

(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 2024/255939 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 8/0206 (2016.01) H01M 8/0254 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2024/100114

(22) Internationales Anmeldedatum:

09. Februar 2024 (09.02.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2023 115 309.9

13. Juni 2023 (13.06.2023)

DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) **Erfinder:** **SCHLIRF, Simon**; Kornweg 1, 91096 Möhren-dorf (DE). **DINKEL, Markus**; Athanasius-Kircher-Str. 10, 97074 Würzburg (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, 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.

(54) **Title:** METHOD FOR PRODUCING A HALF-PLATE OF A BIPOLAR PLATE, BIPOLAR PLATE AND ELECTROCHEMICAL CELL

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES HALBBLECHES EINER BIPOLARPLATTE, BIPOLARPLATTE UND ELEKTROCHEMISCHE ZELLE

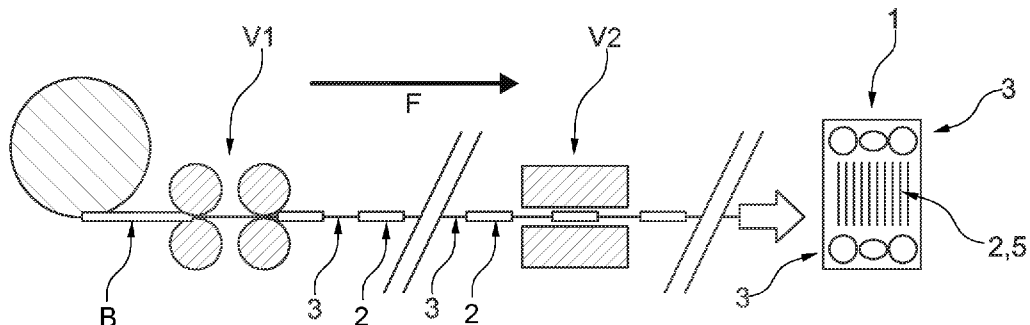


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for producing a half-plate (1) of a bipolar plate (1'), comprising the steps of: - rolling (V1) a sheet-metal strip (B), - wherein the rolling is carried out in at least one first region (2) of the sheet-metal strip (B) to a uniform first sheet thickness (d1) and in at least one second region (3) of the sheet-metal strip (B) to a uniform second sheet thickness (d2), - wherein the first sheet thickness (d1) is greater than the second sheet thickness (d2) and the first region (2) and the second region (3) are each of a flat form, - introducing (V2) into the at least one first region (2) a surface structure (5) in the form of channels, - cutting the sheet-metal strip (B) to detach the half-plate (1) from the sheet-metal strip (B), wherein the half-plate (1) has at least one first region (2) and one second region (3). The invention also relates to a bipolar plate and to an electrochemical cell.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Halbblech (1) einer Bipolarplatte (1'), umfassend die Schritte: - Walzen (V1) eines Blechbandes (B), - wobei in wenigstens einem ersten Bereich (2) des Blechbandes (B) auf eine einheitliche erste Blechdicke (d1) gewalzt wird und in wenigstens einem zweiten Bereich (3) des Blechbandes (B) auf eine einheitliche zweite Blechdicke (d2) gewalzt wird, - wobei die erste Blechdicke (d1) größer als die zweite Blechdicke (d2) ausgebildet wird und der erste Bereich (2) und der zweite Bereich (3) jeweils eben ausgebildet werden, - Einbringen (V2) einer kanalförmigen Oberflächenstruktur (5) in den wenigstens einen ersten Bereich (2), - Schneiden des Blechbandes (B) zur Abtrennung des Halbblech (1) von dem Blechband (B), wobei das Halbblech (1) zumindest einen ersten Bereich (2) und einen zweiten Bereich (3) aufweist. Ferner betrifft die Erfindung eine Bipolarplatte sowie eine elektrochemische Zelle.



(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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Verfahren zur Herstellung eines Halbblechtes einer Bipolarplatte,
Bipolarplatte und elektrochemische Zelle

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Halbblechtes einer Bipolarplatte. Ferner betrifft die Erfindung eine Bipolarplatte sowie eine elektrochemische mit
5 mindestens einer derartigen Bipolarplatte.

Eine elektrochemische Zelle ist in diesem Zusammenhang insbesondere eine Brennstoffzelle, eine Elektrolysezelle oder eine Redox-Flusszelle.

Das Herzstück eines Brennstoffzellen-Stacks ist die Brennstoffzelle. Ein Brennstoffzellen-Stack besteht aus mehreren Brennstoffzellen und enthält in der Regel zwei Bipolarplatten pro Zelle. Die Verbindung mehrerer Brennstoffzellen zu einem Brennstoffzellen-Stack dient u.a. der Erhöhung der Ausgangsspannung.
10

Typischerweise bilden eine erste und eine zweite Bipolarplatte, die aufeinanderliegen und von einer Membran getrennt sind, die eigentliche elektrochemische Zelle. Die
15 Anode wird dabei durch eine MEA (Membrane Electrode Assembly) von der Kathode getrennt. Eine Bipolarplatte besteht dabei in der Regel aus zwei Halbblechchen, die stoffschlüssig, beispielsweise durch einen Schweißvorgang, miteinander verbunden sind.

Um die für den Betrieb einer elektrochemischen Zelle, wie einer Brennstoffzelle, notwendigen Reaktanden und Fluide gleichmäßig über den elektrochemisch aktiven Bereich der Membran-Elektroden-Einheit zu verteilen, werden häufig Verteilungsstrukturen an der Bipolarplatte vorgesehen, welche als Kanäle ausgebildet sind.
20

Zur Herstellung von Bipolarplatten im großen Maßstab ist es bekannt, ein Blechband auf eine gewünschte Dicke zu walzen und dieses einer Wärmebehandlung zu unterziehen, um die Umformbarkeit sicherzustellen. Eine Wärmebehandlung ist jedoch für
25 einen Großteil der Kosten bei der Herstellung von Bipolarplatten verantwortlich. Denn diese benötigt viel Energie in Form von Wärme.

Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Halbblechtes einer Bipolarplatte anzugeben, welches die aufzuwendende Energie für
30 die Herstellung einer Bipolarplatte im Vergleich zum Stand der Technik reduziert.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weitere vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Ein erster Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst ein Verfahren zur Herstellung eines Halbblechtes einer Bipolarplatte.

- 5 Das Verfahren umfasst als einen Verfahrensschritt ein Walzen eines Blechbandes, wobei in wenigstens einem ersten Bereich des Blechbandes auf eine einheitliche erste Blechdicke gewalzt wird und in wenigstens einem zweiten Bereich des Blechbandes auf eine einheitliche zweite Blechdicke gewalzt wird. Dabei ist die erste Blechdicke größer als die zweite Blechdicke ausgebildet wird und der erste Bereich und der
- 10 zweite Bereich jeweils eben ausgebildet werden. Somit weisen der wenigstens eine erste und der wenigstens eine zweite Bereich voneinander verschiedene Blechdicken und auch verschiedene Formänderungsvermögen auf.

- In den wenigstens einen ersten Bereich wird anschließend eine kanalförmige Oberflächenstruktur zum Führen von Reaktanden und Fluiden, wie z. B. Wasserstoff
- 15 und/oder Sauerstoff, mit einer hohen Prozesssicherheit eingebracht, ohne dass eine Rissbildung im Blech erfolgen würde. Für den wenigstens einen ersten Bereich können somit eine höhere Tiefe (auch Ziehtiefe) bei einem Einbringen der kanalförmigen Oberflächenstruktur realisiert werden. Ferner kann dadurch Material eingespart werden; denn dort, wo ein geringeres Formänderungsvermögen benötigt wird, wie im we-
- 20 nigstens einen zweiten Bereich, kann das Blech bzw. Blechband im Vergleich zu Orten, wo ein höheres Formänderungsvermögen benötigt wird, wie im wenigstens einen ersten Bereich, weiter ausgedünnt werden.

- Der Schritt des Walzens eines Blechbandes wird derart gestaltet ausgeführt, dass das Blechband im wenigstens einen ersten Bereich des Blechbandes und/oder im wenig-
- 25 tens einen zweiten Bereich des Blechbandes und/oder in wenigstens einem dritten Bereich des Blechbandes eben ausgebildet ist und im Schnitt durch das Blechband gesehen ebene, zueinander parallele Oberfläche aufweist. D.h., dass die Oberflächen des Blechbandes und/oder des wenigstens einen ersten Bereichs des Blechbandes und/oder des wenigstens einen zweiten Bereichs des Blechbandes und/oder des we-
- 30 nigstens einen dritten Bereichs des Blechbandes durch das Walzen strukturlos, also eben ausgebildet werden. Insbesondere sind die Oberflächen des Blechbandes

und/oder des wenigstens einen ersten Bereichs des Blechbandes und/oder des wenigstens einen zweiten Bereichs des Blechbandes und/oder des wenigstens einen dritten Bereichs des Blechbandes durch das Walzen ohne Vertiefung oder ohne Tal oder ohne Berg oder ohne Vorsprung ausgebildet.

