

(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
12. Dezember 2024 (12.12.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/251322 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B21F 25/00 (2006.01) *C25B 1/00* (2021.01)
B21F 27/00 (2006.01) *C25B 9/23* (2021.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2024/100396

(22) Internationales Anmeldedatum:
02. Mai 2024 (02.05.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 114 859.1
06. Juni 2023 (06.06.2023) DE

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

(72) Erfinder: **SCHAEFERKOETTER, Claus**; Remarweg 16, 91058 Erlangen (DE). **JURJANZ, Ramon**; Im Sonnengarten 1, 96155 Buttenheim (DE). **LIEBERT, Carsten**; Würzburger Str. 11, 91074 Herzogenaurach (DE). **MUELLER, Matthias**; Bauerngasse 4a, 91353 Hausen (DE). **HO-**

ERNING, Philipp; Scheubelstr. 9, 96050 Bamberg (DE).
KNEISEL, Lukas; Schronfeld 23A, 91054 Erlangen (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.

(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,

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING AN OPEN-PORED TRANSPORT LAYER FOR USE IN AN ELECTROLYTIC CELL; OPEN-PORED TRANSPORT LAYER

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER OFFEN-PORÖSEN TRANSPORTLAGE ZUM EINSATZ IN EINER ELEKTROLYSEZELLE; OFFEN-PORÖSE TRANSPORTLAGE

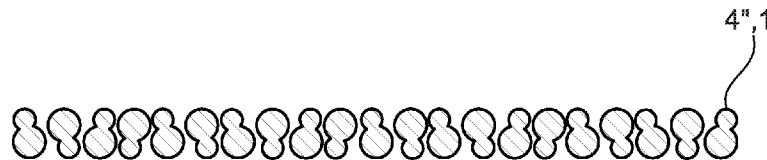


Fig. 11

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing an open-pored transport layer (1) for use in an electrolytic cell, comprising the following steps: a) providing at least one wire (2) having a wire thickness in the range of 0.05 to 0.5 mm, b) winding the at least one wire on a rotating winding body so as to form a wire structure having a maximum mesh size of 2 mm, c) sintering the individual wires of the wire structure at their mutual contact points to form a single-piece wire mat; and d) cutting through the wire mat and providing the cut wire mat or the wire mat pieces (4'') as, in each case, a plate-type open-pored transport layer (1). The invention also relates to an open-pored transport layer (1) produced by means of said method.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer offen-porösen Transportlage (1) zum Einsatz in einer Elektrolysezelle mit den folgenden Schritten: a) Bereitstellen mindestens eines Drahtes (2) mit einer Drahtdicke im Bereich von 0,05 bis 0,5 mm, b) Aufwickeln des mindestens eines Drahtes auf einen rotierenden Wickelkörper unter Ausbildung eines Drahtgebildes mit einer maximalen Maschenweite von 2 mm, c) Versintern der einzelnen Drähte des Drahtgebildes an ihren Kontaktpunkten zueinander zu einer einteiligen Drahtmatte; und d) Durchtrennen der Drahtmatte und Bereitstellen der durchgetrennten Drahtmatte oder der Drahtmattenstücke (4'') als jeweils eine Platten-förmige offen-poröse Transportlage (1). Die Erfindung betrifft weiterhin eine nach diesem Verfahren hergestellte offen-porösen Transportlage (1).

WO 2024/251322 A1

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)*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

**VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER OFFEN-PORÖSEN TRANSPORTLAGE ZUM
EINSATZ IN EINER ELEKTROLYSEZELLE ; OFFEN-PORÖSE TRANSPORTLAGE**

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer offen-porösen Transportlage zum Einsatz in einer Elektrolysezelle. Weiterhin betrifft die Erfindung eine nach dem Verfahren hergestellte offen-poröse Transportlage.

Offen-poröse Transportlagen und Verfahren zu deren Herstellung sind bekannt.

10

So offenbart die US 2023 047 374 A einen Titanfilz, der aus Mikrofasern komprimiert ist und eine zufällige poröse Struktur ausbildet. Der Titanfilz dient als offen-poröse Transportlage, die als ein Fluidtransportweg in einem Elektrolyseur oder einer Brennstoffzelle zwischen einer Bipolarplatte und der Katalysatorschicht auf einer Polymer-
15 elektrolytmembrane eingesetzt wird.

Die WO 22 164 896 A1 beschreibt eine elektrochemische Zelle oder Elektrolysezelle enthaltend eine Mehrzahl an Verbindungsschichten, welche eine poröse Transportlage aus einem oxidationsresistenten Metall ausbilden.

20

Die WO 20 020 467 A1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung einer porösen Transportlage für eine elektrochemische Zelle, insbesondere einen Elektrolyseur. Dabei wird auf eine poröse Metallschicht in Form einer Sintermetallplatte, eines Metallgewebes oder eines Metallfilzes ein mit Binder vermisches Metallpulver aufgebracht und
25 nach dem Entbindern miteinander versintert.

Die DE 10 2018 105 115 A1 beschreibt eine Elektrode für eine elektrochemische Zelle, insbesondere einen Elektrolyseur, die ein Trägerelement mit einer mindestens einen Katalysator enthaltenden aktiven Schicht umfasst. Das Trägerelement weist über
30 seine Dicke eine abnehmende Porosität und/oder einen abnehmenden Porendurchmesser auf und kann aus Edelstahl, Titan, einer Titanlegierung, Nickel, einer Nickelle-
gierung oder aus Graphit gebildet sein. Weiterhin kann das Trägerelement in Form ei-

nes Streckmetalls, eines Drahtgewebes, eines Metallnetzes, eines Lochblechs, eines Vlieses, eines Metallschaums oder einer Sinterstruktur vorliegen.

