 3 vollständig stegfreie Verbindungsbereich 60 verläuft vorzugsweise in der Planflächenebene der ersten Einzelplatte 2a. Die Stege 27a, 37a laufen entsprechend an den Rändern des stegfreien Verbindungsbereichs 60 auf die Planflächenebene aus. Die Stege 27a, 37a erstrecken sich  
20           nicht entlang der Hauptströmungsachse S durch den Verbindungsbereich 60 hindurch und sind folglich auch nicht direkt miteinander verbunden und gehen nicht ineinander über. Stattdessen enden sie an einer jeweiligen angrenzenden Seite des Verbindungsbereichs 60 und sind durch diesen voneinander beabstandet.  
25

Fig. 3 zeigt, dass Enden der ersten Stege 27a, die an den Verbindungsbereich 60 angrenzen, mittels einer geradlinigen Verbindungslinie 62 verbindbar sind. In dem gezeigten Beispiel verläuft die Verbindungslinie 62 senkrecht zur  
30           Hauptströmungsachse S.

Hingegen sind die Enden der zweiten Stege 37a, die an den Verbindungsbereich 60 angrenzen, mittels einer nicht-geradlinigen Verbindungslinie 64 verbindbar. Insbesondere ist diese Verbindungslinie 64 wellenförmig und ferner insbesondere periodisch wellenförmig. Dies resultiert daraus, dass die Enden der zweiten Stege 37a, die an den Verbindungsbereich 60 angrenzen, eine sich  
35           regelmäßig wiederholende Abfolge von in bestimmter Weise geformten und

sich in bestimmtem Ausmaß parallel zur Hauptströmungsachse S erstreckenden Enden definieren. So weist ein Teil der zweiten Stege 37a vergrößerte und gekrümmte Endabschnitte 33 am Übergang zum stegfreien Verbindungsbereich 60 auf.

5

Der in Fig. 3 stegfreie Verbindungsbereich 60 ist zusammenhängend ausgebildet, insbesondere in der Weise, dass er einen zusammenhängenden Bereich ohne Stege aufweist. Dieser Bereich kann sich im Wesentlichen orthogonal zur Hauptströmungsachse S erstrecken. Figur 3 zeigt eine Längsachse L3 des stegfreien Verbindungsbereichs 60, die orthogonal zu der Hauptströmungsachse S verläuft. Eine Abmessung des stegfreien Verbindungsbereichs 60 entlang dieser Längsachse L3 ist mindestens so groß wie eine Abmessung des Strömungsfeldes 17a entlang der Längsachse L3. Dies unterstreicht, dass das Fluid stets den stegfreien Verbindungsbereich 60 durchströmen muss, um zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt 21a, 22a zu wechseln.

10

15

Eine Breitenabmessung B des stegfreien Verbindungsbereichs 60 erstreckt sich orthogonal zu der Längsachse L3 und entlang der Hauptströmungsachse S. Aufgrund der ungleichmäßigen Erstreckung der Enden der zweiten Stege 37a, die an den stegfreien Verbindungsbereich 60 angrenzen - siehe die wellenförmige Verbindungslinie 64 -, variiert die Breitenabmessung B des stegfreien Verbindungsbereichs 60 entlang der Längsachse L3. So schwankt die Breite B zwischen mindestens 1 mm und bis zu 5 mm.

20

25

In derselben Breitenrichtung betrachtet erkennt man, dass sowohl die Erstreckung E1 des ersten Abschnitts 21a als auch die Erstreckung E2 des zweiten Abschnitts 22a deutlich größer sind als die Breitenabmessung B des in Fig. 3 stegfreien Verbindungsbereichs 60, beispielsweise mindestens doppelt so groß oder mindestens dreimal so groß. Ferner ist die Erstreckung E1 des ersten Abschnitts 21a mindestens doppelt und vorzugsweise mindestens dreimal so groß wie die Erstreckung E2 des zweiten Abschnitts 22a.

30

Figur 3 zeigt ferner die verschiedenen Ausrichtungen der ersten und zweiten Stege 27a, 37a anhand von jeweiligen Winkeln W1, W2. Diese Winkel W1, W2 definieren Ausrichtungen der Stege 27a, 37a relativ zur Hauptströmungsachse S. Für einen der ersten Stege 27a ist eine Längsachse L1 eingetragen. Diese verläuft in einem Winkel W1 relativ zur Hauptströmungsachse S, der

35

kleiner als  $90^\circ$  ist, wenn man einen kleinsten eintragbaren Schnittwinkel betrachtet.

Für einen der zweiten Stege 37a ist ebenfalls eine Längsachse L2 eingetragen. Diese ist gegenüber der Hauptströmungsachse S um einen Winkel W2 angewinkelt, der jedoch deutlich kleiner als der Winkel W1 der ersten Stege 27a ist. Der Winkel W2 ist schematisch stark vergrößert dargestellt und kann deutlich kleiner ausfallen. Er kann auch  $0^\circ$  betragen.

Figur 3 zeigt weiter, dass die ersten Stege 27a wenigstens dreimal, insbesondere wenigstens fünfmal, insbesondere siebenmal so lang wie breit sind, wobei die Längen- und Breitenabmessungen jeweils parallel zu einer Planflächenebene der ersten Einzelplatte 2a verlaufen.

