

(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. Juni 2025 (12.06.2025)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2025/119424 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B22F 10/28 (2021.01)	B33Y 10/00 (2015.01)
B22F 5/00 (2006.01)	B33Y 30/00 (2015.01)
B22F 7/00 (2006.01)	B33Y 80/00 (2015.01)
B22F 7/06 (2006.01)	H01M 4/88 (2006.01)
B22F 12/30 (2021.01)	H01M 8/18 (2006.01)
B22F 12/55 (2021.01)	B22F 10/43 (2021.01)
B22F 12/58 (2021.01)	H01M 8/10 (2016.01)

10 2023 134 152.9

06. Dezember 2023 (06.12.2023) DE

10 2024 134 260.9

21. November 2024 (21.11.2024) DE

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2024/100990

(22) Internationales Anmeldedatum:

22. November 2024 (22.11.2024)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

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

(72) Erfinder: **DOERRFUSS, Florian**; Dr.-Daßler-Str. 87, 91074 Herzogenaurach (DE). **SMETANA, Tomas**; Frauenaucharerstrasse 15a, 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, 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,

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR ADDITIVELY MANUFACTURING MULTI-MATERIAL COMPONENTS, IN PARTICULAR ELECTROCHEMICAL CELLS, ON PLATFORMS INTEGRATED IN A COMMON MACHINE TABLE

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ADDITIVEN HERSTELLUNG VON MULTIMATERIALKOMPONENTEN, INSBESONDERE ELEKTROCHEMISCHER ZELLEN, AUF IN EINEN GEMEINSAMEN MASCHINENTISCH INTEGRIERTEN PLATTFORMEN

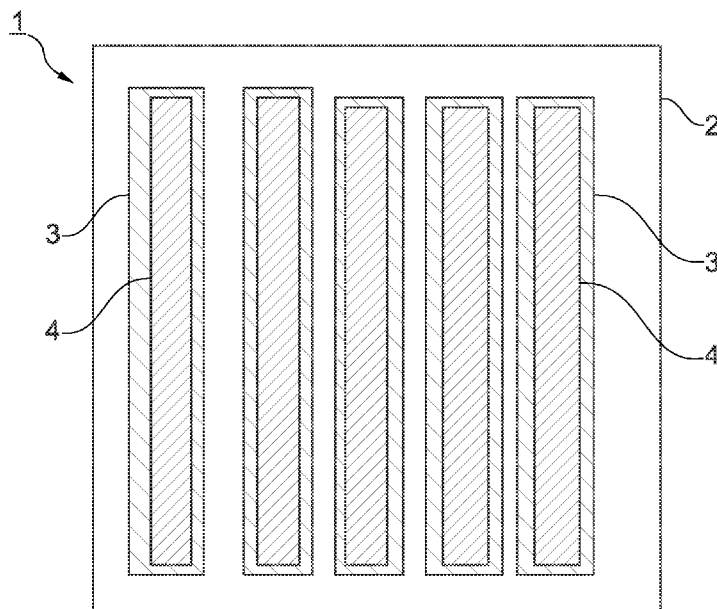


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for additively manufacturing components, in particular electrochemical cells, in which method component parts (4) are built layer by layer from a powder material, in a multi-material 3D-printing process by means of a 3D-printing device (9), on platforms (3) which are separate from one another, are integrated in a common machine table (2), and are simultaneously adjusted incrementally in terms of height in relation to a work surface (18) of the machine table (2). The invention also relates to a device (1) for additively manufacturing components (4, 5, 6), in particular those of electrochemical cells (16), in particular

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2025/119424 A1

KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,
RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

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)

for carrying out said method.