Derzeit am Markt erhältliche offen-poröse Transportlagen in Form von Fasermatten aus Titanfasern haben sich als wenig druckstabil erwiesen, so dass sich diese im Einsatz in einer Elektrolysezelle verformen. Dies vermindert lokal die Fluiddurchlässigkeit und damit die Leistungsfähigkeit der Zelle.

Weiterhin am Markt erhältliche offen-poröse Transportlagen in Form von gewebten Matten aus Titandrähten sind hinsichtlich der minimalen Maschenweiten limitiert, da der gezogene Titandraht spröde ist und nicht eng genug gewebt werden kann.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung einer druckstabilen offen-porösen Transportlage bereitzustellen, die mit besonders kleinen Öffnungen zum Fluiddurchlass ausgebildet werden kann. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, eine danach hergestellte offen-poröse Transportlage anzugeben.

Die Aufgabe wird für das Verfahren zur Herstellung einer offen-porösen Transportlage zum Einsatz in einer Elektrolysezelle mit den folgenden Schritten gelöst:

- a) Bereitstellen mindestens eines Drahtes mit einer Drahtdicke im Bereich von 0,05 bis 0,5 mm;
- b) Aufwickeln des mindestens eines Drahtes auf einen rotierenden Wickelkörper unter Ausbildung eines Drahtgebildes mit einer maximalen Maschenweite von 2 mm;
- c) Versintern der einzelnen Drähte des Drahtgebildes an ihren Kontaktpunkten zueinander zu einer einteiligen Drahtmatte; und
- d) Durchtrennen der Drahtmatte und Bereitstellen der durchtrennten Drahtmatte oder der Drahtmattenstücke als jeweils eine Platten-förmige offen-poröse Transportlage.

Durch Einsatz des Wickelverfahrens können auch spröde Drahtmaterialien in einem gewünschten Abstand der Drähte zueinander angeordnet werden, so dass offen-poröse Transportlagen mit unterschiedlichsten Durchlässigkeiten für Fluide und Grö-

ßen der Öffnungen für die Fluide herstellbar sind. Die ausgewählten Wickelparameter, wie Drahtdurchmesser, Wickelabstände, Kreuzen von Drähten in bestimmten Winkeln, usw. ermöglichen eine sehr einfache und effektive Beeinflussung der Eigenschaften der offen-porösen Transportlage. Es ist mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens

5 zudem möglich, eine offen-poröse Transportlage herzustellen, deren offene Porosität über eine Dicke der offen-porösen Transportlage schrittweise oder kontinuierlich abnimmt, indem die Wickelparameter ausgehend vom Wickelkörper in den darauf aufgebauten Drahtlagen verändert werden.

10 In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens ist der Wickelkörper zylindrisch ausgebildet, wobei die Drahtmatte einmal parallel zur Rotationsachse des Wickelkörpers durchtrennt wird und zu einer einzelnen Platten-förmigen offen-poröse Transportlage umgeformt wird. Die den Umfang des Wickelkörpers ringförmig umgebende Drahtmatte wird insbesondere längs aufgeschnitten und aufgebogen, so dass diese

15 Platten-förmig vorliegt. Anschließend kann ein Verpressen oder Walzen, insbesondere Kalandrieren, auf eine vorgegebene Dicke der offen-porösen Transportlage erfolgen, wobei bevorzugt gleichzeitig die Oberfläche der Drahtmatte, die dem Wickelkörper abgewandt angeordnet war, geglättet wird.

20 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens ist der Wickelkörper rechteckig ausgebildet und die Drahtmatte wird an jeder Kante des Wickelkörpers durchtrennt, wobei mehrere ebene Drahtmattenstücke ausgebildet werden, die jeweils eine offen-poröse Transportlage bilden. Der Wickelkörper kann dabei um eine erste Rotationsachse gedreht und der mindestens eine Draht aufgewickelt werden. Danach

25 kann der Wickelkörper um eine senkrecht oder verkippt zur ersten Rotationsachse ausgerichteten mindestens einen weiteren Rotationsachse rotiert und der mindestens eine Draht weiter aufgewickelt werden. Dadurch lässt sich eine besonders gleichmäßige Bewicklung des rechteckigen Wickelkörpers mit dem mindestens einen Draht erzielen. Die ebenen Drahtmattenstücke können unmittelbar verwendet oder einem

30 Verpressen oder Walzen, insbesondere Kalandrieren, unterzogen werden, um eine vorgegebene Dicke der offen-porösen Transportlage zu erreichen. Bevorzugt wird

gleichzeitig die Oberfläche des Drahtmattenstücks, die dem Wickelkörper abgewandt angeordnet war, geglättet.

- Grundsätzlich sind auch anders geformte Wickelkörper einsetzbar. Bewährt haben
- 5 sich aber Formen, die eine rechteckige Grundform der Drahtmatte oder Drahtmattenstücke ergeben, sobald diese eingeebnet wurde(n).

- Es hat sich bewährt, wenn mindestens zwei Drähte mit unterschiedlichen Draht-
- durchmessern aufgewickelt werden. Dadurch lassen sich komplexe Wickelmuster und
- 10 besonders kleine Öffnungen in einer offen-porösen Transportlage erzielen.