Fig. 4 zeigt eine Orthogonalprojektion eines Ausschnitts der Separatorplatte 2 der ersten Ausführungsform, die analog zu Fig. 2 orientiert ist, in eine zu den Planflächenebenen der Einzelplatten 2a, 2b parallele Ebene. Die Ansicht entspricht einer Durchsicht durch einen Bereich der Separatorplatte 2, der einen Übergang zwischen dem Strömungsfeld 17a und dem Verteilbereich 20a der ersten Einzelplatte 2a und somit auch einen Teil des bei dieser Ausführungsform vollständig stegfreien Verbindungsbereichs 60 umfasst, der wobei schematisch der Bereich, in dem die Stege vollständig abgesenkt sind, von links oben nach rechts unten schraffiert dargestellt ist. Positionen der Verteilbereiche 20a-c und Strömungsfelder 17a-c an den Außen- und Innenseiten der ersten und zweiten Einzelplatte 2a,b sind eingetragen. Diese überlappen sich jeweils zumindest abschnittsweise.

Ferner erkennt man Positionen und Ausmaße von Überlappungen der Kanal-Steg-Strukturen 46a, b an den Außenseiten der ersten und zweiten Einzelplatten 2a,b sowie die gemeinsam hiervon begrenzte Kühlfluidverteilstuktur 19. Diejenigen Stege und Kanäle aus Fig. 4, die in Fig. 3 nicht vorhanden sind, sind Stege und Kanäle der zweiten Einzelplatte 2b. Dem im Wesentlichen oder vollständig stegfreien Verbindungsbereich 60 in der ersten Einzelplatte 2a liegt in der zweiten Einzelplatte 2b also ein Bereich gegenüber, durch den sich sowohl Kanäle 30c an der Innenseite der ersten Einzelplatte 2a als auch nicht weiter bezeichnete Kanäle an der Außenseite der ersten Einzelplatte 2a erstrecken, die im Bereich der Rückseite der Stege zwischen den Kanälen 30c ausgebildet

sind. Der im Wesentlichen oder vollständig stegfreie Verbindungsbereich 60 ist also vorteilhafterweise nur in einer der beiden Einzelplatten der Separatorplatte ausgebildet.

5       Drei Kanäle 27c der Kühlfluidverteilstuktur 19 sind gezeigt, die jeweils komplementär zu Stegen an der Außenseite der zweiten Einzelplatte 2b geformt sind. Die Kanäle 27c weisen jeweils einen optional aufgeweiteten Krümmungsbereich 52 auf, der jedoch auch nicht gegenüber angrenzenden Segmenten der ersten Kanäle 27c aufgeweitet sein könnte.

10       Der Krümmungsbereich 52 eines jeden Kanals 27c ist fluidleitend an drei Kanäle 30c an der Innenseite der ersten Einzelplatte 2a angeschlossen. Diese Kanäle 30c sind komplementär geformt zu zweiten Stegen 37a an der Außenseite der ersten Einzelplatte 2a. Nicht sämtliche der zweiten Kanäle 30c sind in  
15       Figur 4 mit einem entsprechenden Bezugszeichen markiert.

Für den in Fig. 4 obersten Kanal 27c sind Übergabebereiche zu den zweiten Kanälen 30c schraffiert dargestellt. Im Fall der oberen beiden Kanäle 30c markiert die Schraffur jeweils einen Bereich, in dem offene Enden der zweiten Kanäle 30c dem Krümmungsbereich 52 gegenüberliegen und die Kanäle 30 folglich in den Krümmungsbereich 52 münden.

20       Man erkennt, dass die Krümmungsbereiche 52 der zweiten Einzelplatte 2b mit dem stegfreien Verbindungsbereich 60 abschnittsweise überlappen und sich durch diesen hindurch erstrecken oder, mit anderen Worten, diesen überbrücken. Dies ermöglicht, dass Kühlfluid durch die Kühlfluidverteilstuktur 19 fließen kann, obwohl im stegfreien Verbindungsbereich 60 keine Stege auf der Außenseite der ersten Einzelplatte 2a vorhanden sind, die komplementär geformte Kanäle der Kühlfluidverteilstuktur 19 bilden könnten. Anders ausgedrückt und nicht auf die Details dieses Ausführungsbeispiels beschränkt, liegen dem stegfreien Verbindungsbereich 60 an der Innenseite der zweiten Einzelplatte 2b ausgebildete Kanäle gegenüber, die eine Fluidverbindung eines Verteilbereichs 20c und des Strömungsfelds 17c der Kühlfluidverteilstuktur 19 bereitstellen.

35       Die Figur 5A zeigt im Wesentlichen denselben Ausschnitt wie Figur 4, hier wird nun genauer auf die Bestimmung der Breite B des Verbindungsbereichs 60

eingegangen. Der Schnitt A-A aus Figur 5A, der nicht-maßstäblich in Figur 5B gezeigt ist, verdeutlicht einige Details hierzu. Der Bereich, der in Figur 5A von links unten nach rechts oben schraffiert dargestellt ist, stellt den Bereich dar, in dem auf der entsprechenden Außenseite kein Kontakt zwischen Stegen und dem MEA-Verstärkungsrand bzw. der GDL vorhanden ist, also den eigentlichen Verbindungsbereich 60. Dementsprechend werden zur Breitenbestimmung einerseits die den zweiten Stegen 37a nächstliegenden Bereiche 270 der ersten Stege 27a, die die maximale Höhe der Stege 27a aufweisen, betrachtet und andererseits die den ersten Stegen 27a nächstliegenden Bereiche 370 der zweiten Stege 37a, die ebenfalls die maximale Höhe aufweisen, wobei die Höhe unterschiedlich sein kann, wie aus Figur 5B deutlich wird. Im vorliegenden Beispiel mit vollständig verrundeten Stegkuppen sind dies somit auf Seite des Verteilbereichs 20a die den zweiten Stegen 37a nächstliegenden Stegkuppenlinien 280 der ersten Stege 27a bis zum jeweiligen Beginn ihrer Absenkung. Die Verbindung zwischen entsprechenden Linienabschnitten auf Stegkuppenlinien 280 erfolgt parallel zur Hauptströmungsachse S. Auf der Seite des Strömungsfelds 17a sind die dem Verteilbereich 20a zugewandten Bereiche maximaler Höhe der Stege 37a die Endpunkte der Stegkuppenlinien 380 an den Stellen 375, an denen die Absenkung der Stegkuppen zur Ausbildung des Verbindungsbereichs 60 beginnt. Die Breite B kann beispielsweise entlang einem der Doppelpfeile aus Figur 5A ermittelt werden, vergleiche auch Figur 5B.

