

(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
18. August 2022 (18.08.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/171237 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C25B 9/65 (2021.01) C25B 9/77 (2021.01)
C25B 9/75 (2021.01) C25B 1/04 (2021.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2022/100073

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Januar 2022 (27.01.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 103 482.5 15. Februar 2021 (15.02.2021) DE
10 2022 101 801.6 26. Januar 2022 (26.01.2022) DE

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

(72) Erfinder: **JURJANZ, Ramon**; Im Sonnengarten 1, 96155 Buttenheim (DE). **WEHNER, Benedikt**; Sudetenstr. 1, 97650 Fladungen (DE). **EHMANN, Marcel**; Nürnbergerstrasse 22a, 91052 Erlangen (DE). **KELLER, Torsten**; Lohestr. 27, 91093 Heßdorf (DE). **DOERRFUSS, Florian**; Rückerstraße 22, 91074 Herzogenaurach (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, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,

(54) Title: ELECTROLYSIS PLATE FOR HYDROGEN PRODUCTION AND METHOD FOR PRODUCING AN ELECTROLYSIS PLATE

(54) Bezeichnung: ELEKTROLYSEPLATTE FÜR DIE WASSERSTOFFHERSTELLUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER ELEKTROLYSEPLATTE

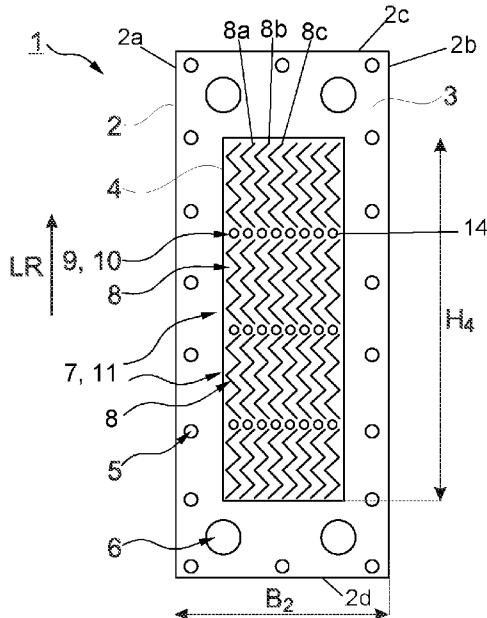


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an electrolysis plate (1), in particular for the electrolysis of water, comprising a rectangular profiled metal sheet (2) which has two long sides (2a, 2b) and two narrow sides (2c, 2b) and which has an outer, frame-like connecting region (3) and a profiled region (4) which is located within said connecting region, has a rectangular, non-square basic shape and forms an active area; a flow channel having a longitudinal direction (LR) defined by the non-square shape of the profiled region (4) and running parallel to the long sides (2a, 2b) is delimited by the surface of the profiled region (4); an embossed pattern (8) of the profiled metal sheet (2) is provided successively in the longitudinal direction (LR) of the profiled region (4) at least three times, not overlapping or touching, i.e. spaced apart; each embossed pattern (8) is formed by at least three individual embossed patterns (8a, 8b, 8c) positioned adjacent to one another, extending in the longitudinal direction (LR) and describing a zigzag or undulating shape; consecutive embossed patterns (8) are separated from one another by a strip-like intermediate section (9) having intermediate profilings (10), each strip-like intermediate section (9) running parallel to the narrow sides (2c, 2d).

(57) Zusammenfassung: Eine Elektrolyseplatte (1), insbesondere für die Wasserelektrolyse, umfasst ein rechteckiges Profilblech (2) aufweisend zwei Längsseiten (2a, 2b) und zwei Schmalseiten (2c, 2b), welches einen äußeren, rahmenförmigen Verbindungsbereich (3) und einen in diesem liegenden Profilbereich (4) mit rechteckiger, nicht quadratischer Grundform aufweist, welcher ein Aktivfeld bildet, wobei durch die Oberfläche des Profilbereichs (4) ein



ME, MG, MK, MN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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)

Strömungskanal begrenzt ist, dessen Längsrichtung (LR) durch die nicht quadratische Form des Profilbereichs (4) gegeben ist und parallel zu den Längsseiten (2a, 2b) verläuft, und wobei ein Prägemuster (8) des Profilblechs (2) in Längsrichtung (LR) des Profilbereichs (4) mindestens dreimal, nicht überlappend oder berührend, das heißt unter Einhaltung von Abständen, hintereinander angeordnet ist, wobei das jeweilige Prägemuster (8) aus mindestens drei nebeneinander angeordneten, sich in der Längsrichtung (LR) erstreckenden und eine Zickzack- oder Wellenform beschreibenden Prägeeinzelmustern (8a, 8b, 8c) gebildet ist, und wobei aufeinanderfolgende Prägemuster (8) durch einen bandförmigen Zwischenabschnitt (9) mit Zwischenprofilierungen (10) voneinander getrennt sind, wobei jeder bandförmige Zwischenabschnitt (9) parallel zu den Schmalseiten (2c, 2d) verlaufend angeordnet ist.

**Elektrolyseplatte für die Wasserstoffherstellung und Verfahren zur Herstellung
einer Elektrolyseplatte**

- 5 Die Erfindung betrifft eine zur Verwendung in einer Anlage zur Wasserstoffherstellung geeignete Elektrolyseplatte. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Elektrolyseplatte.

10 Aus der EP 1 587 760 B1 ist eine Elektrolysezelle bekannt, welche mehrere Elektrolyseplatten umfasst. Die Elektrolyseplatten sind hierbei innerhalb eines Gehäuses an Nuteneinrichtungen befestigt. Das Gehäuse der bekannten Elektrolysezelle weist einen Einlass und einen Auslass auf, um den Durchfluss eines Fluids zu ermöglichen. In dem Gehäuse ist eine Vielzahl an Platten in gestapelter Form angeordnet.

15 Eine in der DE 199 56 787 A1 beschriebene Elektrolyseplatte besteht aus einem äußeren, nicht-leitenden Rahmen und einer darin gelagerten, elektrisch leitfähigen, bipolaren Graphitplatte. Zur Zwangsführung von Elektrolytlösungen im Bereich einer Elektrolytzuführung sind Kunststoffschürzen vorgesehen.