Der eingesetzte Draht ist vorzugsweise aus Titan oder Edelstahl ausgebildet, aber auch andere Drahtmaterialien sind einsetzbar.

- 15 Besonders bevorzugt wird die Drahtmatte mit einer minimalen Maschenweite von 0,03 mm ausgebildet. Die offen-porösen Transportlage weist demnach insbesondere Öffnungen im Bereich von 0,03 bis 2 mm auf.

- Ein einzelner Draht wird bevorzugt mit einem minimalen Wickelabstand zwischen zwei
- 20 benachbarten Drahtwicklungen im Bereich des Drahtdurchmessers des Drahtes aufgewickelt. Ein Draht von beispielsweise 0,05 mm Durchmesser wird demnach mit einem Abstand der benachbarten Drähte zueinander von mindestens 0,05 mm auf den Wickelkörper aufgewickelt. Ein Draht von beispielsweise 2 mm Durchmesser wird demnach mit einem Abstand der benachbarten Drähte zueinander von mindestens 2
- 25 mm auf den Wickelkörper aufgewickelt.

Insbesondere können gleichzeitig oder nacheinander mehrere Drähte aufgewickelt werden, welche sich überkreuzend aufgewickelt werden. Durch Variation der Drahtdurchmesser, der Abstände benachbarter Drähte zueinander und der Wickelart lassen

sich in einfacher Weise gewünschte Arten von offen-porösen Transportlagen mit definierter offener Porosität beziehungsweise definierten Öffnungsgrößen ausbilden.

Das Versintern der einzelnen Drähte des Drahtgebildes in Schritt c) des Verfahrens an
5 ihren Kontaktpunkten zueinander zu einer einteiligen Drahtmatte kann einerseits erfolgen, indem das Drahtgebilde in einem Ofen auf eine erhöhte Temperatur gebracht wird, bei der die Drähte miteinander versintern. Dies kann vorzugsweise unter erhöhtem Gasdruck erfolgen, um das Versintern zu beschleunigen. Alternativ oder in Kombination dazu kann der Draht erhitzt werden, indem Strom hindurchgeleitet und eine
10 Versinterung der Drähte an den Kontaktpunkten durchgeführt wird.

Bei dem Verfahren kann ein Temperatur-beständiger Wickelkörper, zum Beispiel aus Keramik, zum Einsatz kommen, welcher das Versintern der einzelnen Drähte des Drahtgebildes zu einer Drahtmatte schadlos übersteht und nach dem Abnehmen der
15 Drahtmatte wiederverwendbar ist. Alternativ kann der Wickelkörper aus einem Material gebildet sein, welche ein Versintern der einzelnen Drähte des Drahtgebildes zu einer Drahtmatte nicht schadlos übersteht. In diesem Fall kann die Drahtmatte, sofern geometrisch möglich, vor dem Versintern vom Wickelkörper abgezogen werden, der in Folge wiederverwendet werden kann. Möglich ist auch der Einsatz eines thermisch
20 zersetzbaren Wickelkörpers, wie aus Holz, Pappe, Wachs oder dergleichen, wobei ein Ausbrennen des Wickelkörpers während des Versinterns der Drähte erfolgt.

Eine offen-poröse Transportlage, welche nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gebildet ist, weist eine Dicke im Bereich von 0,05 bis 5 mm auf.

25 Je nach Ausbildung der Dicke des Drahtgebildes auf dem Wickelkörper und der Auswahl der Drahtdicken der verwendeten Drähte können gewünschte Dicken der offen-poröse Transportlage erzeugt werden. Die Dicke kann durch das Glätten, insbesondere Walzen noch verringert werden, wobei sich die offene Porosität dabei geringfügig verringert.

Insbesondere weist die offen-poröse Transportlage über ihre Dicke eine abnehmende offene Porosität auf. Dies wird beispielsweise erreicht, indem einem Aufwickeln von Draht auf dem Wickelkörper mit einem großen Wickelabstand ein weiteres Aufwickeln von Draht mit einem geringeren Wickelabstand folgt, wobei pro Wickellage der Wickelabstand verringert wird. Auch eine Änderung des Aufwickel-Winkels kann hierzu beitragen und/oder eine Verringerung des Drahtdurchmessers. Es wird aus dem Drahtgebilde durch Versintern der Drähte eine einteilige Drahtmatte gebildet, die über ihre Dicke eine sich ändernde beziehungsweise eine unterschiedliche offene Porosität aufweist.

10

Der Einsatz einer nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten offen-porösen Transportlage in einer Elektrolysezelle, insbesondere zur unmittelbaren Anlage an eine Membran-Elektroden-Einheit der Zelle, hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen. Dabei gelangt insbesondere eine Seite der offen-porösen Transportlage in flächigen Kontakt mit einer Elektrode der Membran-Elektroden-Einheit, die eine geringere offene Porosität aufweist als die gegenüberliegende Seite der offen-porösen Transportlage. Insbesondere handelt es sich um eine Elektrolysezelle zur Herstellung von Wasserstoff und Sauerstoff aus Wasser.