Die Figuren 6 und 7 zeigen jeweils zu Fig. 3 analoge Ansichten von Separatorplatten 2 gemäß weiteren Ausführungsformen. Der einzige Unterschied zu der Ausführungsform von Fig. 3 ist, dass der Verbindungsbereich 60 in diesem Fall nicht vollständig stegfrei ist. Davon abgesehen treffen sämtliche Erläuterungen zu Fig. 3 ebenso auf die identischen Merkmale und Strukturen der Ausführungsformen der Figuren 6 und 7 zu.

In beiden Ausführungsformen der Figuren 6 und 7 ist der Verbindungsbereich 60 nicht vollständig stegfrei. Stattdessen existieren im Fall von Figur 6 beispielsweise zwei entlang der Längsachse L3 betrachtet äußere Paare von ersten und zweiten Stegen 27a, 37a, die sich in den Verbindungsbereich 60 hinein erstrecken, um ineinander überzugehen. Im Fall von Figur 7 existiert beispielsweise ein entlang der Längsachse L3 betrachtet mittleres Paar von ersten und zweiten Stegen 27a, 37a, die sich in den Verbindungsbereich 60 hinein erstrecken,

um ineinander überzugehen. Sämtliche weiteren ersten und zweiten Stege 27a, 37a enden analog zu dem Ausführungsbeispiel aus Fig. 3 am Verbindungsbereich 60. Somit geht die Mehrheit der ersten und zweiten Stege 27a, 37a nicht in einen jeweils anderen von erstem und zweitem Steg 27a, 37a über und der Verbindungsbereich 60 ist in einem Großteil seiner Fläche stegfrei.

Die Anzahl und Positionierung der ineinander übergehenden ersten und zweiten Stege 27a, 37a sind in den Figuren 6 und 7 nur beispielhaft und können von den gezeigten Varianten abweichen.

## Patentansprüche

1. Separatorplatte (2), für ein elektrochemisches System (1), umfassend eine erste Einzelplatte (2a) und eine zweite Einzelplatte (2b), die erste Einzelplatte (2a) umfassend:

- wenigstens eine erste Durchgangsöffnung (11b) zum Durchleiten eines Fluids durch die erste Einzelplatte (2a);
- wenigstens einen Verteilbereich (20a);
- ein Strömungsfeld (17a), das über den Verteilbereich (20a) in Fluidverbindung mit der Durchgangsöffnung (11b) ist und das eingerichtet ist, das Fluid entlang einer Strömungshauptachse (S) zu führen;

wobei der Verteilbereich (20a) umfasst:

- einen Verbindungsbereich (60),
- einen ersten Abschnitt (21a), der eine Fluidverbindung zwischen der Durchgangsöffnung (11b) und dem Verbindungsbereich (60) definiert und der eine Vielzahl von ersten Stegen (27a) und zwischen den ersten Stegen (27a) ausgebildeten ersten Kanälen (29a) aufweist,
- einen zweiten Abschnitt (22a), der eine Fluidverbindung zwischen dem Verbindungsbereich (60) und dem Strömungsfeld (17a) definiert und der eine Vielzahl von zweiten Stegen (37a) und zwischen den zweiten Stegen (37a) ausgebildeten zweiten Kanälen (39a) aufweist,

wobei der Verbindungsbereich (60) derart zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt des Verteilbereichs (20a) angeordnet ist, dass jeder Fluidaustausch zwischen dem ersten und zweiten Abschnitt (21a, 22a) den Verbindungsbereich (60) durchströmt, wobei eine Breite (B) des Verbindungsbereichs (60) parallel zur Strömungshauptachse (S) verläuft und die Breite (B) mindestens 1 mm und maximal 5 mm beträgt und wobei keine oder maximal 7%, vorzugsweise maximal 5% der ersten Stege (27a) und der zweiten Stegen (37a) durch den Verbindungsbereich (60) hindurch ineinander übergehen.