20 Die EP 3 725 916 A1 offenbart eine zur Verwendung in einer Vorrichtung zur Generierung von Wasserstoff vorgesehene Elektrolyseplatte, welche eine Öffnung zur Durchleitung von Gas aufweist, wobei Ränder der Öffnung mit einem elektrisch nicht leitfähigen Material abgedeckt sind.

25 Aus der EP 3 575 442 A1 ist ein bipolares elektrisches Gefäß bekannt, welches zur Herstellung von Wasserstoff vorgesehen ist. Die Anode und/oder Kathode des Gefäßes ist als poröse Elektrode ausgebildet. Bei einer Membran des bipolaren Gefäßes handelt es sich um eine poröse Membran mit anorganischen Bestandteilen. Die Vorrichtung nach der EP 3 575 442 A1 soll zur alkalischen Elektrolyse geeignet sein.

Eine aus der DE 10 2013 225 159 B4 bekannte Anordnung elektrochemischer Zellen, welche beispielsweise zur Durchleitung von Wasser oder wässrigen Elektrolyten vorgesehen ist, umfasst Grundelemente in Form flächiger Gebilde, die eine Netzstruktur aufweisen oder aus einem porösen Werkstoff gebildet sind. Mehrere Grundelemente sind übereinander angeordnet, wobei Randbereiche der Grundelemente mit Hilfe einer Füllmasse fluiddicht verbunden sind.

Weitere Gestaltungsmöglichkeiten elektrochemischer Systeme sind in den Dokumenten WO 2019/121947 A1 und WO 2020/030644 A1 offenbart. Die elektrochemischen Systeme umfassen jeweils mehrere Separatorplatten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, Elektrolyseplatten, welche zur Wasserstoffherstellung geeignet sind, gegenüber dem genannten Stand der Technik insbesondere unter fertigungstechnischen sowie strömungstechnischen Aspekten weiterzuentwickeln.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine zur Verwendung bei der Wasserelektrolyse geeignete Elektrolyseplatte mit den Merkmalen den Anspruchs 1. Ebenso wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Elektrolyseplatte gemäß Anspruch 9. Im Folgenden im Zusammenhang mit dem Herstellungsverfahren erläuterte Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung gelten sinngemäß auch für die Vorrichtung, das heißt die Elektrolyseplatte, und umgekehrt.

Als „Elektrolyseplatte“ wird dabei eine Elektrode oder Elektrodenplatte verstanden, welche als Anode oder Kathode einer Elektrolysezelle zum Einsatz kommt.

Die Elektrolyseplatte umfasst ein rechteckiges Profilblech aufweisend zwei Längsseiten und zwei Schmalseiten, welches einen äußeren, rahmenförmigen Verbindungsbereich und einen in diesem liegenden Profilbereich mit rechteckiger, nicht quadratischer Grundform aufweist, welcher ein Aktivfeld bildet. Insbesondere kann die Elektrolyseplatte ausschließlich aus dem Profilblech gebildet sein. Die Oberfläche des Profilbereichs begrenzt innerhalb einer fertig montierten Elektrolysevorrichtung einen Strömungs- und Abgasweg.

5 mungskanal, dessen Längsrichtung LR durch die nicht quadratische, rechteckige Form des Profilbereichs gegeben ist und parallel zu den Längsseiten verläuft, wobei ein Prägemuster des Profilblechs in Längsrichtung LR des Profilbereichs mindestens dreimal, nicht überlappend oder berührend, das heißt unter Einhaltung von Abständen, hintereinander angeordnet ist. Das jeweilige Prägemuster ist aus mindestens drei
10 nebeneinander angeordneten, sich in der Längsrichtung LR erstreckenden und eine Zickzack- oder Wellenform beschreibenden Prägeeinzelmustern gebildet, wobei aufeinanderfolgende Prägemuster durch einen bandförmigen Zwischenabschnitt mit Zwischenprofilierungen voneinander getrennt sind, und wobei jeder bandförmige Zwischenabschnitt parallel zu den Schmalseiten verlaufend angeordnet ist.

Eine Länge H_2 des rechteckigen Profilblechs steht zu einer Breite B_2 des rechteckigen Profilblechs insbesondere in folgender Beziehung: $H_2 > 1,33 B_2$

15 Die Dicke eines ebenen Profilblechs beträgt vor dem Einprägen der Prägemuster und Zwischenprofilierungen bevorzugt 0,5 bis 1 mm.

Die Elektrolyseplatte verteilt im Bereich des Aktivfeldes (= Profilbereich), also dem Bereich der Platte, in welchem chemische Reaktionen stattfinden, in Längsrichtung LR vorbeiströmende Medien einerseits gleichmäßig durch die vorhandenen, voneinander
20 beabstandeten Prägemuster. Während im Einströmbereich eines Prägemusters eine noch gleichmäßige Medienverteilung vorliegt, entstehen während des überwiegend laminaren Vorbeiströmens des Mediums, hier Wasser, an dem Prägemuster durch die chemische Reaktion bei Durchführung der Elektrolyse gasförmige Medien, hier Wasserstoff oder Sauerstoff. Das Fluidgemisch weist im Ausströmbereich aus einem Prägemuster daher Inhomogenitäten auf, die sich in einer inhomogenen Wasser-Gas-
25 Verteilung, einer inhomogenen Temperaturverteilung, einer inhomogenen Druckverteilung und dergleichen äußern können. Ein sich an ein Prägemuster anschließender bandförmiger Zwischenabschnitt dient der Durchmischung und Homogenisierung des strömenden Mediums oder Fluidgemisches aus flüssigen und gasförmigen Bestand-
30 teilen. Dies wird erreicht, indem die Zwischenprofilierungen zur Erzeugung von turbulenter Strömung und Verwirbelungen eingesetzt werden. So liegt im Einströmbereich des sich in Längsrichtung LR gesehen anschließenden Prägemusters wieder ein ho-

mogenes oder weitgehend homogenisiertes Medium oder Fluidgemisch vor. Dadurch wird die Effizienz des Elektrolyseprozesses signifikant gesteigert.