15

20 Die Figuren 1 bis 11 sollen das erfindungsgemäße Verfahren und die gebildete offen-poröse Transportlage beispielhaft erläutern. So zeigt

Figur 1 eine Anordnung zur Durchführung der Schritte a) und b) des Verfahrens mit einem zylindrischen Wickelkörper,

25

Figur 2 eine weitere Anordnung zur Durchführung der Schritte a) und b) des Verfahrens mit einem zylindrischen Wickelkörper,

Figur 3 eine weitere Anordnung zur Durchführung der Schritte a) und b) des Verfahrens mit einem zylindrischen Wickelkörper,

30

Figur 4 eine Anordnung zur Durchführung der Schritte a) und b) des Verfahrens mit einem rechteckigen Wickelkörper,

Figur 5 eine weitere Anordnung zur Durchführung der Schritte a) und b) des Verfahrens mit einem rechteckigen Wickelkörper,

Figur 6 eine Anordnung zur Durchführung des Schritts c) des Verfahrens,

Figur 7 eine weitere Anordnung zur Durchführung des Schritts c) des Verfahrens,

Figur 8 eine Anordnung zur Durchführung des Schritts d) des Verfahrens an einem zylindrischen Wickelkörper,

Figur 9 die durchtrennte und vom Wickelkörper abgenommene Drahtmatte aus Figur 8 in der Draufansicht,

Figur 10 eine Anordnung zur Durchführung des Schritts d) des Verfahrens an einem rechteckigen Wickelkörper,

Figur 11 die durchtrennte und vom Wickelkörper abgenommene Drahtmatte aus Figur 10 in der Draufansicht, die eine offen-poröse Transportlage ausbildet.

Figur 1 zeigt eine Anordnung zur Durchführung der Schritte a) und b) des Verfahrens unter Verwendung eines zylindrischen Wickelkörper 3. Der Wickelkörper 3 rotiert dabei um seine Rotationsachse 5 (siehe Pfeil), während ein Draht 2 auf den Umfang des Wickelkörpers 3 mit einem Wickelabstand WA der benachbart zum Liegen kommenden Drähte 2 aufgewickelt wird. Die nebeneinander und übereinander liegenden Drahtbereiche bilden Kontaktpunkte K aus (vergleiche Figur 3), die miteinander ver-

sinterbar sind. Der Draht 2 wird aufgewickelt, bis ein Drahtgebilde 22 (vergleiche Figur 6) vorliegt.

Figur 2 zeigt eine weitere Anordnung zur Durchführung der Schritte a) und b) des Verfahrens unter Verwendung eines zylindrischen Wickelkörper 3. Gleiche Bezugszeichen wie in Figur 1 kennzeichnen gleiche Elemente. Hier werden auf den Wickelkörper 3 gleichzeitig ein Draht 2 und ein dünnerer Draht 2' aufgewickelt, welche auf dem Wickelkörper 3 in einer ersten Lage nebeneinander liegen, siehe vergrößerten Ausschnitt. In der zweiten Lage wird so gewickelt, dass der Draht 2 über dem dünneren Draht 2' liegt und umgekehrt. Die nebeneinander und übereinander liegenden Drahtbereiche bilden Kontaktpunkte K aus (vergleiche Figur 3), die miteinander versinterbar sind. Der Draht 2, 2' wird aufgewickelt, bis ein Drahtgebilde 22 (vergleiche Figur 6) vorliegt.

Figur 3 zeigt eine weitere Anordnung zur Durchführung der Schritte a) und b) des Verfahrens mit einem zylindrischen Wickelkörper 3. Gleiche Bezugszeichen wie in Figur 1 und 2 kennzeichnen gleiche Elemente. Hier wird auf den Wickelkörper 3 ein Draht 2' aufgewickelt und ein dickerer Draht 2 auf diesen aufgewickelt, wobei die Drähte 2, 2' sich überkreuzen und zusätzliche Kontaktpunkte K ausbilden. Der Draht 2, 2' wird aufgewickelt, bis ein Drahtgebilde 22 (vergleiche Figur 6) vorliegt.

Figur 4 zeigt eine Anordnung zur Durchführung der Schritte a) und b) des Verfahrens mit einem rechteckigen Wickelkörper 3'. Der Wickelkörper 3' ist hier quadratisch und flach ausgebildet. Der Wickelkörper 3' wird zuerst um die Rotationsachse 5 gedreht und ein Draht 2' aufgewickelt. Anschließend wird der Wickelkörper 3' um die senkrecht dazu ausgerichtete Rotationsachse 5' gedreht und der im Vergleich zu Draht 2' dickere Draht 2 aufgewickelt. Der Draht 2, 2' wird aufgewickelt, bis ein Drahtgebilde 22 (vergleiche Figur 6) vorliegt.

Figur 5 zeigt eine weitere Anordnung zur Durchführung der Schritte a) und b) des Verfahrens mit einem rechteckigen Wickelkörper 3'. Gleiche Bezugszeichen wie in Figur

5 kennzeichnen gleiche Elemente. Der Wickelkörper 3' ist hier quadratisch und flach ausgebildet. Der Wickelkörper 3' wird zuerst um die Rotationsachse 5 gedreht und ein Draht 2 und anschließend ein dünnerer Draht 2' mit einem geringeren Wickelabstand WA aufgewickelt. Anschließend wird der Wickelkörper 3' um die senkrecht dazu ausgerichtete Rotationsachse 5' gedreht. Erneut wird der Draht 2 und anschließend der dünnere Draht 2' mit einem geringeren Wickelabstand WA aufgewickelt. Der Draht 2, 2' wird aufgewickelt, bis ein Drahtgebilde 22 (vergleiche Figur 6) vorliegt.