- 5 Außerdem kann der Schritt des Walzens entlang einer Förderrichtung des Blechbandes variable Blechdicken bereitstellen. Dabei können der wenigstens eine erste Bereich und der wenigstens eine zweite Bereich des Blechbandes und/oder wenigstens ein dritter Bereich des Blechbandes entlang der Förderrichtung des Blechbandes abwechselnd gewalzt werden, um eine erste und eine zweite Blechdicke für den wenigstens einen ersten Bereich bzw. den wenigstens einen zweiten Bereich zu realisieren. D.h., es kann zuerst ein erster Bereich und danach ein zweiter Bereich gewalzt werden. Es ist aber auch möglich, beide Bereiche mit einer Walze bzw. in einem Walzvor-
10 gang herzustellen.

Vor diesem Hintergrund kann z. B. von einer Wärmebehandlung des gesamten Blechbandes, mit welchem das Formänderungsvermögen des gesamten Blechbandes, z. B. gleichmäßig, erhöhbar ist, abgesehen werden, wodurch Energie einsparbar ist. Im Ergebnis kann das vorgestellte Verfahren also die Herstellungskosten für ein Halbblech einer Bipolarplatte reduzieren. Darüber hinaus kann das vorgestellte Verfahren komplexere Umformgeometrien oder komplexere Geometrien für den wenigstens einen
15 ersten Bereich ermöglichen. Mit anderen Worten ausgedrückt, kann in Bereichen mit geringer Umformung für die Erstellung des Halbbleches, wie z. B. in dem wenigstens einen zweiten Bereich und/oder in wenigstens einem dritten Bereich des Blechbandes, die Blechdicke durch den Schritt des Walzens auf ein Minimum reduziert werden. Im wenigstens einen ersten Bereich, der in der elektrochemischen Zelle einem elektrochemisch aktiven Bereich entspricht, wird die Blechdicke beim Schritt des Walzens
25 im Vergleich zum wenigstens einen zweiten Bereich und/oder zum wenigstens einem dritten Bereich höher gewählt, um komplexe Umformgeometrien, wie z. B. für die kanalförmige Oberflächenstruktur, in dem wenigstens einen ersten Bereich realisieren zu können.

- 30 Anders formuliert basiert die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee darin, das Blech bzw. das Blechband für die Herstellung von Halbblechen für Bipolarplatten vorab gezielt mit lokalen Dickenunterschieden zu versehen. Je dünner das

Blechband im wenigstens einen zweiten Bereich und/oder wenigstens einen dritten Bereich gewalzt wird, desto höher sind die technischen Vorteile, wie etwa dessen geringere thermische Masse und Gewicht. Andersherum gilt, je dicker das Blechband im wenigstens einen ersten Bereich bereitgestellt wird, desto einfacher und kostengünstiger ist die Umformung, um die kanalförmige Oberflächenstruktur in den wenigstens einen ersten Bereich einzubringen.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung bezeichnet der Begriff „Formänderungsvermögen“ eine Begrenzung der plastischen Formänderung, die ein Werkstoff oder ein Blechband ohne Rissbildung ertragen kann. Anders ausgedrückt bedeutet Formänderungsvermögen die Fähigkeit eines Werkstoffes oder Blechbandes, sich vor dem Bruch plastisch zu verformen.

Außerdem kann beim Verfahrensschritt Walzen ein Paar Walzen oder eine Walzpaarung verwendet werden, welche den wenigstens einen ersten Bereich und den wenigstens einen zweiten Bereich und/oder wenigstens einen dritten Bereich des Blechbandes walzen. Hierbei kann wenigstens eine Walze des Paares oder der Walzpaarung entlang ihres Umfangs wenigstens eine Vertiefung aufweisen. Diese Vertiefung dient dazu, den wenigstens einen ersten Bereich zu erstellen bzw. zu walzen. Dort, wo die Vertiefung auf das Blechband trifft, kann ein Mehr an Material des gewalzten Blechbandes angehäuft werden. Somit ist also der wenigstens eine erste Bereich des Blechbandes auf eine erste Blechdicke walzbar. Hingegen liegt dort, wo keine Vertiefung anzutreffen ist, ein Weniger an Material des gewalzten Blechbandes vor. Somit ist also der wenigstens eine zweite Bereich des Blechbandes auf eine geringere zweite Blechdicke walzbar.

Alternativ oder zusätzlich ist es auch möglich, dass beim Verfahrensschritt Walzen der Achsabstand eines Paares Walzen oder einer Walzpaarung verändert wird. Dies ist z. B. hydraulisch und/oder elektromechanisch möglich. Somit kann also wenigstens eine Walze des Paares oder der Walzpaarung in ihrer relativen Position zur weiteren Walze des Paares oder der Walzpaarung verändert werden, um in wenigstens einem ersten Bereich des Blechbandes auf eine erste Blechdicke zu walzen und in wenigstens einem zweiten Bereich des Blechbandes auf eine zweite Blechdicke zu walzen.

Zudem weist das Verfahren nach dem Walzen als weiteren Verfahrensschritt ein Einbringen einer kanalförmigen Oberflächenstruktur in den wenigstens einen ersten Bereich auf. Die kanalförmige Oberflächenstruktur dient dem homogenen Verteilen von Reaktanden und Fluiden in der elektrochemischen Zelle. Auch kann die kanalförmige Oberflächenstruktur ausgebildet sein, einen ersten Reaktanden, einen zweiten Reaktanden und/oder ein Kühlmittel von einem Zufluss zu einem Abfluss zu führen. Auf diese Weise kann eine elektrochemische Zelle mit mindestens einer Bipolarplatte optimal versorgt werden, sodass der Wirkungsgrad maximierbar ist. Beispielsweise kann das Einbringen einer kanalförmigen Oberflächenstruktur in den wenigstens einen ersten Bereich durch Prägen, Stanzen, Hydroforming oder Walzen z. B. vor dem Schritt des Schneidens erfolgen. Dabei wird die Oberflächenstruktur durch das Blech durchgeprägt, so dass sowohl die Oberseite wie auch die Unterseite des Blechs die Struktur abbildet.

Des Weiteren umfasst das Verfahren als weiteren Verfahrensschritt ein Schneiden des Blechbandes zur Abtrennung des Halbblechtes von dem Blechband, wobei das Halbblech zumindest einen ersten Bereich und einen zweiten Bereich aufweist. Das Schneiden des Blechbandes bringt also im Ergebnis einzelne Halbbleche zur Herstellung von Bipolarplatten hervor, die in einer elektrochemischen Zelle, wie einer Brennstoffzelle bzw. einen Brennstoffzellen-Stack eingesetzt werden können.

Außerdem kann das Schneiden ein Erstellen eines Fluidzuflusses oder Fluidabflusses, insbesondere eines Kühlmittelzuflusses und eines Kühlmittelabflusses und/oder eines Wasserstoffzuflusses und eines Wasserstoffabflusses und/oder eines Sauerstoffzuflusses und eines Sauerstoffabflusses, umfassen.

Des Weiteren können der wenigstens eine erste Bereich und der wenigstens eine zweite Bereich entlang einer Förderrichtung des Blechbandes abwechselnd oder in Förderrichtung zumindest abschnittsweise nebeneinander oder in Förderrichtung abschnittsweise nebeneinander oder hintereinander oder abschnittsweise hintereinander angeordnet sein. Dabei kann z. B. in Förderrichtung des Blechbandes auf einen ersten Bereich ein zweiter Bereich folgen, an welchen sich erneut ein erster Bereich anschließen kann. So kann ein zweiter Bereich unmittelbar auf einen ersten Bereich und/oder umgekehrt folgen. Es ist aber auch möglich, dass zwischen einem ersten

und zweiten Bereich ein weiterer Bereich angeordnet ist, der den ersten Bereich und zweiten Bereich voneinander beabstandet.