Ein bevorzugtes Verhältnis einer Länge H_9 eines Zwischenabschnitts in Längsrichtung LR und einer Länge H_8 eines Prägemusters in Längsrichtung LR liegt daher im Bereich von $H_9/H_8 = 1/30$ bis $1/50$. Demnach sind die Prägemuster in Längsrichtung LR deutlich länger ausgebildet als die Zwischenabschnitte, die zu einer Homogenisierung der entlangströmenden Medien dienen.

- 5 Die Profilierung der Elektrolyseplatte in Form sich wiederholender, voneinander beabstandeter Prägemuster wird auch als geclusterte Profilierung bezeichnet. Die Vorteile der Clusterung kommen insbesondere bei großformatigen Platten zum Tragen. Die Herstellung solcher für die Elektrolyse, insbesondere Wasserelektrolyse, geeigneter erfindungsgemäßer Elektrolyseplatten ist in folgenden Schritten möglich:

15

- Bereitstellung eines eine rechteckige Form aufweisenden Profilbleches, wobei ein äußerer, rahmenförmiger Bereich des Profilbleches entsprechend seiner Funktion in einer fertiggestellten Elektrolysezelle als Verbindungsbereich definiert ist,

20

- Erzeugung der mindestens drei gleichartigen, voneinander beabstandeten Prägemustern und der bandförmigen Zwischenabschnitte in dem vom Verbindungsbereich umschlossenen Profilbereich des Profilbleches.

Besonders eignet sich die Clusterung der Prägemuster für eine Profilierung in einem Durchlaufverfahren. Hierbei handelt es sich beispielsweise um ein Walzprägeverfahren. Alternativ werden die Elektrolyseplatten einzeln mit Hilfe von Pressen hergestellt. Auch eine Kombination kontinuierlicher und diskontinuierlicher Fertigungstechnologien zur Formung der Prägemuster ist möglich.

25

In jedem Fall kann durch die Clusterung der Prägemuster der Herstellungsaufwand in Relation zur Größe und Komplexität der Elektrolyseplatte in einem moderaten Rahmen gehalten werden. Was die Geometrie der Prägemuster betrifft, existiert ein weiterer Gestaltungsspielraum, wobei die im Einzelfall gegebenen strömungstechnischen Gegebenheiten ebenso wie die Platzverhältnisse in einem Stack, welcher eine Mehrzahl an Elektrolyseplatten umfasst, relevante Randbedingungen darstellen. Insbesondere können die Prägemuster in Form einzelner, voneinander beabstandeter zickzack- oder wellenförmiger Prägeeinzelmuster, das heißt zusammenhängender linienförmiger Erhebungen und/oder Vertiefungen, vorliegen. Auch die Aggregatzustände der Medien, welche an der Oberfläche der Elektrolyseplatte strömen, spielen eine Rolle. Gemäß der erfindungsgemäßen Ausgestaltung beschreiben die Prägemuster daher ein zickzack- oder wellenförmiges Grundmuster, wobei sich gezackte oder gewellte Linien oder Anordnungen von Prägeelementen, welche insgesamt die Zickzack- oder Wellenform beschreiben, in Längsrichtung LR des Profilbereichs erstrecken.

Bevorzugt ist das Prägemuster des Profilblechs in Längsrichtung LR des Profilbereichs mindestens viermal hintereinander angeordnet.

Gemäß der erfindungsgemäßen Konzeption sind zwischen den Abschnitten des Profilbereichs, in welchen jeweils ein Prägemuster ausgebildet ist, bandförmige Zwischenprofilierungen vorhanden. Durch die Zwischenprofilierungen kann insbesondere eine Art Bypass ausgebildet sein. Unabhängig von der geometrischen Gestaltung einer Zwischenprofilierung kann diese in Längsrichtung des Profilbereichs mit beiden benachbarten Prägemustern überlappen, was vorteilhaft im Sinne einer gezielten Leitung von Medium von einem Prägemuster zum nächsten Prägemuster ist.

Die Zwischenprofilierungen sind bevorzugt als diskrete Erhebungen ausgebildet, die kreisförmig, oval, rechteckig oder dreieckig ausgebildet sind oder aus Kombinationen oder Gruppen solcher gleicher oder unterschiedlicher diskreter Erhebungen gebildet sind. Prinzipiell sind auch andere Formen der Zwischenprofilierungen, wie sternförmige, in sich gewundene oder unregelmäßig geformte diskrete Erhebungen möglich, solange eine Auflösung der laminaren Strömung und eine Verwirbelung des aus den Prägemustern anströmenden Fluidgemisches erfolgt. So können innerhalb eines

bandförmigen Zwischenabschnitts unterschiedliche diskrete Erhebungen vorgesehen sein. Weiterhin können eine oder mehrere Reihen von gleichen oder unterschiedlichen Zwischenprofilierungen im bandförmigen Zwischenabschnitt angeordnet sein.

- 5 In einer weiteren bevorzugten Ausbildung überlappen die Zwischenprofilierungen in Längsrichtung LR des Profilbereichs mit mindestens einem der beiden benachbarten Prägemuster. Der Überlappungsbereich ist dabei in Längsrichtung LR bevorzugt kleiner als 20% der Länge H_9 des bandförmigen Zwischenabschnitts.
- 10 Die Höhe h einer Zwischenprofilierung, gemessen senkrecht auf die ebene, nicht verformte Blechoberfläche, liegt vorzugsweise im Bereich von $h = 2s$ bis $6s$, wobei $s = 0,5$ bis $1,0$ mm beträgt. Eine jede Zwischenprofilierung weist dabei eine in Längsrichtung LR gesehen ansteigende und abfallende Flanke auf, um eine diskrete Erhebung auszubilden. Die ansteigende Flanke und die abfallende Flanke umschließen dabei in
- 15 Längsrichtung LR gemessen vorzugsweise einen Winkel α im Bereich von 50° bis 62° . Dies ist insbesondere für Profilbleche, die aus Titan oder Edelstahl gebildet sind, bevorzugt.