Figur 6 zeigt eine Anordnung zur Durchführung des Schritts c) des Verfahrens, wobei exemplarisch der zylindrische Wickelkörper 3 aus Figur 2 gezeigt ist. Es können aber auch beliebige andere Formen von Wickelkörpern hier vorhanden sein, die ein durch Aufwickeln gebildetes Drahtgebilde 22 tragen. Der Wickelkörper 3 inklusive Drahtgebilde 22 wurde in einen Ofen 30 eingebracht und auf eine Sintertemperatur des Drahts 2, 2' erhitzt. Insbesondere kann dabei der Druck im Ofenraum erhöht werden, um den Sinterprozess zu beschleunigen. Auch eine inerte Ofenatmosphäre hat sich dabei bewährt, um eine oberflächliche Oxidation der Drähte 2, 2' zu verhindern. Beim Versintern verbinden sich die Drähte 2, 2' des Drahtgebildes 22 an den Kontaktpunkten K zu einer stabilen Drahtmatte 4, vergleiche Figur 8.

Figur 7 zeigt eine weitere Anordnung zur Durchführung des Schritts c) des Verfahrens, wobei auch hier exemplarisch ein zylindrischer Wickelkörper 3 gezeigt ist. Es können aber auch beliebige andere Formen von Wickelkörpern hier vorhanden sein, die ein durch Aufwickeln gebildetes Drahtgebilde 22 tragen. Die Drähte 2 auf dem Wickelkörper 3 werden an eine Stromquelle 40 angeschlossen. Der durch den Draht 2 fließende Strom erwärmt den Draht 2 und führt schließlich zu einem Versintern der Drähte 2 miteinander im Bereich der Kontaktpunkte K.

Figur 8 zeigt eine Anordnung zur Durchführung des Schritts d) des Verfahrens an einem zylindrischen Wickelkörper 3, bei welchem die gebildete einteilige Drahtmatte 4 durchtrennt wird. Dazu ist eine Schneidvorrichtung 50 vorgesehen, die die Drahtmatte 4 parallel zur Rotationsachse 5 des Wickelkörpers 3 zwischen den Stirnseiten des Wickelkörpers 3 durchtrennt. Die aufgetrennte Drahtmatte 4' wird aufgebogen und vom

Wickelkörper 3 abgenommen. Figur 9 zeigt die durchtrennte und vom Wickelkörper 3 abgenommene Drahtmatte 4' aus Figur 8 in der Draufansicht. Um eine ebene Plattenförmige offen-poröse Transportlage 1 (vergleiche Figur 11) daraus herzustellen, wird die aufgetrennte Drahtmatte 4 gewalzt, insbesondere kalandriert.

5

Figur 10 zeigt eine Anordnung zur Durchführung des Schritts d) des Verfahrens an einem rechteckigen Wickelkörper 3'. Dazu ist eine Schneidvorrichtung 50 vorgesehen, die die Drahtmatte 4 am Umfang des flachen Wickelkörpers 3' durchtrennt, so dass zwei flache Drahtmattenstücke 4'' vorliegen. Die Drahtmattenstücke 4'' weisen bereits
10 eine Plattenförmige Gestalt auf und können ohne weitere Bearbeitung als eine offen-poröse Transportlage 1 eingesetzt werden.

Figur 11 zeigt eines der Drahtmattenstücke 4'' aus Figur 10 in der Draufansicht, die eine offen-poröse Transportlage 1 ausbildet. Um die Ebenheit und Oberflächenqualität der offen-porösen Transportlage 1 zu verbessern, dann auch diese nachfolgend noch
15 geglättet werden.

Sofern ein rechteckiger Wickelkörper zum Einsatz kommt, der nicht flach sondern quader- oder würfelförmig ausgebildet ist, kann die Scheideinrichtung an einer Ober-
20 kante und einer Unterkante des Quaders oder Würfels die Kanten der Drahtmatte durchtrennen und anschließend das den Quader oder Würfel noch umschlingende Drahtmattenstück an einer Kante auftrennen. So liegen mindestens zwei gleich große Plattenförmige Drahtmattenstücke und mindestens ein weiteres Drahtmattenstück vor, das entweder weiter in Plattenförmige Drahtmattenstücke zerteilt oder ohne wei-
25 tern Schneidvorgang insgesamt eingeebnet werden kann.

Bezugszeichenliste

1	offen-poröse Transportlage
2, 2'	Draht
3, 3'	Wickelkörper
4	Drahtmatte
4'	durchtrennte Drahtmatte
4''	Drahtmattenstück
5, 5'	Rotationsachse
22	Drahtgebilde
30	Ofen
40	Stromquelle
50	Schneideinrichtung
K	Kontaktpunkt
WA	Wickelabstand