Zudem kann das Blechband wenigstens einen dritten Bereich aufweisen. Auch kann das Blechband in dem wenigstens einem dritten Bereich des Blechbandes auf eine dritte Blechdicke gewalzt werden. Anders ausgedrückt, kann der wenigstens eine dritte Bereich des Blechbandes auf eine dritte Blechdicke gewalzt werden. Auch können der wenigstens eine dritte Bereich und der wenigstens eine zweite Bereich den wenigstens einen ersten Bereich zumindest teilweise begrenzen bzw. zumindest teilweise umranden bzw. zumindest teilweise eingrenzen bzw. zumindest teilweise umgeben. Der wenigstens eine dritte Bereich kann beispielsweise derart geformt sein, dass dieser eine Dichtung aufnehmen kann. Somit kann der wenigstens eine dritte Bereich auf eine dritte Blechdicke gewalzt werden, um eine Ebene für eine Dichtung zu erhalten bzw. zu schaffen.

Außerdem können der wenigstens eine zweite Bereich und der wenigstens eine dritte Bereich gleich dick ausgebildet sein. Dabei weisen die zweite Blechdicke und die dritte Blechdicke den gleichen Wert auf. Auch können die zweite Blechdicke und die dritte Blechdicke im Wesentlichen den gleichen Wert aufweisen. Der Ausdruck „im Wesentlichen den gleichen Wert“ kann in der vorliegenden Beschreibung so verstanden werden, dass die Blechdicken des zweiten Bereichs und dritten Bereichs dann als gleich anzusehen sind, wenn diese höchstens $\pm 5\%$ in ihren Blechdicken voneinander abweichen. Das heißt bei „im Wesentlichen dem gleichen Wert“ beträgt die dritte Blechdicke zum Beispiel die zweite Blechdicke $\pm 5\%$ der zweiten Blechdicke.

Ferner kann die zweite Blechdicke und/oder die dritte Blechdicke einen um mindestens 20 % geringeren Wert aufweisen als die erste Blechdicke. Anders ausgedrückt weist die erste Blechdicke einen deutlich höheren Wert auf als die zweite und/oder die dritte Blechdicke.

Optional kann das Verfahren ferner den Schritt eines Erfassens einer Lage der kanalförmigen Oberflächenstruktur in Bezug zu dem Blechband, beispielsweise in Bezug zu den Abmessungen des Blechbandes, mittels eines Sensors als Ausgangsbasis für das Schneiden des Blechbandes aufweisen. Somit können Fertigungstoleranzen, die beispielsweise beim Einbringen der kanalförmigen Oberflächenstruktur auftreten,

kompensiert werden. Auf diese Weise kann das Schneiden an die Fertigungstoleranzen, beispielsweise an die Lage der kanalförmigen Oberflächenstruktur, angepasst werden.

Das Verfahren kann vor dem Einbringen einer kanalförmigen Oberflächenstruktur als
5 weiteren Verfahrensschritt ein selektives oder partielles Weichglühen des Blechbandes umfassen, wobei beim Weichglühen der wenigstens der erste Bereich des Blechbandes gezielt und/oder durch zielgerichtetes Zuführen von Wärme und/oder durch
gezieltes Zuführen von Wärme weichgeglüht wird und der wenigstens eine zweite Bereich und/oder der wenigstens eine dritte Bereich des Blechbandes davon ausgenom-
10 men oder ausgespart ist/wird. Alternativ oder zusätzlich können bei dem Verfahrensschritt des selektiven Weichglühens des Blechbandes der wenigstens eine erste Bereich des Blechbandes und der wenigstens eine zweite Bereich und/oder dritte Bereich des Blechbandes unterschiedlich oder verschieden wärmebehandelt werden.
Anders formuliert kann bei dem Verfahrensschritt des selektiven Weichglühens des
15 Blechbandes wenigstens dem ersten Bereich des Blechbandes mehr Wärmeenergie zugeführt werden als dem wenigstens einen zweiten Bereich und/oder dritten Bereich des Blechbandes. Das Mehr an Wärmeenergie kann z. B. eine längere Glühdauer und/oder eine größere Wärmeintensität umfassen. Im Ergebnis weisen der wenigstens eine erste und der wenigstens eine zweite Bereich und/oder der wenigstens eine
20 dritte Bereich des Blechbandes voneinander verschiedene Formänderungsvermögen auf. Somit kann also die Wärmebehandlung des Blechbandes auf den wenigstens einen ersten Bereich konzentriert werden, in den eine kanalförmige Oberflächenstruktur zum Führen von Fluiden bzw. Reaktanden dann mit einer hohen Prozesssicherheit einbringbar ist, ohne dass eine Rissbildung im Blech erfolgt. Somit kann von einer
25 Wärmebehandlung des gesamten Blechbandes abgesehen werden, wodurch Energie zum Erwärmen eingespart werden kann. Folglich kann das vorgestellte Verfahren also die Herstellungskosten einer Bipolarplatte reduzieren. Darüber hinaus kann das vorgestellte Verfahren komplexere Umformgeometrien oder komplexere Geometrien für den wenigstens einen ersten Bereich realisieren.

30 Beim selektiven Weichglühen erfolgt das Zuführen von Energie überwiegend in den wenigstens einen ersten Bereich, wobei eine Zuführung von Energie in den wenigstens einen zweiten Bereich und/oder dritten Bereich geringer ausfällt bzw. unterbleibt.

So ist eine Wärmebehandlungsdauer, mit der der wenigstens eine zweite und/oder dritte Bereich behandelt wird, und/oder eine Wärmeintensität, die auf den wenigstens einen zweiten Bereich und/oder dritten Bereich einwirkt, geringer im Vergleich zur Glühdauer, mit der der wenigstens eine erste Bereich weichgeglüht wird, und/oder we-

5 niger intensiv im Vergleich zur Wärmeintensität, die auf den wenigstens einen ersten Bereich einwirkt.

Das Weichglühen dient in der Regel dazu, z. B. Spannungen im Material bzw. im Blechband bzw. in dem wenigstens einen ersten Bereich des Blechbandes zu verringern und um das Formänderungsvermögen im Material bzw. im Blechband bzw. in

10 dem wenigstens einen ersten Bereich zu steigern. So benötigt das Blechband in dem wenigstens einen ersten Bereich zum Einbringen einer Oberflächenstruktur ein höheres Formänderungsvermögen als im Vergleich zum wenigstens einem zweiten Bereich und/oder dritten Bereich, der keine Umformung oder Strukturierung erfahren soll oder in den keine Oberflächenstruktur eingebracht werden soll. Somit kann der we-

15 nigstens eine zweite Bereich und/oder dritte Bereich also ein geringeres Maß an Formänderungsvermögen aufweisen.

Anders formuliert basiert die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Idee darin, dass nicht alle Bereiche des Blechbandes das gleiche Formänderungsvermögen aufweisen müssen. Auch kann der wenigstens eine zweite Bereich und/oder dritte Bereich, der kaum oder überhaupt nicht umgeformt werden soll, geringfügiger, beispielsweise kürzer, oder überhaupt nicht wärmebehandelt werden. Auf diese Weise kann

20 die benötigte Energie für das Weichglühen reduziert werden, da nicht mehr das gesamte Blechband erwärmt werden muss, sondern lediglich der wenigstens eine erste Bereich. Somit können Energie und Kosten eingespart werden.

Des Weiteren kann beim selektiven Weichglühen des Blechbandes der wenigstens eine erste Bereich des Blechbandes mit einer ersten Glühdauer und/oder mit einer ersten Wärmeintensität weichgeglüht und der wenigstens eine zweite und/oder dritte Bereich des Blechbandes mit einer zweiten Wärmebehandlungsdauer und/oder mit einer zweiten Wärmeintensität weichgeglüht werden. Dabei kann die erste Glühdauer

25 bzw. die erste Wärmeintensität von der zweiten Wärmebehandlungsdauer bzw. zweiten Wärmeintensität verschieden sein. Somit kann jeder Bereich entsprechend eines gewünschten Formänderungsvermögens wärmebehandelt werden, wobei in Summe

30

Energie eingespart werden kann. Beispielsweise kann die zweite Wärmebehandlungsdauer kürzer als die erste Glühdauer sein. Auch kann die zweite Wärmebehandlungsdauer bzw. die zweite Wärmeintensität die Hälfte oder 45 % oder 40 % der ersten Glühdauer bzw. der ersten Wärmeintensität betragen. Ferner kann die zweite Wärmeintensität weniger intensiv sein als die erste Wärmeintensität. Hierdurch wird erneut ersichtlich, dass Energie einsparbar ist.

Unter dem Begriff "Wärmeintensität" bzw. „Intensität“ kann die „Bestrahlungsstärke“ (auch Strahlungsflussdichte, veraltet: Strahlungsstromdichte) verstanden werden.