- Es sind aber auch metallische Profilbleche aus anderen Metallen oder Metalllegierungen einsetzbar. Weiterhin können die verwendeten Profilbleche ein- oder beidseitig beschichtet ausgeführt sein.
- 20

- Gemäß einer möglichen Weiterbildung umfasst der Profilbereich mindestens ein Sub-Cluster an gleichartigen Prägemustern sowie mindestens ein in Längsrichtung vor- oder nachgelagertes, sich hiervon unterscheidendes Prägemuster. Das vom Sub-Cluster abweichende Prägemuster in einem dem Sub-Cluster in Strömungsrichtung vor- oder nachgelagerten Bereich kann zum Beispiel dem Zweck dienen, die Strömung in dem entsprechenden Bereich zu beruhigen. Dies kann zum Beispiel geschehen, indem langgestreckte Prägeeinzelmuster, welche ein Prägemuster bilden, innerhalb des Sub-Clusters in einem größeren Winkel schräg zur Längsrichtung des Profilbereichs gestellt sind als außerhalb des Sub-Clusters.
- 25
- 30

Weiterhin ist es möglich, dass die bandförmigen Zwischenabschnitte zwischen den Prägemustern sich hinsichtlich ihrer Zwischenprofilierungen gleichen oder zumindest teilweise unterscheiden. So können innerhalb eines bandförmigen Zwischenabschnitts
5 unterschiedliche diskrete Erhebungen vorgesehen sein

In dem rahmenförmigen Verbindungsbereich, welcher den Profilbereich umgibt, können sich mehrere Öffnungen zur Durchleitung von Medien und/oder zum Durchstecken von Verbindungselementen, insbesondere Spannankern, befinden. Im Übrigen
10 befinden sich im Verbindungsbereich typischerweise Abdichtungen. Optional sind im Verbindungsbereich zu diesem Zweck rillenförmigen Vertiefungen vorhanden, welche zum Einlegen von Dichtungen vorgesehen sind. Ebenso können Dichtungen ebene Abschnitte des Verbindungsbereichs kontaktieren. Der Verbindungsbereich kann weiterhin durch einen separaten Rahmen, der beispielsweise aus Kunststoff oder einem
15 Kohlenstoff-Kunststoff-Komposit gebildet ist, gehalten werden. In einem solchen Fall kann die Abdichtung auch im Bereich dieses Rahmens angeordnet sein.

Nachfolgend werden mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierin zeigen, teils vereinfacht:

20
Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer Elektrolyseplatte für die Wasserelektrolyse,

Fig. 2 ein zweite Ausführungsform einer Elektrolyseplatte,

Fig. 3 bis 5 in schematischen Ausschnitten Merkmale weiterer Elektrolyseplatten.

25
Die folgenden Erläuterungen beziehen sich, soweit nicht anders angegeben, auf sämtliche Ausführungsbeispiele. Einander entsprechende oder prinzipiell gleichwirkende Teile oder Konturen sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Eine insgesamt mit dem Bezugszeichen 1 gekennzeichnete Elektrolyseplatte ist zur Verwendung in einer Wasserstoffelektrolyseanlage vorgesehen. Hinsichtlich der prinzipiellen Funktion der Elektrolyseplatte 1 wird auf den eingangs zitierten Stand der Technik verwiesen.

5

Die Elektrolyseplatte 1 ist in sämtlichen Ausführungsformen als Profilblech 2 gestaltet, welches einen rahmenförmigen Verbindungsbereich 3 und einen in diesem Bereich 3 liegenden rechteckigen Profilbereich 4 aufweist. Bei dem Profilblech 2 handelt es sich hier insbesondere um Stahlblech, welches ein- oder beidseitig beschichtet sein kann.

10

An der Oberfläche des Profilbereichs 4 strömt ein Medium, insbesondere eine saure oder alkalische wässrige Flüssigkeit, im Wesentlichen in Längsrichtung LR des Profilblechs 2. Die Breite des Profilblechs 2 ist mit B_2 , die Höhe des Profilblechs 2 mit H_2 angegeben. Der Profilbereich 4 weist eine Breite B_4 und eine Höhe H_4 auf.

15

Innerhalb des Verbindungsbereichs 3 befinden sich Öffnungen 6, welche die Durchleitung von Medien ermöglichen, sowie im Vergleich zu den kreisrunden Öffnungen 6 kleinere Bohrungen 5, durch die nicht dargestellte Spannanker gesteckt werden können, um zahlreiche Elektrolyseplatten 1 innerhalb eines Stacks mechanisch miteinander zu verbinden.

20

Im Profilbereich 4 ist eine Profilierung in Form eines Clusters 7 ausgebildet. Die als Cluster 7 gestaltete Profilierung hat zum einen eine strömungstechnische Funktion und erhöht zum anderen im Vergleich zu einer ebenen Platte die mechanische Stabilität der Elektrolyseplatte 1. Innerhalb des Clusters 7 sind mehrere voneinander getrennte Prägemuster 8 umfassend jeweils mehr als drei nebeneinander angeordnete, sich in der Längsrichtung LR erstreckende und eine Zickzack- oder Wellenform beschreibende Prägeeinzelmustern 8a, 8b, 8c erkennbar, wobei jedes Prägemuster 8 insgesamt eine rechteckige Form zeigt. Zwei Abschnitte des Clusters 7, in welchen sich ein Prägemuster 8 befindet, sind jeweils durch einen bandförmigen Zwischenabschnitt 9 voneinander getrennt.

25

30

Die Breite der Prägemuster 8 und der Zwischenabschnitte 9 und damit des gesamten Prägemuster-Clusters 7 ist mit der Breite B_4 des Profilbereichs 4 identisch. Die Länge eines jeden Prägemusters 8 ist mit H_8 , die Länge eines jeden Zwischenabschnitts 9 mit H_9 angegeben (in Längsrichtung LR gesehen). Die Länge H_8 beträgt bevorzugt mindestens das Dreißig-fache, jedoch nicht mehr als das 50-fache der Länge H_9 . Ein Überlapp zwischen in Längsrichtung LR, das heißt Strömungsrichtung, aufeinander folgenden Prägemustern 8 ist in keinem Fall gegeben. Im bandförmigen Zwischenabschnitt 9 sind Zwischenprofilierungen 10 vorhanden. Eine Gestaltung der Zwischenabschnitte 9 mit kreisförmigen Zwischenprofilierungen 14 ist in Figur 1, eine Gestaltung der Zwischenabschnitte 9 mit dreieckigen Zwischenprofilierungen 12 ist in Figur 2 dargestellt. Auch voneinander abweichende Gestaltungen verschiedener Zwischenabschnitte 9 innerhalb ein und derselben Elektrolyseplatte 1 sind möglich.