- 5      2. Separatorplatte (2) nach Anspruch 1,  
wobei eine entlang einer senkrecht zur Strömungshauptachse (S) sich erstreckenden Längsachse (L3) gemessene Länge des Verbindungsbereichs (60) im Wesentlichen so groß ist wie eine entlang dieser Längsachse (L3) gemessene Länge des Strömungsfeldes (17a).
- 10      3. Separatorplatte (2) nach Anspruch 1 oder 2,  
wobei zumindest die Mehrheit der ersten Stege (27a) jeweils ein dem Verbindungsbereich (60) zugewandtes Ende aufweisen und eine Verbindungslinie (62) dieser Enden geradlinig ist; und/oder  
wobei zumindest die Mehrheit zweiten Stege (37a) jeweils ein dem Verbindungsbereich (60) zugewandtes Ende aufweisen und eine Verbindungslinie (64) dieser Enden nicht geradlinig ist.
- 15      4. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
wobei zumindest die jeweils längsten Abschnitte der ersten Stege (27a) in einem Winkel (W1) relativ zur Strömungshauptachse (S) verlaufen, der größer oder gleich  $70^\circ$  ist und/oder  
20      wobei zumindest die jeweils längsten Abschnitte der zweiten Stege (37a) in einem Winkel (W2) relativ zur Strömungshauptachse (L2) verlaufen, der geringer als  $45^\circ$ , vorzugsweise geringer als  $20^\circ$  ist.
- 25      5. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
wobei zumindest die ersten Stege (27a) wenigstens dreimal so lang wie breit sind, wobei die Längen- und Breitenabmessungen jeweils parallel zu einer Planflächenebene der ersten Einzelplatte (2a) verlaufen.
- 30      6. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
wobei die ersten Stege (27a) eine größere Höhe gemessen senkrecht zur Planflächenebene der ersten Einzelplatte (2a) aufweisen als die zweiten Stege (37a).
- 35      7. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
wobei der erste Abschnitt (21a) eine größere Erstreckung ( $E_1$ ) als der zweite Abschnitt aufweist, wobei die Erstreckungen ( $E_1$ ,  $E_2$ ) jeweils parallel zu der Strömungshauptachse (S) verlaufen, insbesondere wobei die Erstreckung ( $E_1$ )

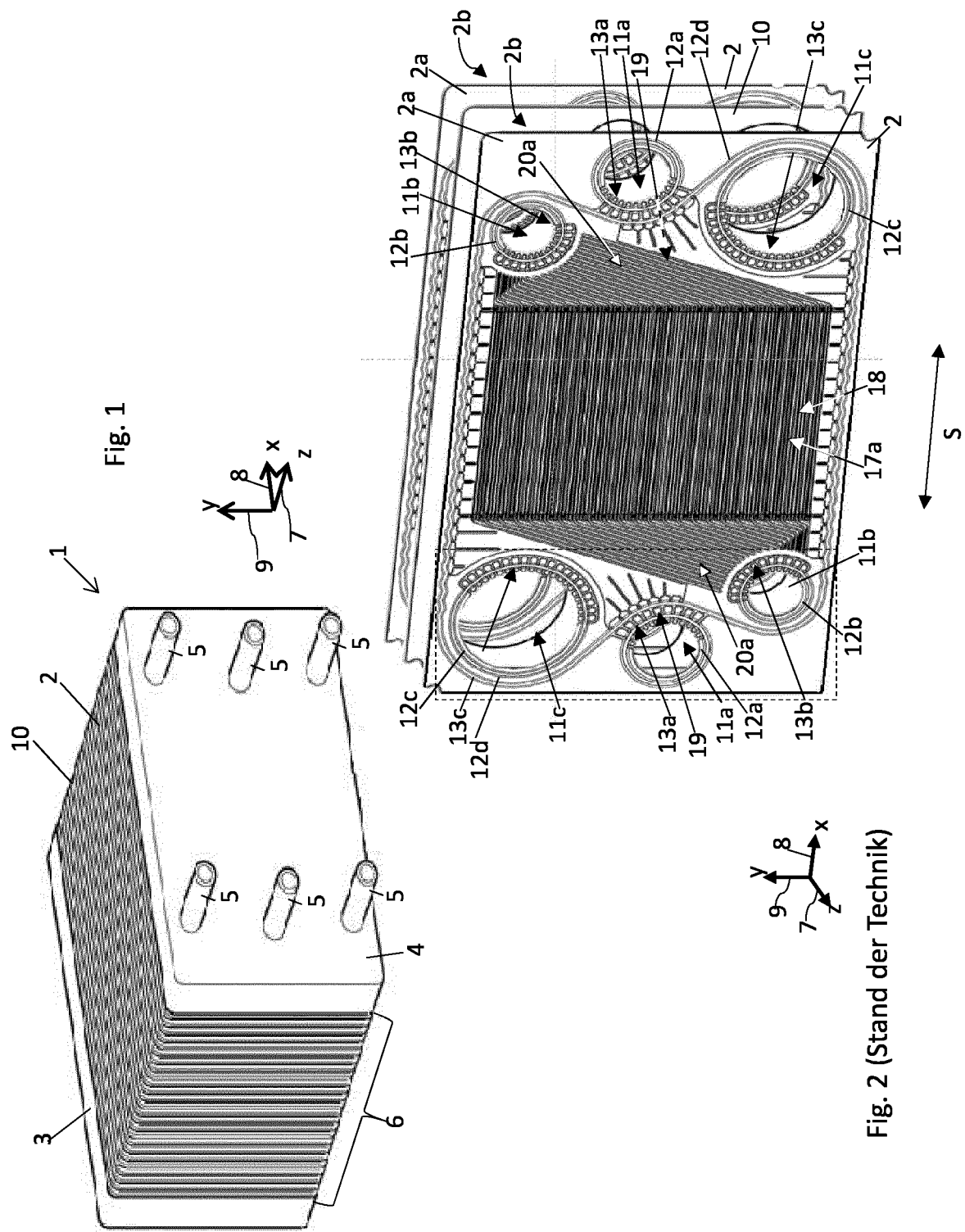
des ersten Abschnitts (21a) wenigstens dreimal so groß ist wie die Erstreckung ( $E_2$ ) des zweiten Abschnitts (22a).