„Wärmeintensität“ bzw. „Bestrahlungsstärke“ kann der Begriff für die gesamte Leistung eingehender elektromagnetischer Energie sein, die auf eine Oberfläche (z. B. auf den wenigstens einen ersten Bereich und/oder auf den wenigstens einen zweiten Bereich und/oder auf den wenigstens einen dritten Bereich) trifft, bezogen auf die Größe der Fläche.

Das selektive Weichglühen bzw. eine lokale Wärmebehandlung kann zum Beispiel in einem Durchlaufofen erfolgen. Durch das Weichglühen kann die Umformbarkeit des Blechbandes lokal verbessert werden.

Des Weiteren kann beim selektiven Weichglühen durch eine Steuereinrichtung die erste und/oder die zweite Wärmebehandlungsdauer und/oder die erste und zweite Wärmeintensität in Sektionen eines Durchlaufofens in Abhängigkeit von der Fördergeschwindigkeit und der Position des wenigstens einen ersten und des wenigstens einen zweiten und/oder dritten Bereichs z. B. selektiv gesteuert werden. Dazu kann der Durchlaufofen mehrere Wärmeeinheiten, wie z. B. Strahler, die z. B. elektrische Energie in Wärme wandeln, und/oder Düsen, die z. B. mittels Gas Wärme erzeugen, aufweisen. Die Wärmeeinheiten können in einer Matrix oder in einem Raster, z. B. oberhalb und/oder beabstandet zum Blechband, angeordnet sein. Die Steuereinrichtung kann die Wärmeeinheiten entsprechend der Fördergeschwindigkeit und der Position des wenigstens einen ersten Bereichs und des wenigstens einen zweiten Bereichs und/oder dritten Bereichs an- und ausschalten und/oder kann diese in ihrer Dauer und/oder Intensität hinsichtlich der Erzeugung von Wärme regeln.

Bevorzugt ist das Blechband aus dem Werkstoff Edelstahl gebildet, welcher beschichtet sein kann. Alternativ kann das Blechband aus dem Werkstoff Titan oder einer Titanlegierung gebildet sein. Alternativ sind auch andere Metallegierungen einsetzbar.

- 5 Ein zweiter Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst eine Bipolarplatte umfassend zwei miteinander stoffschlüssig verbundene, nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Halbbbleche.

Die oben unter dem ersten Aspekt der Erfindung genannten Merkmale betreffend das Verfahren können auch hier unter dem zweiten Aspekt der Erfindung mit weiteren

- 10 Merkmalen kombiniert werden.

Die Bipolarplatte weist auf jedem der Halbbbleche einen elektrochemisch aktiven Bereich auf, welcher dem wenigstens einen ersten Bereich der beiden Halbbbleche entspricht. Auf jedem Halbbblech befinden sich weiterhin insbesondere mindestens zwei Verteilerbereiche, welche dem wenigstens einen zweiten Bereich entsprechen, zur

- 15 Zu- und Ableitung von Fluiden, wie Reaktionsgasen und/oder Reaktanden und/oder Kühlmittel. Ferner kann die Bipolarplatte derart ausgebildet sein, dass diese separate Kanäle für Fluide wie Reaktionsgase und/oder Reaktanden und für ein Kühlmittel aufweist.

- 20 Zudem können Anschlüsse für Fluide, wie Reaktionsgase und/oder für Reaktanden und/oder für das Kühlmittel, mit den Verteilerbereichen verbunden sein.

- Beispielsweise kann die Bipolarplatte Verteilerstrukturen zum Führen von Fluiden, wie Kühlmittel, umfassen, wobei das Kühlmittel im Fall einer Brennstoffzelle in der Regel zwischen zwei miteinander verschweißten Halbbblechen einer Bipolarplatte geführt wird. Diese Verteilerstrukturen können als Kanäle ausgebildet sein, wodurch das Kühlmittel leitbar ist und eine Kühlung eines Brennstoffzellenstapels erfolgt. Auf der Anodenseite einer Bipolarplatte einer Brennstoffzelle erfolgt insbesondere die Verteilung des Brennstoffes (z. B. Wasserstoffes) und auf der Kathodenseite erfolgt insbesondere die Verteilung von Luft/Sauerstoff.

- 30 Die Bipolarplatte kann eine kanalförmige Oberflächenstruktur aufweisen, wobei diese als offene rinnenartige Kanalstruktur ausgebildet sein kann.

Beispielsweise kann die Bipolarplatte Verteilerstrukturen zum Führen von Fluiden, wie Kühlmittel, umfassen. Diese Verteilerstrukturen können als Kanäle ausgebildet sein, wodurch das Kühlmittel leitbar ist und eine Kühlung eines Brennstoffzellenstapels erfolgt. Auf der Anodenseite einer Bipolarplatte erfolgt insbesondere die Verteilung des Brennstoffes (z. B. Wasserstoffes) und auf der Kathodenseite erfolgt insbesondere die Verteilung von Luft/Sauerstoff.

Darüber hinaus kann die Bipolarplatte zwei dritte Bereiche aufweisen. Die zwei dritten Bereiche können an zwei gegenüberliegenden Seiten des wenigstens einen ersten Bereichs angeordnet sein, sodass diese zusammen mit zwei zweiten Bereichen den wenigstens einen ersten Bereich begrenzen. Der dritte Bereich kann beispielsweise derart geformt sein, dass er eine Dichtung aufnehmen kann.

Generell kann für die Bipolarplatte festgehalten werden, dass mit dieser, z. B. in Fahrzeugen, Wasserstoff (H_2) mit Sauerstoff (O_2) aus der Luft zu Wasser umgesetzt werden kann. Die Bipolarplatte spielt dabei die zentrale Rolle. Sie kann strukturell als Trägerplatte dienen und die beiden Pole der Brennstoffzelle bilden – die H_2 führende Anodenplatte und die Kathodenplatte für die O_2 -Zuführung.

Dabei kann die Bipolarplatte diverse Aufgaben erfüllen, wie eine gleichmäßige Verteilung der Fluide und Reaktionsgase bzw. Reaktanden (H_2 und O_2), eine Zuleitung der Gase zu einer Katalysatorschicht, einen Abtransport des anfallenden Reaktionswassers, eine Weiterleitung des aus der Reaktion resultierenden Stroms und ein effizientes Abführen der Reaktionswärme.

Bei der elektrokatalytischen Umwandlung des Wasserstoffs entsteht in der Regel Produktwasser und – wie schon erwähnt – fällt Wärme an. Beides kann über die Bipolarplatte aus einer Brennstoffzelle abgeleitet werden.

Ein dritter Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst eine elektrochemische Zelle, insbesondere eine Brennstoffzelle oder eine Elektrolysezelle, umfassend wenigstens eine erfindungsgemäße Bipolarplatte.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Merkmale des Verfahrens zur Herstellung eines Halbblesches einer Bipolarplatte und/oder die Merkmale der Bipolarplatte, wie sie unter dem zweiten Aspekt erwähnt werden, einzeln oder miteinander kombinierbar bei der elektrochemischen Zelle Anwendung finden können.

Anders ausgedrückt, die oben unter dem ersten und/oder zweiten Aspekt der Erfindung genannten Merkmale können auch hier unter dem dritten Aspekt der Erfindung mit weiteren Merkmalen kombiniert werden.

5 Nachfolgend wird der oben dargestellte Erfindungsgedanke nochmals und ergänzend mit anderen Worten ausgedrückt.

Dieser Gedanke betrifft – vereinfacht dargestellt – ein Verfahren zur Herstellung eines Halbbleiches einer Bipolarplatte unter Einbringung gezielter Dickenunterschiede innerhalb eines verwendeten Blechs.

10 Umso dünner das Ausgangsmaterial, beispielsweise ein Blechband, für ein Halbbleich einer Bipolarplatte, desto geringer die Kosten und desto höher die technischen Vorteile (wie z. B. hinsichtlich thermischer Masse, etc.). Umso dicker das Ausgangsmaterial, desto einfacher und kostengünstiger gestaltet sich eine Umformung des Blechs.

15 Das Blech für die Fertigung von Halbbleichchen für Bipolarplatten kann gezielt vorab mit Dickenunterschieden, also zumindest mit einer einheitlichen ersten Blechdicke im wenigstens einen ersten Bereich und mit einer einheitlichen zweiten Blechdicke im wenigstens einen zweiten Bereich, versehen werden.

20 In Bereichen, die einer geringen Umformung (z. B. in wenigstens einem zweiten und/oder dritten Bereich des Blechbandes) unterworfen werden sollen, kann die Blechdicke reduziert werden. In einem Bereich, der eine komplexe Kanalstruktur bzw. für eine kanalförmige Oberflächenstruktur (hier in dem wenigstens einen ersten Bereich des Blechbandes) erhalten soll, wird die Blechdicke höher gewählt, um die komplexeren Umformgeometrien rissfrei realisieren zu können.