Sowohl in der Ausführungsform nach Figur 1 als auch in der Ausführungsform nach Figur 2 liegt das Prägemuster 8 in Form von zickzack- oder wellenförmigen Prägeeinelementen 8a, 8b, 8c, die nebeneinander angeordnet sind und sich insgesamt in Längsrichtung LR erstrecken, vor.

Derartige kreisförmigen Zwischenprofilierungen 14 sind auch in der Darstellung eines bandförmigen Zwischenabschnitts 9 nach Figur 3 vorhanden. Der Zwischenabschnitt 9 ist in diesem Fall aus ovalen Zwischenprofilierungen 13 und kreisförmigen Zwischenprofilierungen 14 gebildet. Ein besonderer Vorteil dieser Gestaltung liegt in der guten umformtechnischen Umsetzbarkeit.

Auch die zickzackförmigen Prägemuster 8, welche nicht nur in den Ausführungsformen nach den Figuren 1 und 2, sondern in der Variante nach Figur 4 gezeigt sind, sind umformtechnisch erzeugbar, wobei scharfkantige Übergänge innerhalb des Zickzackmusters in den Figuren idealisiert dargestellt sind. Dies gilt auch für die in Figur 4 erkennbaren rechteckigen, insbesondere rautenförmigen Zwischenprofilierungen 15, welche hier die Zwischenprofilierungen 10 bilden. Im Fall von Figur 4 sind zwischen

den Prägemustern 8 und den Zwischenabschnitten 9 Überlappungsbereiche 16 gebildet. Dabei ragen einige der rechteckigen Zwischenprofilierungen 15 in einen Bereich zwischen zwei Prägeeinzelmustern 8a, 8b, 8c (vergleiche Figur 1) der beiden in Längsrichtung LR gesehen benachbarten Prägemuster 8.

5

Gemäß Figur 5 sind unterschiedliche Zwischenprofilierungen 10 in einem bandförmigen Zwischenabschnitt 9 dargestellt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind links im Bild ovale Zwischenprofilierungen 13 vorhanden, die gegenüber der Längsrichtung LR schräggestellt ausgebildet sind. Hierbei alterniert die Ausrichtung der ovalen Zwischenprofilierungen 13, sodass sich insgesamt eine Zickzackanordnung ergibt. Wie weiter aus Figur 5 hervorgeht, schließen sich rechts davon kreisförmige Zwischenprofilierungen 14 und weitere schräggestellte ovale Zwischenprofilierungen 13 an. Gezeigt sind weiterhin in einer 2-er Gruppierung angeordnete kreisförmige Zwischenprofilierungen 14' und rechts davon gegenüber der Längsrichtung LR nicht schräggestellte ovale Zwischenprofilierungen 13.

10

15

Die Formen der in den Figuren 1 bis 5 gezeigten Zwischenprofilierungen 10, 12, 13, 14, 14', 15 sind nur beispielhaft gezeigt und können innerhalb eines bandförmigen Zwischenabschnitts 9 beliebig variiert und/oder miteinander kombiniert werden.

Bezugszeichenliste

1	Elektrolyseplatte
2	Profilblech
2a, 2b	Längsseite
2c, 2d	Schmalseite
3	Verbindungsbereich
4	Profilbereich
5	Bohrung
6	Öffnung
7	Cluster
8	Prägemuster
8a, 8b, 8c	Prägeeinzelmuster
9	Zwischenabschnitt
10	Zwischenprofilierung
11	Sub-Cluster
12	Zwischenprofilierung dreieckig
13	Zwischenprofilierung oval
14	Zwischenprofilierung kreisförmig
14'	Zwischenprofilierung kreisförmig und gruppiert in 2-er Anordnung
15	Zwischenprofilierung rechteckig
16	Überlappungsbereich
B ₂	Breite des Profilblechs
B ₄	Breite des Profilbereichs
H ₂	Länge des Profilblechs
H ₄	Länge des Profilbereichs in Längsrichtung LR
H ₈	Länge des Prägemusters in Längsrichtung LR
H ₉	Länge des Zwischenabschnitts in Längsrichtung LR
LR	Längsrichtung

Patentansprüche

- 5 1. Elektrolyseplatte (1), umfassend ein rechteckiges Profilblech (2) aufweisend zwei Längsseiten (2a, 2b) und zwei Schmalseiten (2c, 2b), welches einen äußeren, rahmenförmigen Verbindungsbereich (3) und einen in diesem liegenden Profilbereich (4) mit rechteckiger, nicht quadratischer Grundform aufweist, welcher ein Aktivfeld bildet, wobei durch die Oberfläche des Profilbereichs (4) ein Strömungskanal begrenzt ist, dessen Längsrichtung (LR) durch die nicht quadratische Form des Profilbereichs (4) gegeben ist und parallel zu den Längsseiten (2a, 2b) verläuft, und wobei ein Prägemuster (8) des Profilblechs (2) in Längsrichtung (LR) des Profilbereichs (4) mindestens dreimal, nicht überlappend oder berührend, das heißt unter Einhaltung von Abständen, hintereinander angeordnet ist, wobei das jeweilige Prägemuster (8) aus mindestens drei nebeneinander angeordneten, sich in der Längsrichtung (LR) erstreckenden und eine Zickzack- oder Wellenform beschreibenden Prägeeinzelmustern (8a, 8b, 8c) gebildet ist, und wobei aufeinanderfolgende Prägemuster (8) durch einen bandförmigen Zwischenabschnitt (9) mit Zwischenprofilierungen (10) voneinander getrennt sind, wobei jeder bandförmige Zwischenabschnitt (9) parallel zu den Schmalseiten (2c, 2d) verlaufend angeordnet ist.
- 10 2. Elektrolyseplatte nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Prägemuster (8) des Profilblechs (2) in Längsrichtung (LR) des Profilbereichs (4) mindestens viermal hintereinander angeordnet ist.
- 15 3. Elektrolyseplatte nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenprofilierungen (10) als diskrete Erhebungen ausgebildet sind, die kreisförmig, oval, rechteckig oder dreieckig ausgebildet sind oder aus Kombinationen oder Gruppen solcher gleicher oder unterschiedlicher Erhebungen gebildet sind.
- 20 4. Elektrolyseplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenprofilierungen (10) in Längsrichtung (LR) des Profilbereichs (4) mindestens dreimal, nicht überlappend oder berührend, das heißt unter Einhaltung von Abständen, hintereinander angeordnet ist, wobei das jeweilige Prägemuster (8) aus mindestens drei nebeneinander angeordneten, sich in der Längsrichtung (LR) erstreckenden und eine Zickzack- oder Wellenform beschreibenden Prägeeinzelmustern (8a, 8b, 8c) gebildet ist, und wobei aufeinanderfolgende Prägemuster (8) durch einen bandförmigen Zwischenabschnitt (9) mit Zwischenprofilierungen (10) voneinander getrennt sind, wobei jeder bandförmige Zwischenabschnitt (9) parallel zu den Schmalseiten (2c, 2d) verlaufend angeordnet ist.
- 25 5. Elektrolyseplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenprofilierungen (10) in Längsrichtung (LR) des Profilbereichs (4) mindestens viermal hintereinander angeordnet ist.
- 30 6. Elektrolyseplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenprofilierungen (10) in Längsrichtung (LR) des Profilbereichs (4) mindestens fünfmal hintereinander angeordnet ist.