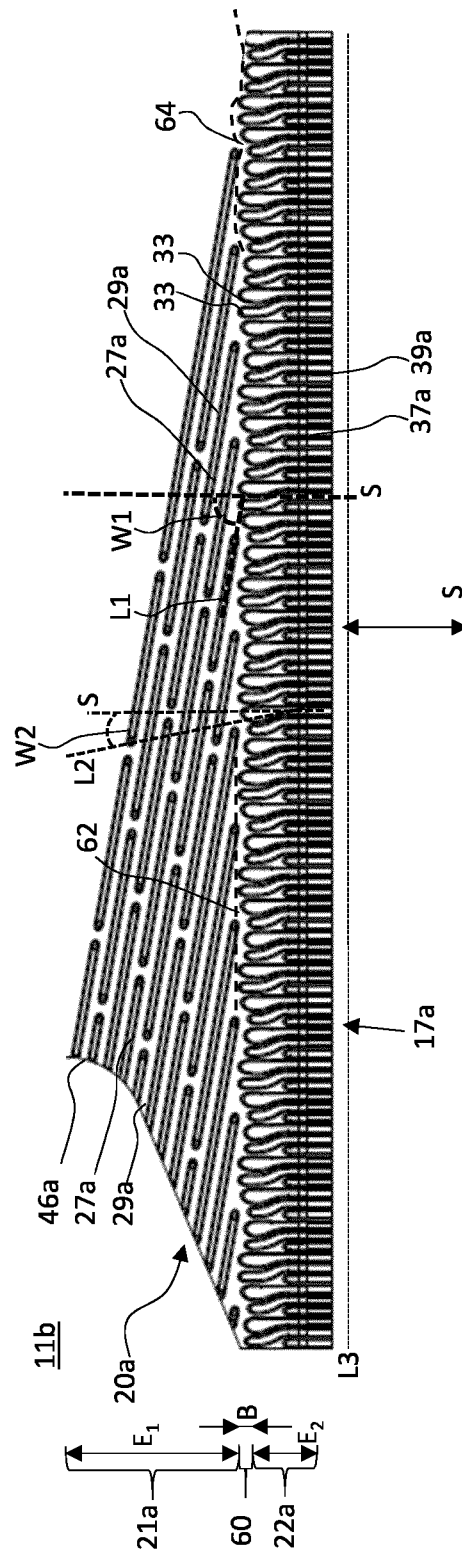
5 8. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
wobei die Anzahl der zweiten Stege (37a) kein ganzzahliges Vielfaches der Anzahl der ersten Stege (27a) ist; und/oder  
wobei die Anzahl der ersten Stege (27a) weniger als die Hälfte der Anzahl der zweiten Stege (37a) beträgt.

10 9. Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
wobei der Verbindungsbereich (60) der ersten Einzelplatte (2a) einem Bereich der zweiten Einzelplatte (2b) gegenüberliegt, der zumindest Abschnitte einer Vielzahl von in der zweiten Einzelplatte (2b) ausgebildeten Stegen und zwischen den Stegen ausgebildeten Kanälen aufweist.

15 10. Elektrochemisches System (1),  
umfassend wenigstens eine Separatorplatte (2) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