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer offen-porösen Transportlage (1) zum Einsatz in einer Elektrolysezelle mit den folgenden Schritten:
- 5 a) Bereitstellen mindestens eines Drahtes (2) mit einer Drahtdicke im Bereich von 0,05 bis 0,5 mm;
- b) Aufwickeln des mindestens eines Drahtes (2) auf einen rotierenden Wickelkörper (3, 3a, 3b) unter Ausbildung eines Drahtgebildes (22) mit einer maximalen Maschenweite von 2 mm;
- 10 c) Versintern der einzelnen Drähte (2) des Drahtgebildes (22) an ihren Kontaktpunkten (K) zueinander zu einer einteiligen Drahtmatte (4); und
- d) Durchtrennen der Drahtmatte (4) und Bereitstellen der durchtrennten Drahtmatte (4') oder der Drahtmattenstücke (4'') als jeweils eine Platten-förmige offen-poröse
- 15 Transportlage (1).
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Wickelkörper (3a) zylindrisch ausgebildet ist, wobei die Drahtmatte (4) einmal parallel zur Rotationsachse (5) des Wickelkörpers (3a) durchtrennt wird und zu einer einzelnen Platten-förmigen offen-poröse Transportlage (1) umgeformt wird.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Wickelkörper (3b) rechteckig ausgebildet ist und die Drahtmatte (4) an jeder Kante des Wickelkörpers (3b) durchtrennt wird, wobei mehrere ebene Drahtmattenstücke (4'') ausgebildet werden, die jeweils eine offen-poröse Transportlage (1) bilden.
- 25 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Platten-förmige offen-poröse Transportlage (1) kalandriert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei mindestens zwei Drähte (2, 2') mit unterschiedlichen Drahtdurchmessern aufgewickelt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei Draht (2, 2') aus Titan oder
5 Edelstahl aufgewickelt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Drahtmatte (4) mit einer minimalen Maschenweite von 0,03 mm ausgebildet wird.

10 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei ein einzelner Draht (2) mit einem minimalen Wickelabstand (WA) zwischen zwei benachbarten Drahtwicklungen im Bereich des Drahtdurchmessers des Drahtes (2) aufgewickelt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei gleichzeitig oder nacheinander
15 mehrere Drähte (2) aufgewickelt werden, welche sich überkreuzend aufgewickelt werden.

10. Offen-poröse Transportlage (1), welche nach einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 gebildet ist und eine Dicke im Bereich von 0,05 bis 5 mm aufweist.