reichs (4) mit mindestens einem der beiden benachbarten Prägemustern (8) überlappen.

5. Elektrolyseplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Verhältnis einer Länge (H_9) eines Zwischenabschnitts (9) in Längsrichtung (LR) und einer Länge (H_8) eines Prägemusters (8) in Längsrichtung (LR) im Bereich von $H_9/H_8 = 1/30$ bis $1/50$ liegt.
6. Elektrolyseplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Profilbereich (4) mindestens ein Sub-Cluster (11) an gleichartigen Prägemustern (8) sowie mindestens ein in Längsrichtung (LR) vor- oder nachgelagertes, sich hiervon unterscheidendes Prägemuster (8) umfasst und/oder dass die Zwischenabschnitte (9) zwischen den Prägemustern (8) sich hinsichtlich ihrer Zwischenprofilierungen (10) zumindest teilweise unterscheiden.
7. Elektrolyseplatte nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich im rahmenförmigen Verbindungsbereich (3) mehrere Öffnungen (5, 6) zur Durchleitung von Medien und/oder zum Durchstecken von Verbindungselementen befinden.
8. Verwendung einer Elektrolyseplatte (1) nach Anspruch 1 in einer Elektrolyseanlage zur Wasserstoffherstellung.
9. Verfahren zur Herstellung einer Elektrolyseplatte (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, mit folgenden Schritten:
- Bereitstellung eines eine rechteckige Form aufweisenden Profilbleches (2), wobei ein äußerer, rahmenförmiger Bereich des Profilbleches (2) als Verbindungsbereich (3) definiert ist,
 - Erzeugung der mindestens drei, voneinander beabstandeten Prägemustern (8) und der bandförmigen Zwischenabschnitte (9) in dem vom Verbindungs-

bereich (3) umschlossenen Profilbereich (4) des Profilbleches (2).

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Prägemuster (8) in einem Durchlaufverfahren erzeugt werden.