25 Entlang einer Dichtung, beispielsweise in wenigstens einem dritten Bereich des Blechbandes, kann das Material ebenfalls ausgedünnt werden, um eine Ebene für die Dichtung zu erhalten.

Die erfindungsgemäße Bipolarplatte kann in einer elektrochemischen Zelle, wie beispielsweise in einer Brennstoffzelle, einem Elektrolyseur oder einer Redox-Flow-Batterie, zur Anwendung kommen.

30 Nachstehend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Hierbei zeigen schematisch:

- Fig. 1** ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung eines Halbblechtes einer Bipolarplatte;
- Fig. 2** eine schematische Schnittansicht auf einen Teil eines Blechbandes nach Verfahrensschritt V1;
- Fig. 3** eine schematische Draufsicht auf ein Halbblech;
- Fig. 4** eine dreidimensionale Ansicht einer Bipolarplatte; und
- Fig. 5** eine schematische Ansicht einer elektrochemischen Zelle.

10 In der nachfolgenden Beschreibung werden gleiche Bezugszeichen für gleiche Gegenstände verwendet.

Figur 1 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Herstellung eines Halbblechtes 1 einer Bipolarplatte 1' (vergleiche Figur 4), wobei Figur 2 eine schematische Schnittansicht auf einen Teil eines Blechbandes B nach dem Verfahrensschritt V1 zeigt. Der Einfachheit und Kürze halber werden nachstehend die Figuren 1 und 2 gemeinsam beschrieben.

So zeigt Figur 1, dass das Verfahren beispielsweise einen kontinuierlichen Prozess darstellt, wobei ein Blechband B entlang einer Förderrichtung F gefördert wird.

20 Ferner zeigt Figur 1, dass das Verfahren als einen ersten Verfahrensschritt ein Walzen V1 eines Blechbandes B bzw. einer Blechtafel aufweist. Beispielhaft wird das Blechband vor dem Walzen V1 von einer Blechrolle, auch Coil genannt, abgewickelt.

Dabei wird in wenigstens einem ersten Bereich 2 des Blechbandes B auf eine gleichmäßige erste Blechdicke d1 gewalzt und in wenigstens einem zweiten Bereich 3 des Blechbandes B auf eine gleichmäßige zweite Blechdicke d2 gewalzt. Dabei werden jeweils ebene Bereiche derart, dass eine Oberseite und Unterseite des Blechbandes im heweiligen Bereich parallel verlaufen. Gemäß Figur 2 ist die erste Blechdicke d1 größer als die zweite Blechdicke d2. Somit weisen der wenigstens eine erste Bereich 2 und der wenigstens eine zweite Bereich 3 voneinander verschiedene Blechdicken d1, d2 und auch verschiedene Formänderungsvermögen auf. Dadurch kann in den

wenigstens einen ersten Bereich 2 eine kanalförmige Oberflächenstruktur 5 zum Führen von Fluiden und Reaktanden, wie z. B. Wasserstoff und/oder Sauerstoff, einfach und mit einer hohen Prozesssicherheit eingebracht werden, ohne dass eine Rissbildung stattfindet.

- 5 Das Walzen V1 stellt also entlang der Förderrichtung F des Blechbandes B unterschiedliche Blechdicken d_1 , d_2 bereit. Dabei werden der wenigstens eine erste Bereich 2 und der wenigstens eine zweite Bereich 3 entlang der Förderrichtung F des Blechbandes B abwechselnd gewalzt, um eine erste Blechdicke d_1 und eine zweite Blechdicke d_2 für den wenigstens einen ersten Bereich 2 bzw. den wenigstens einen
10 zweiten Bereich 3 zu realisieren. D.h., es kann zuerst ein erster Bereich 2 und danach ein zweiter Bereich 3 gewalzt werden. Es ist aber auch möglich, beide Bereiche 2, 3 mit einer Walze bzw. in einem Walzvorgang herzustellen.

Wie Figur 1 ferner zeigt, sind der wenigstens eine erste Bereich 2 und der wenigstens eine zweite Bereich 3 entlang der Förderrichtung F des Blechbandes B abwechselnd
15 oder in Förderrichtung abschnittsweise hintereinander angeordnet. Dabei folgt also z. B. in Förderrichtung F des Blechbandes B auf einen ersten Bereich 2 ein zweiter Bereich 3, an welchen sich erneut ein erster Bereich 2 anschließt. So folgt ein zweiter Bereich 3 unmittelbar auf einen ersten Bereich 2 und umgekehrt.

Unter Bezugnahme auf das Halbblech 1 in Figur 3 wird ersichtlich, dass das Blechband B wenigstens einen dritten Bereich 4 aufweist. Dabei wird der wenigstens eine
20 dritte Bereich 4 des Blechbandes B auf eine dritte Blechdicke d_3 gewalzt. Konkret begrenzen bzw. umranden zwei dritte Bereiche 4 und zwei zweite Bereich 3 einen ersten Bereich 2. Der wenigstens eine dritte Bereich 4 bzw. die zwei dritten Bereiche 4 ist/sind ferner derart geformt, dass dieser eine Dichtung aufnehmen kann. Somit ist
25 der wenigstens eine dritte Bereich 4 bzw. die zwei dritten Bereiche 4 auf eine dritte Blechdicke d_3 gewalzt, um eine Ebene für eine Dichtung zu schaffen.

Die zweite Blechdicke d_2 und die dritte Blechdicke d_3 weisen im Wesentlichen den gleichen Wert auf. D.h., dass die Blechdicken d_2 , d_3 des zweiten Bereichs 3 und des
30 dritten Bereichs 4 dann als gleich anzusehen sind, wenn diese höchstens $\pm 5\%$ in ihren Blechdicken voneinander abweichen.

Des Weiteren weisen die zweite Blechdicke d_2 und die dritte Blechdicke d_3 einen geringeren Wert auf als die erste Blechdicke d_1 . Anders ausgedrückt hat die erste Blechdicke d_1 einen höheren Wert als die zweite und die dritte Blechdicke d_2 , d_3 .

Zudem weist das Verfahren gemäß Figur 1 nach dem Walzen als weiteren Verfah-

5 rensschritt V2 ein Einbringen einer kanalförmigen Oberflächenstruktur 5 in den wenigstens einen ersten Bereich 2 auf. Die kanalförmige Oberflächenstruktur 5 dient dem homogenen Verteilen von Fluiden. Genau genommen ist die kanalförmige Oberflächenstruktur 5 ausgebildet, einen ersten Reaktanden, einen zweiten Reaktanden und ein Kühlmittel von einem Zufluss zu einem Abfluss zu führen. Auf diese Weise
10 kann eine elektrochemische Zelle, wie eine Brennstoffzelle, umfassend eine oder mehrere Bipolarplatten 1', hergestellt aus zwei stoffschlüssige miteinander verbundenen Halbbblechen 1, die gemäß dem hier vorgestellten Verfahren gebildet wurden, optimal mit Reaktanden und/oder Kühlmittel versorgt werden, sodass der Wirkungsgrad der elektrochemischen Zelle maximierbar ist. Beispielsweise kann das Einbringen V2
15 einer kanalförmigen Oberflächenstruktur 5 in den wenigstens einen ersten Bereich 2 durch Prägen, Stanzen, Hydroforming oder Walzen erfolgen. Aufgrund der üblicherweise geringen Blechdicke des Blechbandes von kleiner 1 mm wird die Kanalstruktur auf der Oberseite und Unterseite des Blechbandes ausgebildet.

Das Verfahren kann als optionalen Schritt ein Erfassen einer Lage der kanalförmigen

20 Oberflächenstruktur 5 in Bezug zu den Abmessungen des Blechbandes B mittels eines Sensors als Ausgangsbasis für das Schneiden des Blechbandes B aufweisen. Somit können Fertigungstoleranzen, die beispielsweise beim Einbringen V2 der kanalförmigen Oberflächenstruktur 5 auftreten, kompensiert werden.

Beim Schneiden wird ein Halbbblech 1 von dem Blechband B abgetrennt, wobei das

25 Halbbblech 1 zumindest einen ersten und einen zweiten Bereich 2, 3 umfasst. Das Schneiden des Blechbandes B bringt also im Ergebnis einzelne Halbbbleche 1 hervor.

Darüber hinaus umfasst das Schneiden ein Erstellen eines Fluidzuflusses und Fluidabflusses, insbesondere eines Kühlmittelzuflusses 6 und Kühlmittelabflusses 7, eines Wasserstoffzuflusses 8 und Wasserstoffabflusses 11 sowie eines Sauerstoffzu-
30 flusses 9 und Sauerstoffabflusses 10.