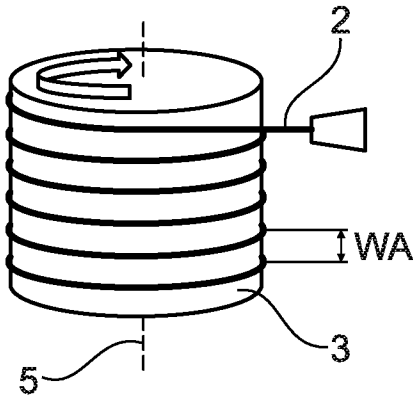


Fig. 1

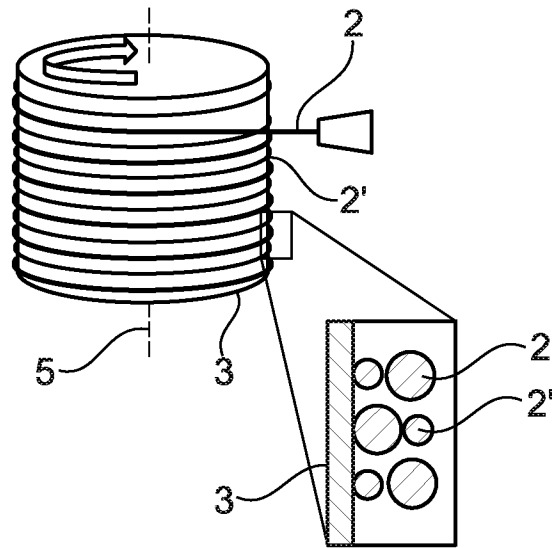


Fig. 2

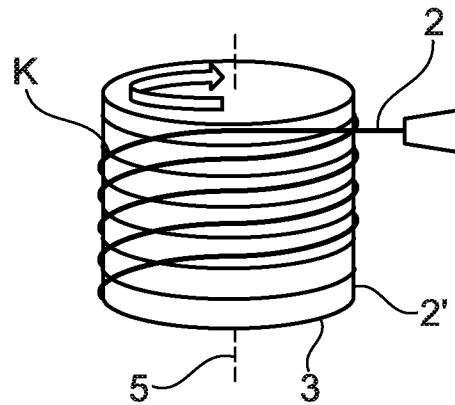


Fig. 3

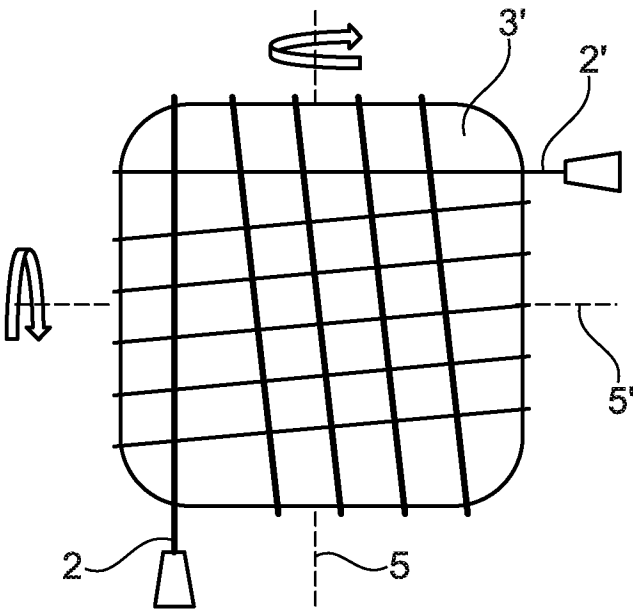


Fig. 4

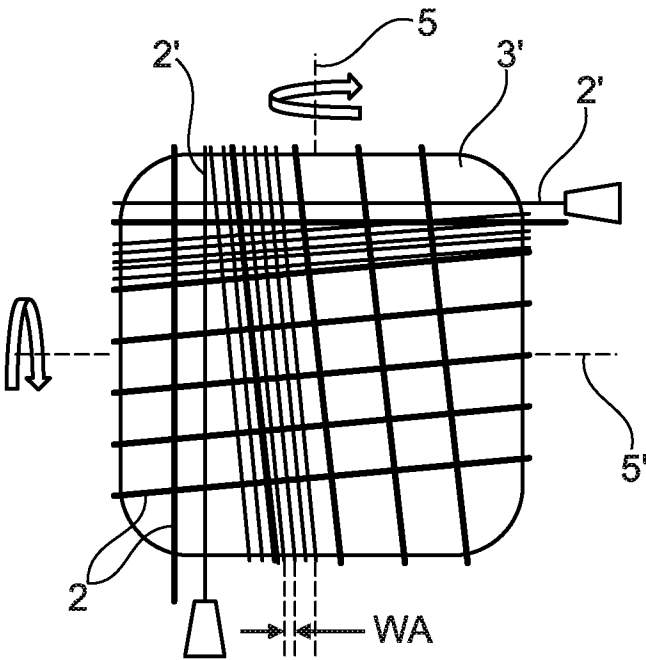


Fig. 5

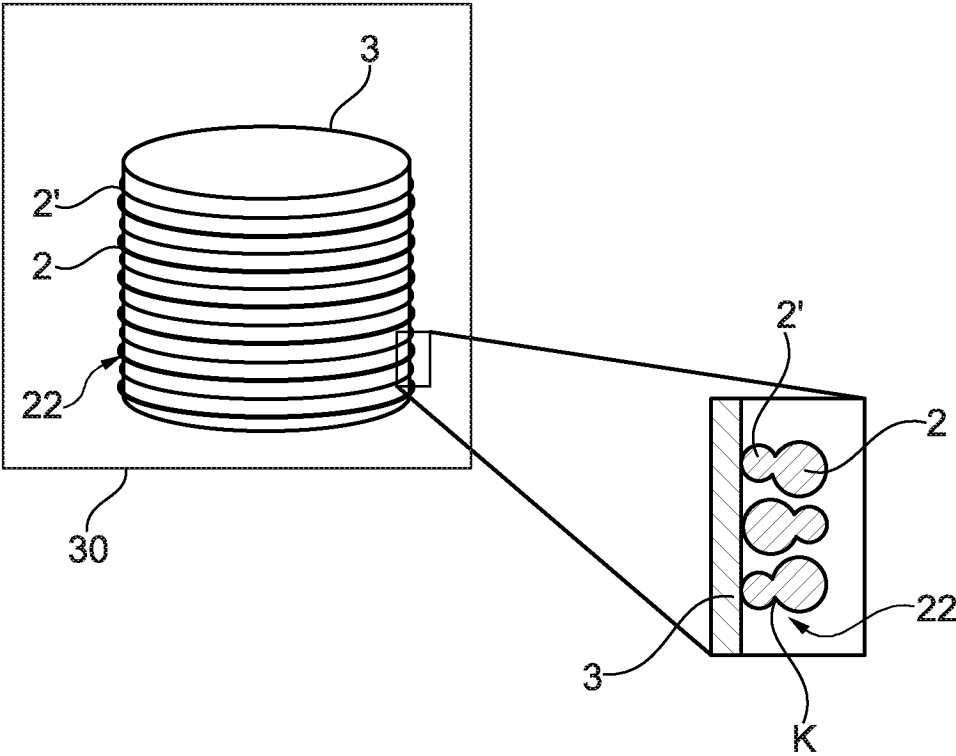


Fig. 6

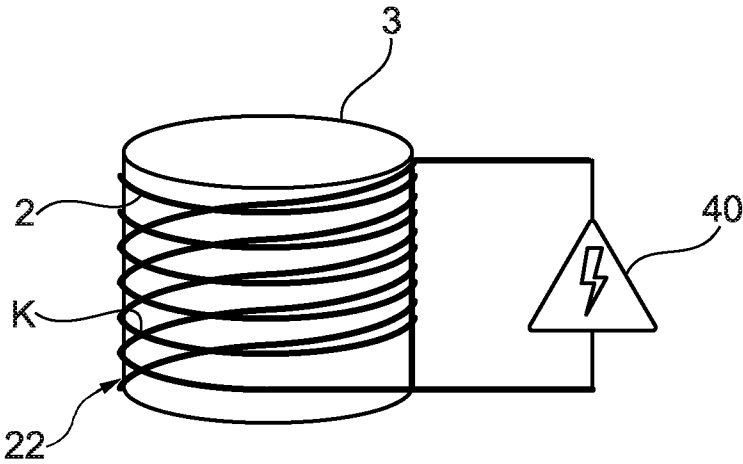


Fig. 7

4/5

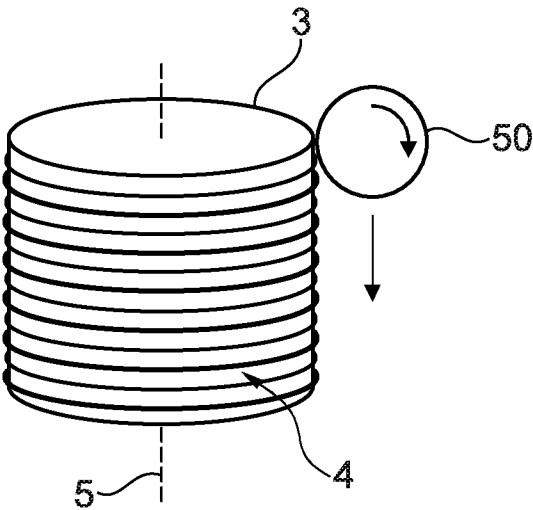


Fig. 8

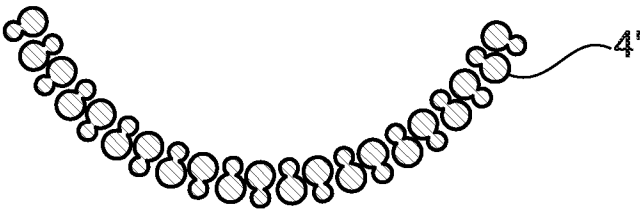


Fig. 9

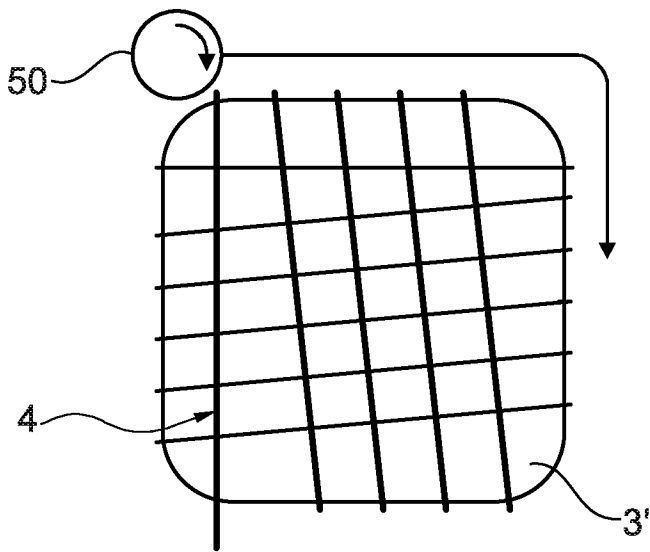


Fig. 10

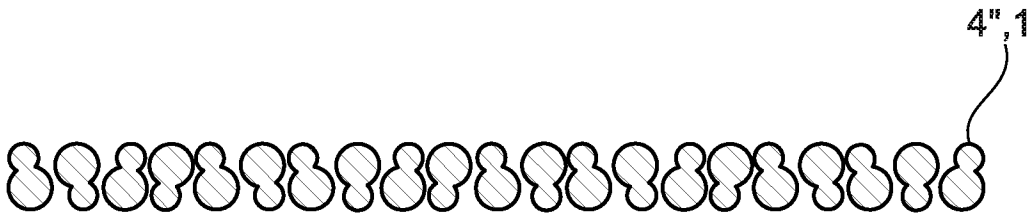


Fig. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2024/100396

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B21F 25/00**(2006.01)i; **B21F 27/00**(2006.01)i; **C25B 1/00**(2021.01)i; **C25B 9/23**(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)

B21F; 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, 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	DE 1115699 B (AIRCRAFT POROUS MEDIA INC) 26 October 1961 (1961-10-26) column 4, lines 26-38; figures; example 2	10 1-9
Y	US 2023047374 A1 (F. Y. ZHANG ET AL) 16 February 2023 (2023-02-16) cited in the application paragraph [0033]; claims; figure 5a	1-10
Y	US 4262770 A (A. R. SPENCER) 21 April 1981 (1981-04-21) column 2, line 49 - column 4, line 2; figures	1-10
A	DE 1161530 B (CALIFORNIA INST RES FOUND) 23 January 1964 (1964-01-23) abstract; claims; figures	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

20 September 2024

Date of mailing of the international search report

01 October 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

Jeggy, Thierry