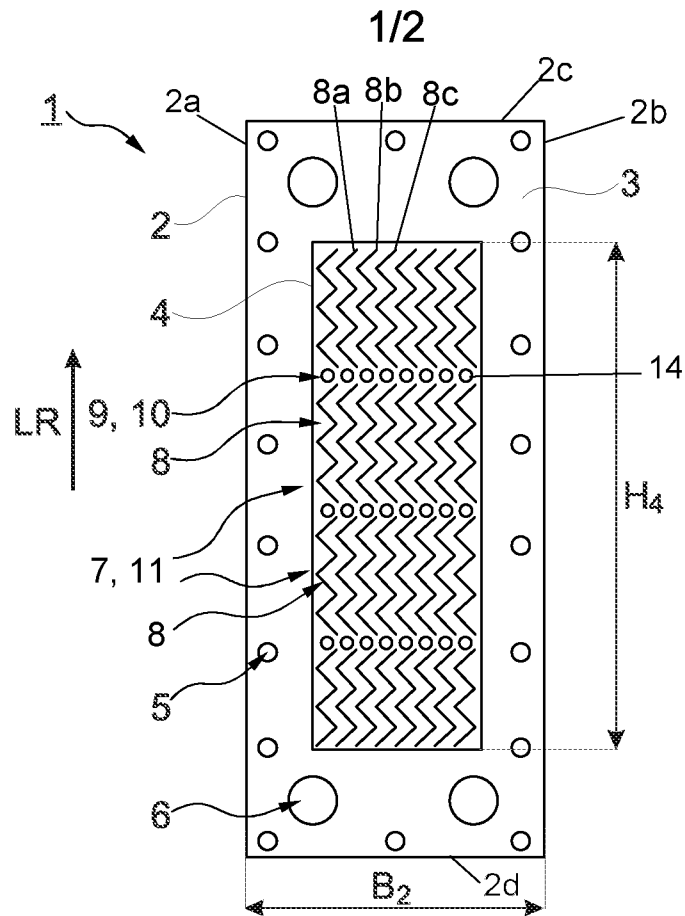


Fig. 1

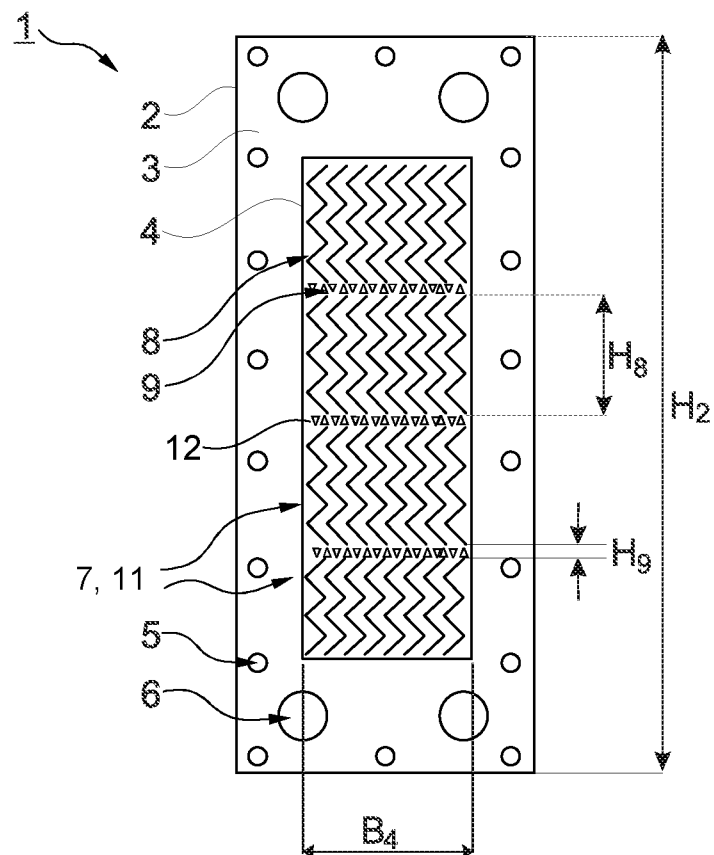


Fig. 2

2/2

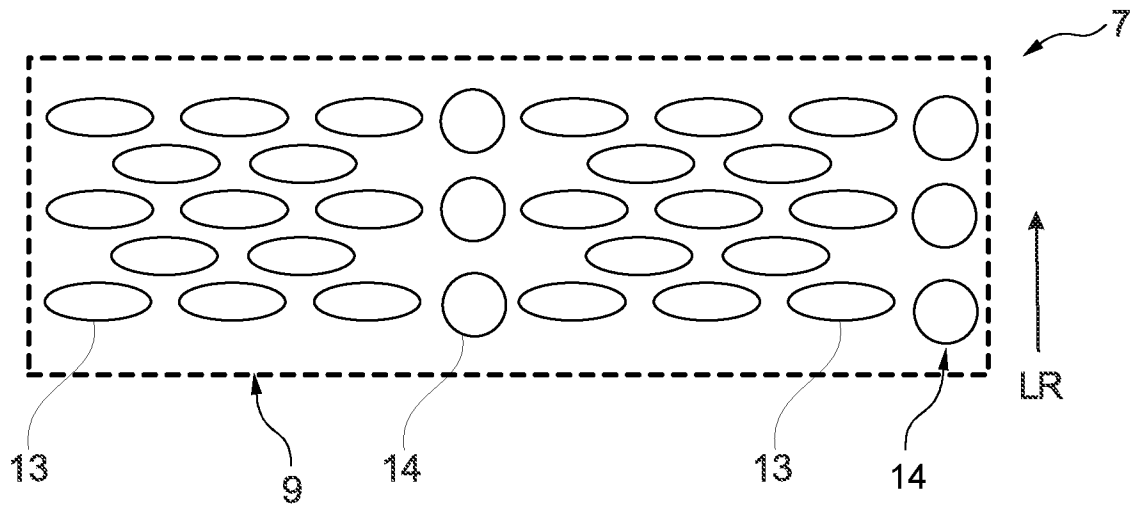


Fig. 3

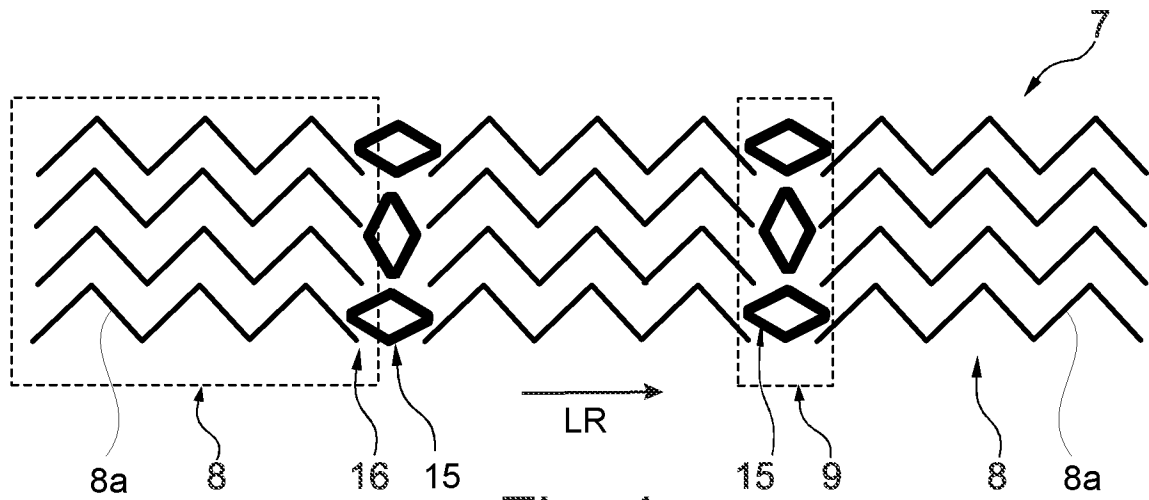


Fig. 4

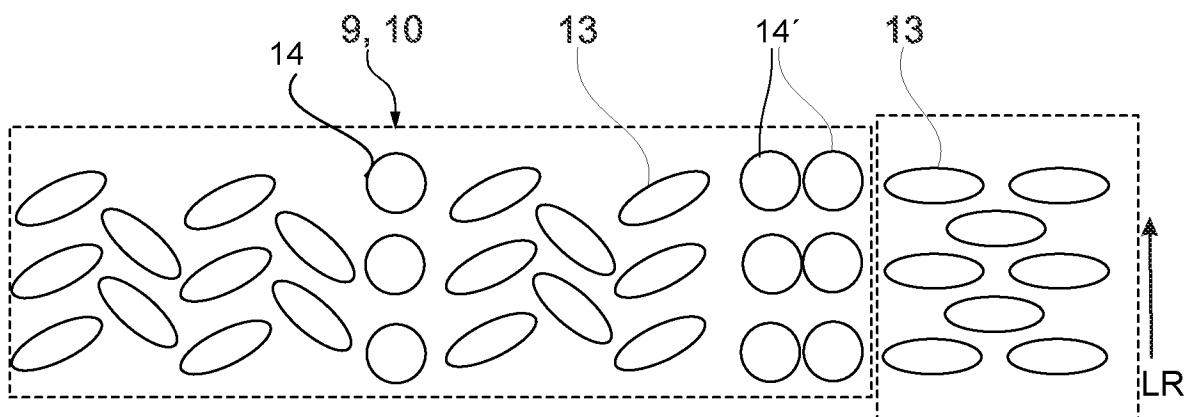


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2022/100073

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*C25B 9/65*(2021.01)i; *C25B 9/75*(2021.01)i; *C25B 9/77*(2021.01)i; *C25B 1/04*(2021.01)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)