20





File 3

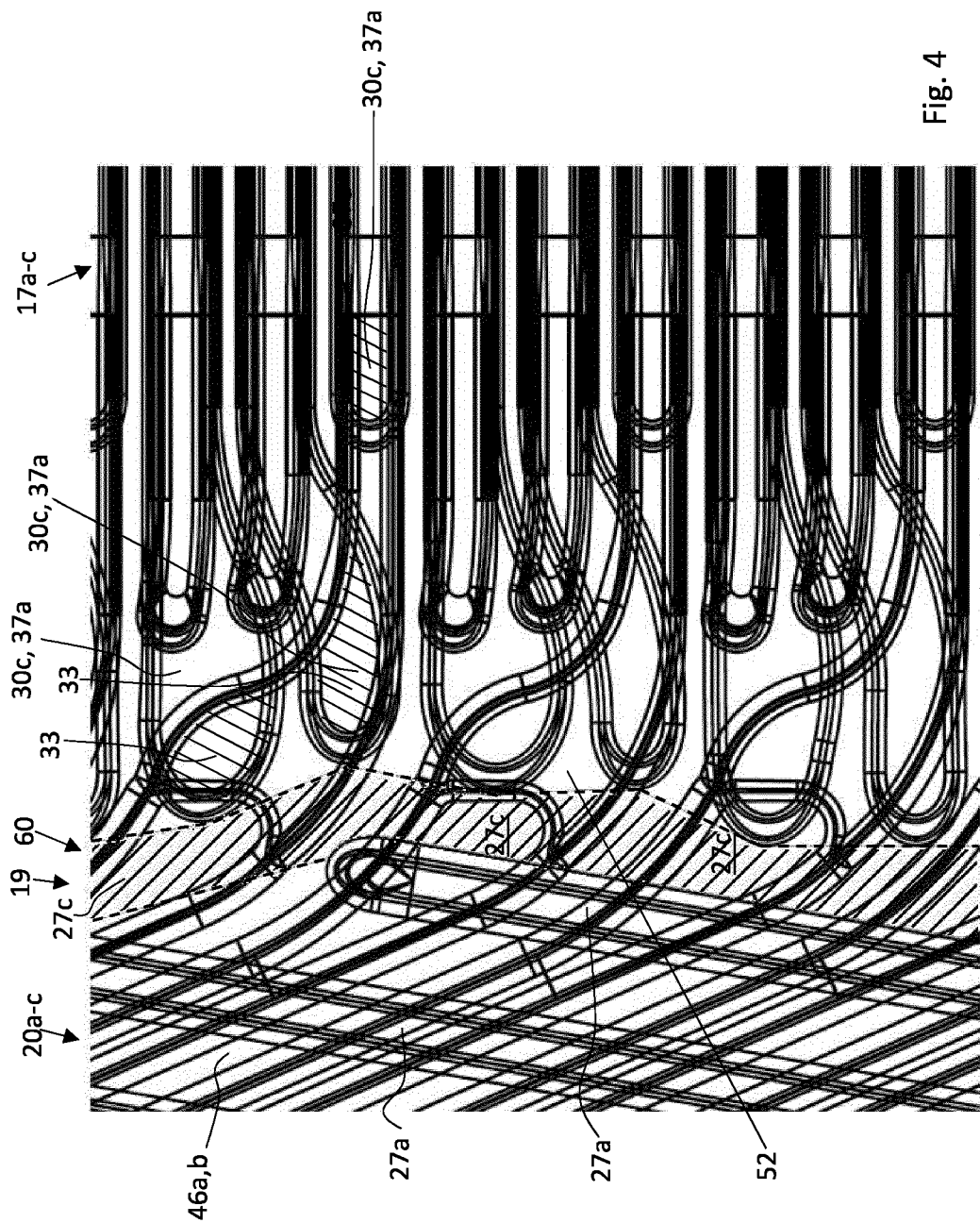
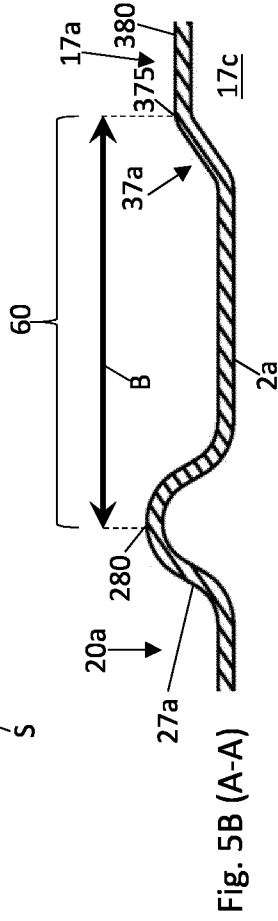
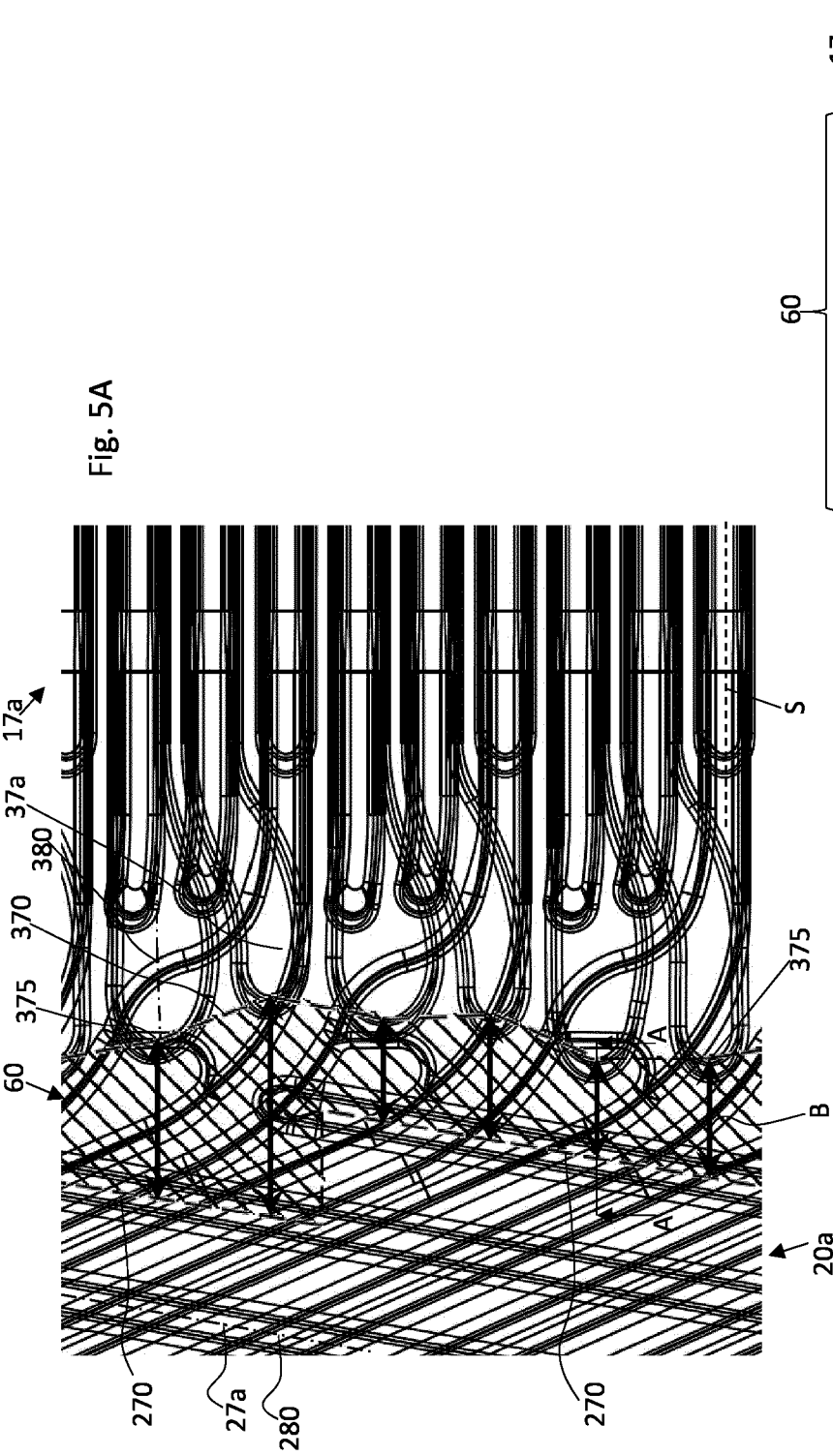