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/DE2024/100396

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	1115699	B	26 October 1961	NONE	
US	2023047374	A1	16 February 2023	US 2023047374 A1	16 February 2023
				WO 2023023093 A1	23 February 2023
US	4262770	A	21 April 1981	NONE	
DE	1161530	B	23 January 1964	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B21F25/00 B21F27/00 C25B1/00 C25B9/23
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B21F 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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 11 15 699 B (AIRCRAFT POROUS MEDIA INC) 26. Oktober 1961 (1961-10-26)	10
A	Spalte 4, Zeilen 26-38; Abbildungen; Beispiel 2	1-9
Y	US 2023/047374 A1 (F. Y. ZHANG ET AL) 16. Februar 2023 (2023-02-16) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0033]; Ansprüche; Abbildung 5a	1-10
Y	US 4 262 770 A (A. R. SPENCER) 21. April 1981 (1981-04-21) Spalte 2, Zeile 49 - Spalte 4, Zeile 2; Abbildungen	1-10
A	DE 11 61 530 B (CALIFORNIA INST RES FOUND) 23. Januar 1964 (1964-01-23) Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen	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 20. September 2024	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 01/10/2024
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 Jeggy, Thierry

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2024/100396

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 1115699	B	26-10-1961	KEINE
US 2023047374	A1	16-02-2023	US 2023047374 A1 16-02-2023
			WO 2023023093 A1 23-02-2023
US 4262770	A	21-04-1981	KEINE
DE 1161530	B	23-01-1964	KEINE