(57) **Zusammenfassung:** Ein Verfahren zur additiven Herstellung von Komponenten, insbesondere elektrochemischer Zellen, sieht vor, dass mittels einer 3D-Druckvorrichtung (9) Bauteile (4) auf voneinander getrennten, in einen gemeinsamen Maschinentisch (2) integrierten Plattformen (3), welche simultan gegenüber einer Arbeitsoberfläche (18) des Maschinentischs (2) sukzessive höhenverstellt werden, schichtweise im Multimaterial-3D-Druck aus einem pulverförmigen Material aufgebaut werden. Weiterhin ist eine Vorrichtung (1) zur additiven Herstellung von Komponenten (4, 5, 6), insbesondere solcher von elektrochemischen Zellen (16), insbesondere zur Durchführung des genannten Verfahrens, angegeben.

**VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ADDITIVEN HERSTELLUNG VON
MULTIMATERIALKOMPONENTEN, INSBESONDERE
ELEKTROCHEMISCHER ZELLEN, AUF IN EINEN GEMEINSAMEN
MASCHINENTISCH INTEGRIERTEN PLATTFORMEN**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur additiven Herstellung von Komponenten, insbesondere elektrochemischer Zellen. Ferner betrifft die Erfindung eine zur Durchführung eines solchen Verfahrens geeignete Vorrichtung.

Eine Anlage zur generativen Fertigung eines Bauteils ist beispielsweise aus der DE 10 2019 201 494 A1 bekannt. Die bekannte Anlage verwendet zur Bauteilfertigung verschiedene Materialpulver, welche sich hinsichtlich ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften und/oder Zusammensetzungen voneinander unterscheiden können. Flächig aufgetragenes Materialpulver kann eine Bauteilplattform komplett oder teilweise ausfüllen. Ein selektives Bestrahlen der Pulverschicht kann nach der Lehre der DE 10 2019 201 494 A1 mit einem Laser-, Ionen- oder Elektronenstrahl erfolgen, wobei ein Bestrahlungsabschnitt von einem Auftragsabschnitt beabstandet ist.

Eine in der DE 10 2017 208 132 A1 beschriebene Vorrichtung zur additiven Herstellung dreidimensionaler Bauteile umfasst mehrere oberhalb einer Bauplattform angeordnete Apparaturen, welche jeweils mindestens drei Arme aufweisen, die mit einem Bearbeitungskopf gelenkig verbunden sind, wobei die Arme längenverstellbar sind. Durch mindestens einen Arm verläuft eine Zuführung für eine zum Drucken geeignete Suspension oder Flüssigkeit. Die einzelnen Apparaturen der Vorrichtung nach der DE 10 2017 208 132 A1 sind derart angeordnet und angesteuert, dass mehrere Apparaturen gleichzeitig für die Herstellung eines oder mehrerer Bauteile nutzbar sind.

Die DE 10 2016 204 462 A1 hat ein Verfahren zum additiven Herstellen eines Bauteils sowie eine Trägerplatte zum Tragen von additiv zu fertigenden Bauteilen zum Gegenstand. Hierbei ist vorgesehen, zunächst ein Roh-Bauteil auf einer Trägerplatte additiv zu fertigen. Anschließend wird zumindest ein Abschnitt der Trägerplatte in einer Bearbeitungsmaschine gespannt. Weiter ist nach der DE 10 2016 204 462 A1 vorgesehen,

am Roh-Bauteil mit der Bearbeitungsmaschine einen trennenden Bearbeitungsschritt durchzuführen.

Die DE 10 2015 105 568 A1 befasst sich mit der additiven Fertigung für Brennstoffzellenströmungsfelder. Hierbei wird ein Strömungsfeldkanal unter anderem durch additives Bilden von Kanalwänden an einem Plattenkörper hergestellt. Bei dem Plattenkörper kann es sich beispielsweise um eine Gasdiffusionsschicht handeln.

Eine in der EP 4113672 A1 offenbarte Bipolarplatte soll vollständig durch additive Verfahren herstellbar sein. Im Zuge der additiven Herstellung ist ein sukzessives Hinzufügen von gefüllter Kunststoffmatrix, gefüllter Elektrodenmatrix oder ungefüllter Kunststoffmatrix vorgesehen, wobei durch die ungefüllte Kunststoffmatrix ein Abdichtrand ausgebildet wird. Dagegen sollen Protonenaustauschmembranen und Gasdiffusionsschichten als zuvor separat gefertigte Elemente verwendet werden.