Im Ergebnis kann das vorgestellte Verfahren die Herstellungskosten eines Halbblech-
ches 1 einer Bipolarplatte 1' reduzieren. Darüber hinaus kann das vorgestellte Verfah-
ren eine Realisierung komplexerer Umformgeometrien oder komplexerer Geometrien
im ersten Bereich 2 ermöglichen. Mit anderen Worten ausgedrückt, kann in Bereichen,
5 in denen eine geringe Umformung vorgenommen wird, wie z. B. in den zweiten Berei-
chen 3, die Blechdicke d2 durch den Schritt des Walzens V1 auf ein Minimum redu-
ziert. Im ersten Bereich 2 wird die Blechdicke d1 beim Schritt des Walzens im Ver-
gleich zu den zweiten Bereichen 3 höher gewählt, um komplexe Umformgeometrien,
wie z. B. für eine kanalförmige Oberflächenstruktur 5, in dem ersten Bereich 2 rissfrei
10 realisieren zu können.

Optional kann vor dem Einbringen V2 als weiterer Verfahrensschritt ein selektives
Weichglühen des Blechbandes B durchgeführt werden.

Bei dem selektiven Weichglühen kann der wenigstens eine erste Bereich 2 des Blech-
bandes B gezielt oder durch gezieltes Zuführen von Wärme weichgeglüht werden. Der
15 wenigstens eine zweite Bereich 3 und der wenigstens eine dritte Bereich 4 des Blech-
bandes B können davon ausgenommen oder ausgespart werden. Dadurch können in
den Bereichen 2, 3, 4 voneinander verschiedene Formänderungsvermögen erzeugt
werden. Somit kann also die Wärmebehandlung des Blechbandes B auf den wenigst-
ens einen ersten Bereich 2 konzentriert werden, in den eine kanalförmige Oberflä-
20 chenstruktur 5 zum Führen von Fluiden einfach und mit einer hohen Prozesssicherheit
einbringbar ist.

In der Folge kann von der Wärmebehandlung des gesamten Blechbandes B abgese-
hen werden, wodurch Energie zum Erwärmen eingespart werden kann. Folglich kann
das vorgestellte Verfahren also die Herstellungskosten eines Halbblechches 1 einer ei-
25 ner Bipolarplatte 1' reduzieren. Darüber hinaus können durch das vorgestellte Verfah-
ren komplexere Umformgeometrien oder komplexere Geometrien in dem wenigstens
einen ersten Bereich 2 realisiert werden.

Konkret kann beim selektiven Weichglühen des Blechbandes B der wenigstens eine
erste Bereich 2 mit einer ersten Glühdauer oder mit einer ersten Wärmeintensität
30 weichgeglüht und der wenigstens eine zweite Bereich 3 und dritte Bereich 4 mit einer
zweiten Wärmebehandlungsdauer oder mit einer zweiten Wärmeintensität

beaufschlagt. Die erste Glühdauer bzw. die erste Wärmeintensität ist von der zweiten Wärmebehandlungsdauer bzw. zweiten Wärmeintensität verschieden. Somit kann jeder Bereich entsprechend eines gewünschten Formänderungsvermögens wärmebehandelt werden, wobei in Summe Energie eingespart werden kann. Hierbei ist die

5 zweite Wärmebehandlungsdauer kürzer als die erste Glühdauer bzw. ist die zweite Wärmeintensität weniger intensiv als die erste Wärmeintensität.

Das selektive Weichglühen kann dabei in einem Durchlaufofen erfolgen. Durch das Weichglühen kann die Umformbarkeit des Blechbandes B lokal verbessert werden.

Ferner kann beim selektiven Weichglühen durch eine Steuereinrichtung (nicht dargestellt) die erste Glühdauer und zweite Wärmebehandlungsdauer oder die erste und

10 zweite Wärmeintensität in Sektionen des Durchlaufofens in Abhängigkeit von der Fördergeschwindigkeit und der Position des wenigstens einen ersten Bereichs 2 und des wenigstens einen zweiten Bereichs 3 und dritten Bereichs 4 selektiv gesteuert werden. Dazu kann der Durchlaufofen mehrere Wärmeeinheiten, wie z. B. Strahler, die z.

15 B. elektrische Energie in Wärme wandeln, und/oder Düsen, die z. B. mittels Gas Wärme erzeugen, aufweisen. Die Wärmeeinheiten können in einer Matrix oder in einem Raster angeordnet sein. Die Steuereinrichtung kann die Wärmeeinheiten entsprechend der Fördergeschwindigkeit und der Position des wenigstens einen ersten Bereichs 2 und des wenigstens einen zweiten Bereichs 3 und des wenigstens einen

20 dritten Bereichs 4 anschalten und ausschalten oder kann diese in ihrer Dauer und Intensität hinsichtlich der Erzeugung von Wärme regeln.

Figur 2 zeigt eine schematische Schnittansicht des Blechbandes B nach dem Verfahrensschritt V1 mit einer Schnittrichtung parallel zur Förderrichtung F.

Das gewalzte Blechband B umfasst einen ersten Bereich 2 und zwei zweite Bereiche

25 3. Der erste Bereich 2 weist eine erste Blechdicke d_1 und jeder zweite Bereich 3 eine zweite Blechdicke d_2 auf. Wie in Figur 2 angedeutet ist, ist die zweite Blechdicke d_2 geringer als die erste Blechdicke d_1 .

Figur 3 zeigt eine schematische Draufsicht auf das Halbblech 1 aus Figur 1.

So ist zu erkennen, dass das Halbblech 1 zwei dritte Bereiche 4 aufweist. Die dritten

30 Bereiche 4 weisen eine dritte Blechdicke d_3 auf. Die dritte Blechdicke d_3 ist gleich der zweiten Blechdicke d_2 .

Der erste Bereich 2 ist hier zentral in Bezug zu dem Halbbblech 1 angeordnet und bildet einen, in einer elektrochemischen Zelle elektrochemisch aktiven Bereich aus. Dabei sind beispielhaft zwei zweite Bereiche 3 sowie zwei dritte Bereiche 4 jeweils an gegenüberliegenden Seiten des ersten Bereichs 2 angeordnet. Die kanalförmige Oberflächenstruktur 5 erstreckt sich zwischen den zwei zweiten Bereichen 3 und den zwei dritten Bereichen 4.

Anders geschildert zeigt Figur 3, dass das Halbbblech 1 zwei dritte Bereiche 4 aufweist. Die zwei dritten Bereiche 4 sind an zwei gegenüberliegenden Seiten des ersten Bereichs 2 angeordnet, sodass sie zusammen mit den zwei zweiten Bereichen 3 den ersten Bereich 2 begrenzen. Die dritten Bereiche 4 sind beispielsweise derart geformt, dass diese je eine Dichtung aufnehmen können. Die dritten Bereiche 4 weisen eine dritte Blechdicke d_3 auf, welche hier den gleichen Wert hat wie die zweite Blechdicke d_2 .

Darüber hinaus sind in Figur 3 Fluidzuflüsse und Fluidabflüsse, hier ein Kühlmittelzufluss 6, ein Kühlmittelabfluss 7, ein Wasserstoffzufluss 8, ein Wasserstoffabfluss 11, ein Sauerstoffzufluss 9 und ein Sauerstoffabfluss 10 in den zwei zweiten Bereichen 3 dargestellt. Andere Anordnungen oder Kombinationen der Zu- bzw. Abflüsse sind ebenfalls denkbar.

So ist das Halbbblech 1 also derart ausgebildet, dass dieses Kanäle für Reaktionsgase und/oder für Reaktanden und/oder für ein Kühlmittel aufweist.

Wie schon erläutert, weist das Halbbblech 1 eine kanalförmige Oberflächenstruktur 5 auf, wobei diese als offene rinnenartige Kanalstruktur ausgebildet ist. Zur Ausbildung einer Bipolarplatte 1' (vergleiche Figur 4) werden zwei Halbbbleche 1 derart übereinander angeordnet und stoffschlüssig miteinander verbunden, dass durch die Kanalstrukturen bzw. durch die kanalförmige Oberflächenstruktur 5 zwischen den beiden Halbbblechen 1 durchströmbare Kühlmittelkanäle ausgeformt werden.

Allgemein festgehalten kann eine Bipolarplatte 1' diverse Aufgaben erfüllen, wie z. B. eine gleichmäßige Verteilung der Fluide in einer elektrochemischen Zelle, eine Zuleitung der Fluide zu einer Katalysatorschicht, einen Abtransport des anfallenden Reaktionswassers, eine Weiterleitung des aus der Reaktion resultierenden Stroms und ein effizientes Abführen der Reaktionswärme.