Fig. 4



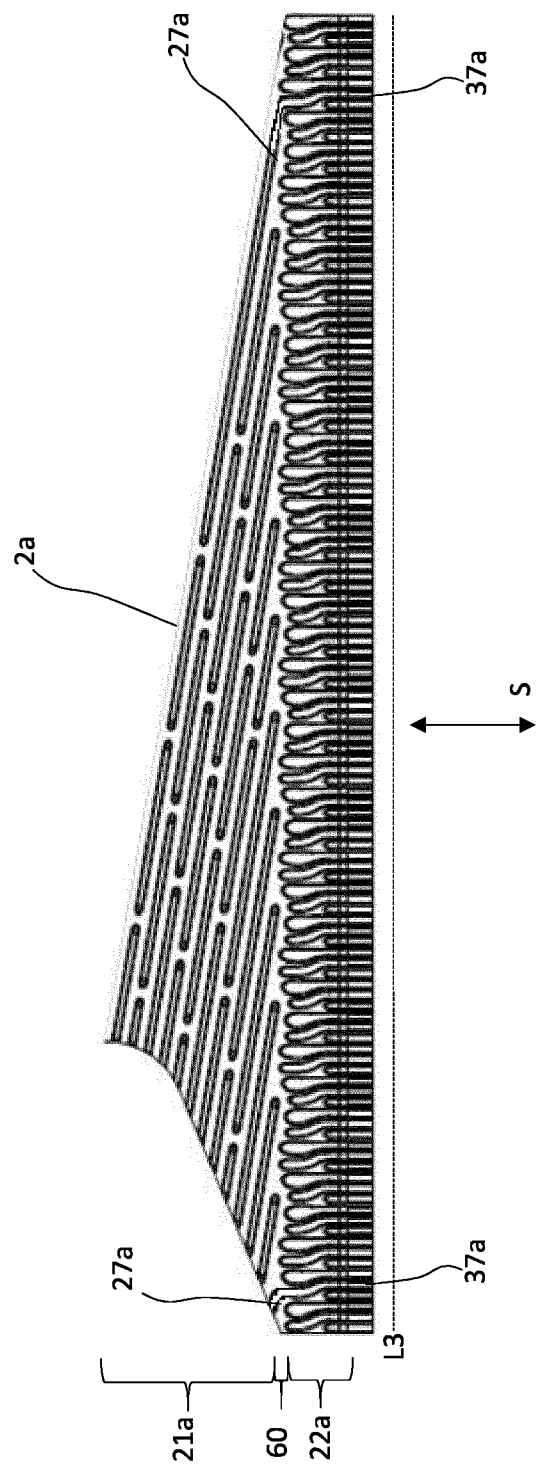


Fig. 6

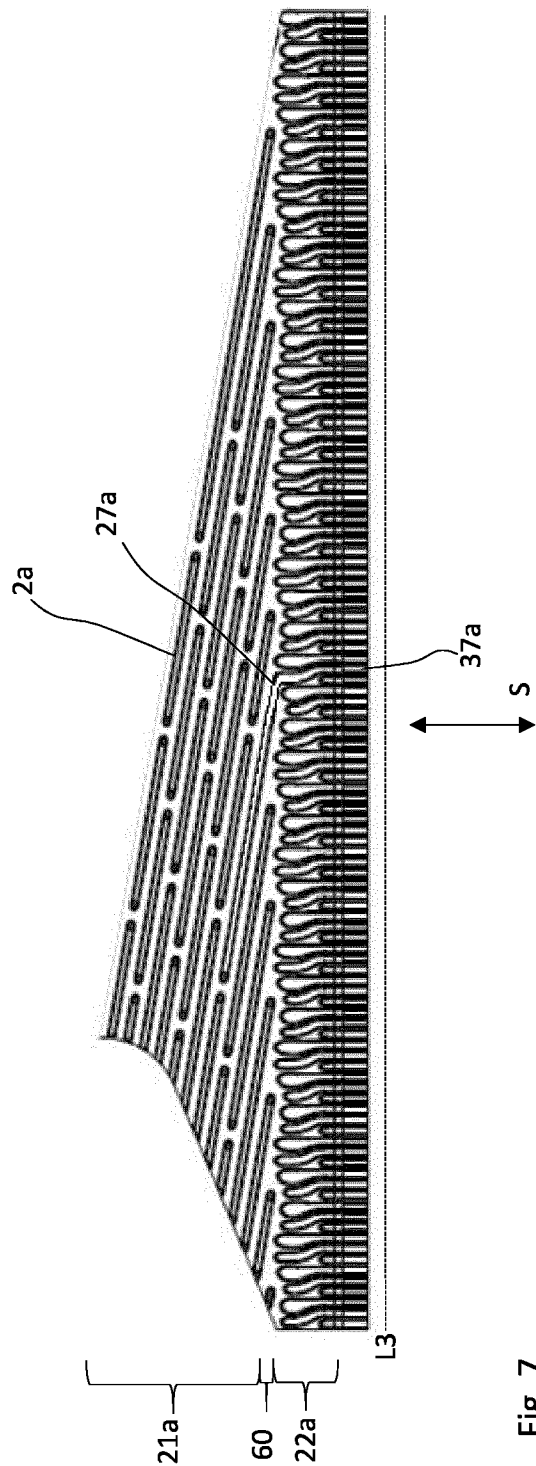


Fig. 7

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/066360

**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         | WO 2022268256 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 29 December 2022 (2022-12-29)<br>figure 1<br>page 6, line 5 - page 9, line 10                               | 1-10                  |
| X         | CN 102034986 B (SUNRISE POWER CO LTD) 28 November 2012 (2012-11-28)<br>figure 1                                                                                | 1-5, 7, 8, 10         |
| X         | CN 113571729 A (WEISHI ENERGY TECH CO LTD) 29 October 2021 (2021-10-29)<br>figures 1, 2                                                                        | 1-5, 7, 8, 10         |
| X         | US 8889318 B2 (WAGNER THOMAS ALAN [US]; BROST RONALD DAVID [US] ET AL.) 18 November 2014 (2014-11-18)<br>figures 2, 3<br>column 2, line 26 - column 3, line 67 | 1, 3, 10              |
| X         | CN 215418241 U (FUXIN DARE AUTOMOTIVE PARTS CO LTD) 04 January 2022 (2022-01-04)<br>figures 1-4                                                                | 1-5, 7, 8, 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

**30 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

International application No.

**PCT/EP2024/066360**

### C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 5082313 B2 (NISSAN MOTOR) 28 November 2012 (2012-11-28)<br>figure 12            | 1-5, 7, 8, 10         |
| <hr/>     |                                                                                    |                       |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/EP2024/066360**

| Patent document<br>cited in search report |            |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |              |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|------------|----|--------------------------------------|-------------------------|--------------|----|--------------------------------------|
| WO                                        | 2022268256 | A1 | 29 December 2022                     | CN                      | 117121241    | A  | 24 November 2023                     |
|                                           |            |    |                                      | DE                      | 102021116095 | A1 | 22 December 2022                     |
|                                           |            |    |                                      | EP                      | 4360149      | A1 | 01 May 2024                          |
|                                           |            |    |                                      | WO                      | 2022268256   | A1 | 29 December 2022                     |
| CN                                        | 102034986  | B  | 28 November 2012                     | NONE                    |              |    |                                      |
| CN                                        | 113571729  | A  | 29 October 2021                      | NONE                    |              |    |                                      |
| US                                        | 8889318    | B2 | 18 November 2014                     | NONE                    |              |    |                                      |
| CN                                        | 215418241  | U  | 04 January 2022                      | NONE                    |              |    |                                      |
| JP                                        | 5082313    | B2 | 28 November 2012                     | JP                      | 5082313      | B2 | 28 November 2012                     |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 2008021518   | A  | 31 January 2008                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                             |                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b><br>INV.    H01M8/0258            H01M8/026            H01M8/0267<br>ADD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                             |                                                                       |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                             |                                                                       |
| <b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b><br>Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )<br>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)<br><br>EPO-Internal, WPI Data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                             |                                                                       |
| <b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                             |                                                                       |