In der CN 111463449 A sind Schritte zur Herstellung eines Metallpulvers dargelegt, welches zur Herstellung von Bipolarplatten vorgesehen ist. Danach wird Metall über eine Dauer von mehreren Stunden bei einer Temperatur von 50°C bis 500°C durch Schleifen bearbeitet.

Die Dokumente US 11,260,586 B2 und DE 10 2017 120 750 B4 beschreiben verschiedene Vorrichtungen und Verfahren zur Herstellung von Bauteilen mittels 3D-Multimaterialdruck. Weiter wird zum Thema Multimaterial 3D-Druck auf die Dokumente WO 2019/185626 A1, WO 2018/059833 A1 und WO 2019/185466 A1 hingewiesen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, additive Fertigungsverfahren, welche zur Herstellung von Komponenten, insbesondere zur Herstellung von Komponenten elektrochemischer Zellen, beispielsweise Brennstoffzellen, Redoxflusszellen, Batteriezellen oder Elektrolysezellen, nutzbar sind, gegenüber dem genannten Stand der Technik weiterzuentwickeln, wobei ein besonders hohes Maß an Flexibilität der Fertigung bei nicht zu komplexer Handhabbarkeit angestrebt wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein nach Anspruch 1 gestaltetes Verfahren zur additiven Herstellung von Komponenten, insbesondere elektrochemischer Zellen. Zur Durchführung dieses Verfahrens ist eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 geeignet. Im Folgenden im Zusammenhang mit der anmeldungsgemäßen Vorrichtung erläuterte Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung gelten sinngemäß auch für das Herstellungsverfahren und umgekehrt.

Die mittels des Verfahrens bevorzugt hergestellten Komponenten elektrochemischer Zellen sind insbesondere solche von Brennstoffzellen, vorzugsweise Polymerelektrolytbrennstoffzellen, oder von Elektrolyseuren, vorzugsweise mit Polymerelektrolytmembrane und/oder zur Elektrolyse von Wasser, oder von Redoxfluszellen oder Batteriezellen.

Das Herstellungsverfahren sieht vor, mittels einer 3D-Druckvorrichtung, welche pulverförmiges Material als Ausgangsmaterial für den 3D-Druck, das heißt die generative Fertigung, verwendet, Bauteile auf voneinander getrennten, in einen gemeinsamen Maschinentisch integrierten Plattformen schichtweise mittels Multimaterial-3D-Druck aufzubauen. Unter Multimaterial-3D-Druck wird hierbei ein 3D-Druckverfahren mit mindestens zwei verschiedenen Materialien, welche für den Schichtaufbau herangezogen werden, verstanden. Eine theoretische Begrenzung der verschiedenen 3D-Druckmaterialien nach oben existiert nicht. So kann die additive Fertigung beispielsweise mit drei, vier oder mehr verschiedenen 3D-Druckmaterialien durchgeführt werden. Hierbei kann es sich zum Beispiel um Kunststoffe oder Materialien auf keramischer oder metallischer Basis handeln. In jedem Fall werden im Zuge des 3D-Drucks die Plattformen Schritt für Schritt, das heißt sukzessive, simultan gegenüber einer Arbeitsoberfläche des Maschinentischs höhenverstellt. Dies heißt, dass die Plattformen in jedem Schritt auf eine einheitliche Höhe eingestellt sind. Während des Aufbaus der Bauteile aus einzelnen Schichten werden Räume zwischen den einzelnen Plattformen von pulverförmigem Material, das heißt 3D-Druck-Material, freigehalten.

Unabhängig von der Anzahl verschiedener 3D-Druckmaterialien umfasst mindestens eine der generativ erzeugten Schichten mehrere dieser Materialien. Andere Schichten

können dagegen materialeinheitlich aufgebaut sein. In jedem Fall schließt zumindest eine Teilmenge der Schichten Volumenbereiche mehrerer, auf verschiedenen Plattformen entstehender Werkstücke ein. Gleichzeitig bleiben Volumenbereiche, welche sich zwischen den Plattformen sowie den Werkstücken befinden, während des gesamten

5 Herstellungsprozesses frei. Dies ermöglicht zum einen eine im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren schnellere Herstellung und bietet zum anderen aufgrund der Charakteristik als Multi-Material-Urformung enorme Variationsmöglichkeiten in der Fertigung.