Figur 4 zeigt eine dreidimensionale schematische Ansicht einer Bipolarplatte 1' umfassend zwei miteinander stoffschlüssig verbundene Halbbbleche 1. Gleiche Bezugszeichen wie in Figur 3 kennzeichnen gleiche Elemente.

- 5 Figur 5 zeigt eine schematische dreidimensionale Ansicht einer elektrochemischen Zelle, insbesondere einer Brennstoffzelle 20, umfassend zwei Bipolarplatten 1' gemäß Figur 4 und eine zwischen den beiden Bipolarplatten 1' angeordnete Membran-Elektroden-Einheit 13. Durch Aufstapeln weiterer Membran-Elektroden-Einheiten 13 und Bipolarplatten 1' entsteht ein Brennstoffzellen-Stack 100 umfassend eine Vielzahl von
- 10 Brennstoffzellen 20.

Bezugszeichenliste

1	Halbblech
1'	Bipolarplatte
2	erster Bereich
3	zweiter Bereich
4	dritter Bereich
5	kanalförmige Oberflächenstruktur
6	Kühlmittelzufluss
7	Kühlmittelabfluss
8	Wasserstoffzufluss
9	Sauerstoffzufluss
10	Sauerstoffabfluss
11	Wasserstoffabfluss
13	Membran-Elektroden-Einheit
20	Brennstoffzelle
100	Brennstoffzellen-Stack
d1	erste Blechdicke
d2	zweite Blechdicke
d3	dritte Blechdicke
V1	Walzen
V2	Einbringen einer kanalförmigen Oberflächenstruktur

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Halbblechtes (1) einer Bipolarplatte (1'), umfassend die Schritte:
 - Walzen (V1) eines Blechbandes (B),
 - wobei in wenigstens einem ersten Bereich (2) des Blechbandes (B) auf eine einheitliche erste Blechdicke (d1) gewalzt wird und in wenigstens einem zweiten Bereich (3) des Blechbandes (B) auf eine einheitliche zweite Blechdicke (d2) gewalzt wird,
 - wobei die erste Blechdicke (d1) größer als die zweite Blechdicke (d2) ausgebildet wird und der erste Bereich (2) und der zweite Bereich (3) jeweils eben ausgebildet werden,
 - Einbringen (V2) einer kanalförmigen Oberflächenstruktur (5) in den wenigstens einen ersten Bereich (2),
 - Schneiden des Blechbandes (B) zur Abtrennung des Halbblechtes (1) von dem Blechband (B), wobei das Halbblech (1) zumindest einen ersten Bereich (2) und einen zweiten Bereich (3) aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
 - wobei der wenigstens eine erste Bereich (2) und der wenigstens eine zweite Bereich (3) entlang einer Förderrichtung (F) des Blechbandes (B) abwechselnd oder abschnittsweise hintereinander angeordnet sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
 - wobei die zweite Blechdicke (d2) einen um mindestens 20 % geringeren Wert aufweist als die erste Blechdicke (d1).
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei das Blechband (B) wenigstens einen dritten Bereich (4) aufweist,
 - wobei das Blechband (B) in dem wenigstens einem dritten Bereich (4) des Blechbandes (B) auf eine dritte Blechdicke (d3) gewalzt wird, und

- wobei der wenigstens eine dritte Bereich (4) und der wenigstens eine zweite Bereich (3) den wenigstens einen ersten Bereich (2) zumindest teilweise begrenzen.

5 5. Verfahren nach Anspruch 4,

- wobei die zweite Blechdicke (d2) und die dritte Blechdicke (d3) im Wesentlichen den gleichen Wert aufweisen.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- 10 – wobei das Einbringen (V2) der kanalförmigen Oberflächenstruktur (5) in den wenigstens einen ersten Bereich (2) durch Prägen, Stanzen, Hydroforming oder Walzen erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- 15 – wobei das Schneiden ein Erstellen eines Fluidzuflusses und eines Fluidabflusses, insbesondere eines Kühlmittelzuflusses (6) und eines Kühlmittelabflusses (7) und/oder eines Wasserstoffzuflusses (8) und eines Wasserstoffabflusses (11) und/oder eines Sauerstoffzuflusses (9) und eines Sauerstoffabflusses (10), umfasst.

20

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- 25 – wobei das Verfahren vor dem Einbringen (V2) der kanalförmigen Oberflächenstruktur (5) als weiteren Verfahrensschritt ein selektives Weichglühen des Blechbandes (B) aufweist, bei dem der wenigstens eine erste Bereich (2) des Blechbandes (B) gezielt weichgeglüht wird und wenigstens der zweite Bereich (3) des Blechbandes (B) vom gezielten Weichglühen ausgenommen ist, sodass der wenigstens eine erste (2) und der wenigstens eine zweite Bereich (3) voneinander verschiedene Formänderungsvermögen aufweisen.

- 30 9. Bipolarplatte (1'), umfassend zwei miteinander stoffschlüssig verbundene Halbbliche (1), hergestellt nach einem Verfahren gemäß einem der vorangehenden Ansprüche.