| Kategorie*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                                                                          | Betr. Anspruch Nr.                                                    |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | WO 2022/268256 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 29. Dezember 2022 (2022-12-29)<br>Abbildung 1<br>Seite 6, Zeile 5 - Seite 9, Zeile 10<br>-----                                          | 1 - 10                                                                |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | CN 102 034 986 B (SUNRISE POWER CO LTD) 28. November 2012 (2012-11-28)<br>Abbildung 1<br>-----                                                                                              | 1 - 5, 7, 8, 10                                                       |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | CN 113 571 729 A (WEISHI ENERGY TECH CO LTD) 29. Oktober 2021 (2021-10-29)<br>Abbildungen 1, 2<br>-----                                                                                     | 1 - 5, 7, 8, 10                                                       |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | US 8 889 318 B2 (WAGNER THOMAS ALAN [US]; BROST RONALD DAVID [US] ET AL.) 18. November 2014 (2014-11-18)<br>Abbildungen 2, 3<br>Spalte 2, Zeile 26 - Spalte 3, Zeile 67<br>-----<br>- / - - | 1, 3, 10                                                              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                             |                                                                       |
| <div>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :<br/>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist<br/>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br/>"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)<br/>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht<br/>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist<br/>"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<br/>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden<br/>"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<br/>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</div> |                                                                                                                                                                                             |                                                                       |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche<br><br>30. August 2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                             | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts<br><br>09/09/2024 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde<br>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                             | Bevollmächtigter Bediensteter<br><br>Ingelbrecht, Peter               |

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN |                                                                                                               |                    |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Kategorie*                                            | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile            | Betr. Anspruch Nr. |
| X                                                     | CN 215 418 241 U (FUXIN DARE AUTOMOTIVE PARTS CO LTD) 4. Januar 2022 (2022-01-04)<br>Abbildungen 1-4<br>----- | 1-5,7,8,<br>10     |
| X                                                     | JP 5 082313 B2 (NISSAN MOTOR)<br>28. November 2012 (2012-11-28)<br>Abbildung 12<br>-----                      | 1-5,7,8,<br>10     |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/066360

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 2022268256 A1                                   | 29-12-2022                    | CN 117121241 A                    | 24-11-2023                    |
|                                                    |                               | DE 102021116095 A1                | 22-12-2022                    |
|                                                    |                               | EP 4360149 A1                     | 01-05-2024                    |
|                                                    |                               | WO 2022268256 A1                  | 29-12-2022                    |
| CN 102034986 B                                     | 28-11-2012                    | KEINE                             |                               |
| CN 113571729 A                                     | 29-10-2021                    | KEINE                             |                               |
| US 8889318 B2                                      | 18-11-2014                    | KEINE                             |                               |
| CN 215418241 U                                     | 04-01-2022                    | KEINE                             |                               |
| JP 5082313 B2                                      | 28-11-2012                    | JP 5082313 B2                     | 28-11-2012                    |
|                                                    |                               | JP 2008021518 A                   | 31-01-2008                    |