C25B

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, COMPENDEX, 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 A	EP 2675006 A1 (HTCERAMIX SA [CH]) 18 December 2013 (2013-12-18) the whole document	1,2,4-10 3
X A	JP 2020136218 A (ENOMOTO CO LTD; UNIV YAMANASHI) 31 August 2020 (2020-08-31) the whole document	1,2,4-10 3
A	US 2015132680 A1 (ASANO YUJI [JP] ET AL) 14 May 2015 (2015-05-14) the whole document	1-10
A	EP 1516383 A2 (MORGAN CRUCIBLE CO [GB]) 23 March 2005 (2005-03-23) the whole document	1-10
A	US 2015376800 A1 (LUNT BENJAMIN S [US] ET AL) 31 December 2015 (2015-12-31) figures 2,5d	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

12 May 2022

Date of mailing of the international search report

20 May 2022

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

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

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

Authorized officer

Juhart, Matjaz

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/DE2022/100073

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	2675006	A1	18 December 2013	CA	2874930	A1	19 December 2013
				DK	2859606	T3	05 December 2016
				EP	2675006	A1	18 December 2013
				EP	2859606	A1	15 April 2015
				JP	6046810	B2	21 December 2016
				JP	2015520497	A	16 July 2015
				KR	20150029646	A	18 March 2015
				RU	2014149667	A	27 July 2016
				US	2015176140	A1	25 June 2015
				US	2017069924	A1	09 March 2017
				WO	2013186222	A1	19 December 2013
JP	2020136218	A	31 August 2020	NONE			
US	2015132680	A1	14 May 2015	JP	5903476	B2	13 April 2016
				JP	2015111558	A	18 June 2015
				US	2015132680	A1	14 May 2015
EP	1516383	A2	23 March 2005	AT	418165	T	15 January 2009
				AU	2003236904	A1	06 January 2004
				CA	2490421	A1	31 December 2003
				CN	1663067	A	31 August 2005
				EP	1516383	A2	23 March 2005
				GB	2387476	A	15 October 2003
				JP	2005531113	A	13 October 2005
				KR	20050019760	A	03 March 2005
				TW	200410440	A	16 June 2004
				US	2005221152	A1	06 October 2005
				WO	2004001874	A2	31 December 2003
US	2015376800	A1	31 December 2015	AU	2015279815	A1	12 January 2017
				AU	2020200913	A1	27 February 2020
				AU	2021286347	A1	20 January 2022
				CA	2953419	A1	30 December 2015
				CN	106575776	A	19 April 2017
				CN	112467163	A	09 March 2021
				EP	3161886	A1	03 May 2017
				ES	2718727	T3	04 July 2019
				JP	2017525094	A	31 August 2017
				KR	20170023161	A	02 March 2017
				US	2015376800	A1	31 December 2015
				WO	2015200629	A1	30 December 2015

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2022/100073

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C25B9/65 C25B9/75 C25B9/77 C25B1/04 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C25B		
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, COMPENDEX, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 675 006 A1 (HTCERAMIX SA [CH]) 18. Dezember 2013 (2013-12-18)	1, 2, 4-10
A	das ganze Dokument -----	3
X	JP 2020 136218 A (ENOMOTO CO LTD; UNIV YAMANASHI) 31. August 2020 (2020-08-31)	1, 2, 4-10
A	das ganze Dokument -----	3
A	US 2015/132680 A1 (ASANO YUJI [JP] ET AL) 14. Mai 2015 (2015-05-14) das ganze Dokument -----	1-10
A	EP 1 516 383 A2 (MORGAN CRUCIBLE CO [GB]) 23. März 2005 (2005-03-23) das ganze Dokument -----	1-10
A	US 2015/376800 A1 (LUNT BENJAMIN S [US] ET AL) 31. Dezember 2015 (2015-12-31) Abbildungen 2, 5d -----	1-10
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
12. Mai 2022		20/05/2022
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 Juhart, Matjaz

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2022/100073

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 2675006	A1	18-12-2013	CA 2874930 A1	19-12-2013
			DK 2859606 T3	05-12-2016
			EP 2675006 A1	18-12-2013
			EP 2859606 A1	15-04-2015
			JP 6046810 B2	21-12-2016
			JP 2015520497 A	16-07-2015
			KR 20150029646 A	18-03-2015
			RU 2014149667 A	27-07-2016
			US 2015176140 A1	25-06-2015
			US 2017069924 A1	09-03-2017
			WO 2013186222 A1	19-12-2013

JP 2020136218	A	31-08-2020	KEINE	

US 2015132680	A1	14-05-2015	JP 5903476 B2	13-04-2016
			JP 2015111558 A	18-06-2015
			US 2015132680 A1	14-05-2015

EP 1516383	A2	23-03-2005	AT 418165 T	15-01-2009
			AU 2003236904 A1	06-01-2004
			CA 2490421 A1	31-12-2003
			CN 1663067 A	31-08-2005
			EP 1516383 A2	23-03-2005
			GB 2387476 A	15-10-2003
			JP 2005531113 A	13-10-2005
			KR 20050019760 A	03-03-2005
			TW 200410440 A	16-06-2004
			US 2005221152 A1	06-10-2005
			WO 2004001874 A2	31-12-2003

US 2015376800	A1	31-12-2015	AU 2015279815 A1	12-01-2017
			AU 2020200913 A1	27-02-2020
			AU 2021286347 A1	20-01-2022
			CA 2953419 A1	30-12-2015
			CN 106575776 A	19-04-2017
			CN 112467163 A	09-03-2021
			EP 3161886 A1	03-05-2017
			ES 2718727 T3	04-07-2019
			JP 2017525094 A	31-08-2017
			KR 20170023161 A	02-03-2017
			US 2015376800 A1	31-12-2015
			WO 2015200629 A1	30-12-2015