10. Elektrochemische Zelle, insbesondere Brennstoffzelle (20), mit wenigstens einer Bipolarplatte (1') nach Anspruch 9.

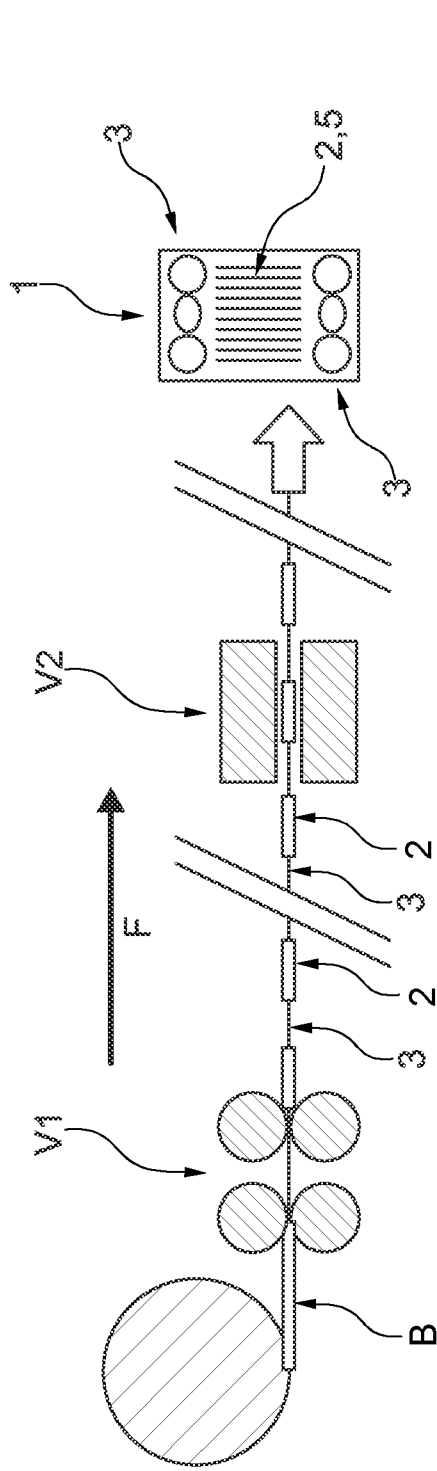


Fig. 1

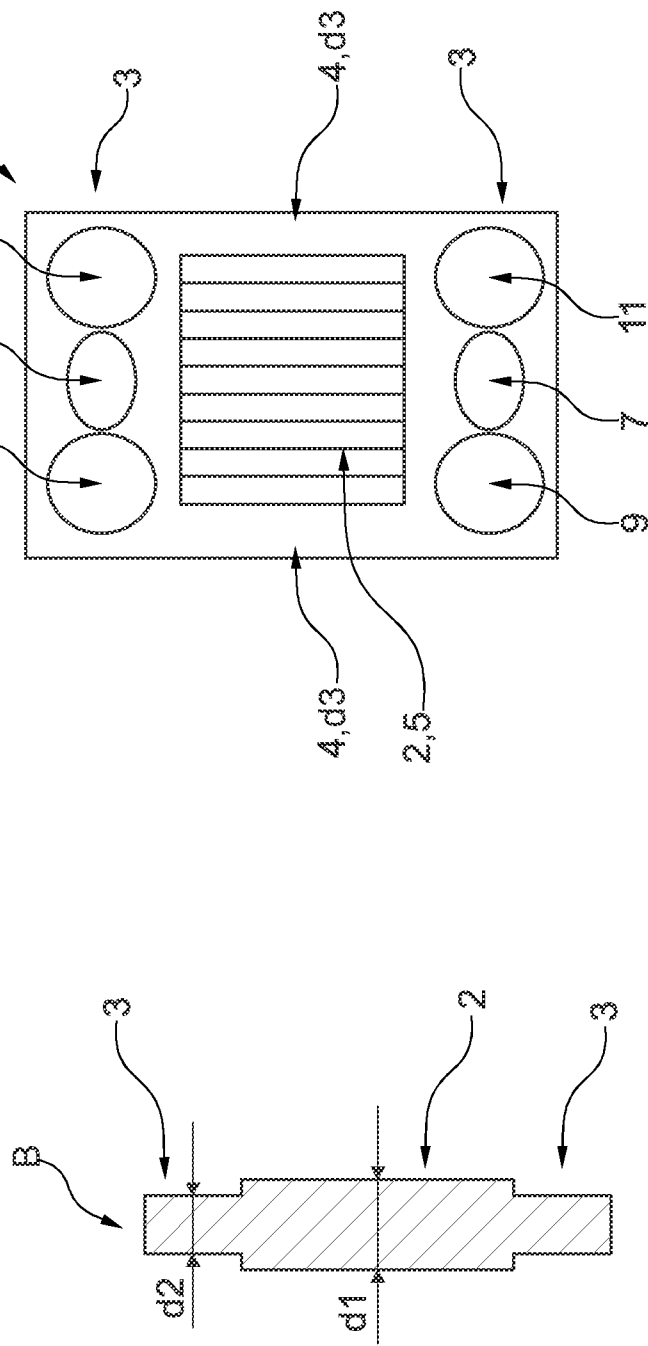


Fig. 2

Fig. 3

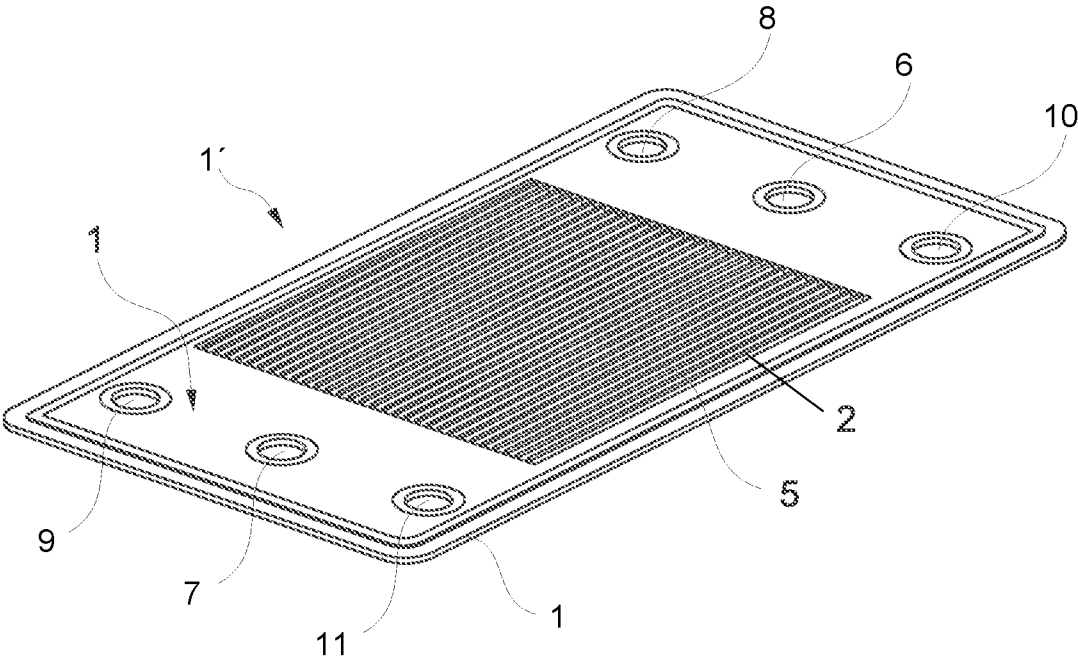


Fig. 4

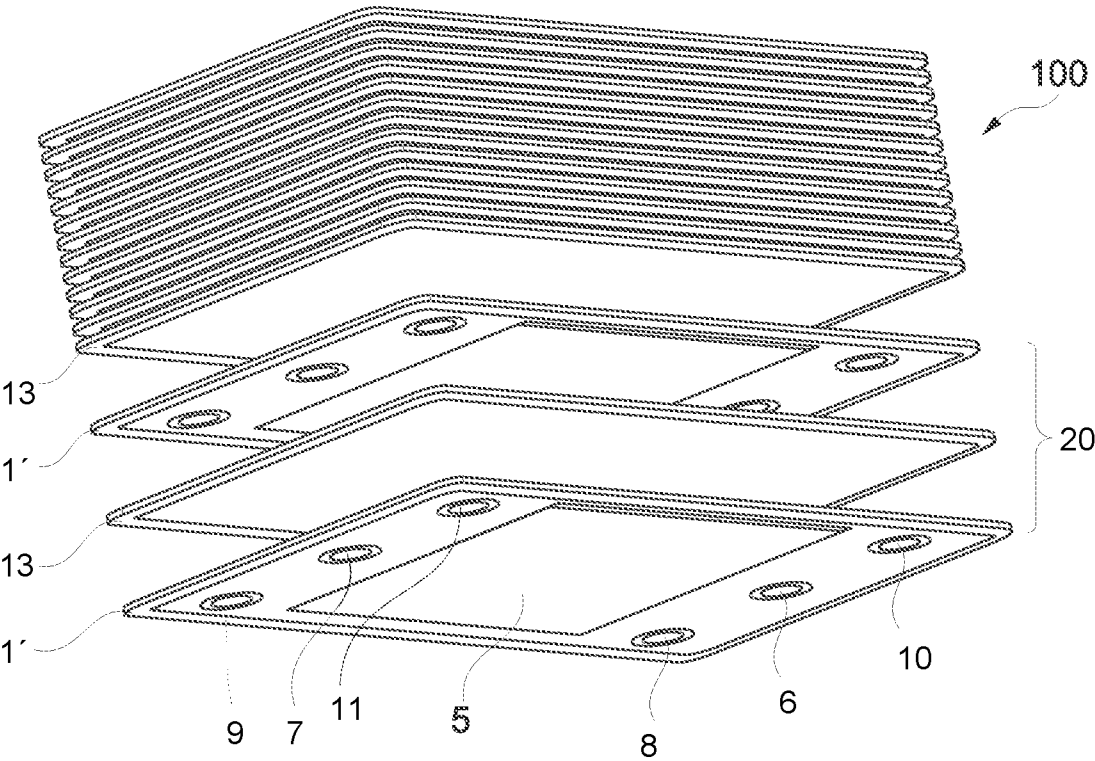


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2024/100114

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01M 8/0206**(2016.01)i; **H01M 8/0254**(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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2008044711 A1 (GRAFL DIETER [DE] ET AL) 21 February 2008 (2008-02-21) paragraphs [0019] - [0025] figures 1a-1b	9, 10 1-8
A	CN 108155396 A (SHANGHAI SHENLI HIGH TECH CO LTD; YIMING POWER CO LTD) 12 June 2018 (2018-06-12) Summary of the Invention detailed description figures 1-2	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 May 2024

Date of mailing of the international search report

22 May 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

Kelly, Michael

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/DE2024/100114

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2008044711	A1	21 February 2008	DE	102004009869	A1	15 September 2005
				EP	1721351	A2	15 November 2006
				US	2008044711	A1	21 February 2008
				WO	2005081614	A2	09 September 2005
CN	108155396	A	12 June 2018	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01M8/0206 H01M8/0254 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01M		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2008/044711 A1 (GRAFL DIETER [DE] ET AL) 21. Februar 2008 (2008-02-21)	9, 10
A	Absätze [0019] – [0025]	1–8
	Abbildungen 1a-1b	

A	CN 108 155 396 A (SHANGHAI SHENLI HIGH TECH CO LTD; YIMING POWER CO LTD) 12. Juni 2018 (2018-06-12)	1–10
	Summary of the Invention	
	detailed description	
	Abbildungen 1-2	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 7. Mai 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 22/05/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Kelly, Michael

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2024/100114

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2008044711 A1	21-02-2008	DE 102004009869 A1	15-09-2005
		EP 1721351 A2	15-11-2006
		US 2008044711 A1	21-02-2008
		WO 2005081614 A2	09-09-2005

CN 108155396 A	12-06-2018	KEINE	