Gemäß verschiedener möglicher Verfahrensvarianten werden die Plattformen im Zuge

10 des Aufbaus der Bauteile unter die Arbeitsoberfläche abgesenkt. Hierbei ist es möglich, jede neue Schicht eines Bauteils unmittelbar oberhalb der Arbeitsoberfläche des Maschinentischs aufzubauen. Nach Abschluss der Formung der Bauteile, das heißt nach maximaler Absenkung der Plattformen, können die Bauteile mittels einer Hubvorrichtung, an welche die Plattformen angeschlossen sind, angehoben werden. Die

15 Oberflächen der maximal angehobenen Plattformen liegen dann insbesondere mit der Arbeitsoberfläche des Maschinentischs in einer gemeinsamen Ebene. Sämtliche Plattformen können mechanisch mit einem vertikal verstellbaren Element der Hubvorrichtung verbunden sein. Alternativ kann beispielsweise eine hydraulische Verstellung der Plattformen oder eine elektronisch synchronisierte Verstellung der Plattformen per ein-

20 zelner elektromechanischer Antriebe vorgesehen sein.

Als pulverförmige 3D-Druck-Materialien können unter anderem Materialreste, welche im Zuge der Fertigung der 3D-Druckteile nicht verfestigt werden, wiederverwendet werden. Dies gilt insbesondere für 3D-Druck-Material, welches sich in verschiedenen

25 Fertigungsstadien neben einem teilfertigen Bauteil auf einer Plattform befinden kann. Auf einer einzelnen Plattform kann entweder ein einziges Werkstück oder eine Mehrzahl an nicht notwendigerweise gleichen Werkstücken schichtweise aufgebaut werden. Um überschüssiges pulverförmiges 3D-Druckmaterial zu minimieren, kann ein Füllpulver eingesetzt werden, welches nach dem Entpulvern auf einfache Weise auf-

30 bereitet und wieder eingesetzt werden kann. Ein solches Pulver kann sowohl in Zwischenräume, welche zwischen auf ein und derselben Plattform entstehenden Werkstücken gebildet sind, als auch in die Freiräume, welche zwischen den einzelnen

Plattformen, gegeben sind, gefüllt werden. Das Aufbereiten von pulverförmigem Material wird im einfachsten Fall als Siebprozess durchgeführt, mit dem größere, insbesondere durch Verschweißung entstandene Partikel aus dem Pulver entfernt werden.

- 5 Die einzelnen Plattformen haben zum Beispiel jeweils eine rechteckige Form, wobei nicht notwendigerweise sämtliche Plattformen identisch geformt sind. In Abhängigkeit von der Geometrie der herzustellenden Werkstücke können zum Beispiel in der Draufsicht gekrümmte Konturen von Plattformen vorgesehen sein. Im Einzelfall können auch hexagonale oder sonstige Grundrisse der Plattformen eine Anpassung an die
- 10 Werkstückgeometrie bei zugleich guter Flächenausnutzung bedeuten. Eine – optional werkzeuglose – Austauschbarkeit von Plattformen kann vorgesehen sein.

Gemäß einer möglichen Verfahrensvariante wird, unabhängig vom Grundriss der Plattformen, eine Schicht eines ersten Bauteils auf einer ersten Plattform materialein-

15 heitlich aufgebaut, während dieselbe Schicht eines zweiten Bauteils auf einer zweiten Plattform ebenfalls in sich materialeinheitlich, jedoch mit einem vom ersten Bauteil verschiedenen Material aufgebaut wird. Alternativ ist es möglich, mindestens eine Schicht ein und desselben Bauteils materialuneinheitlich, das heißt im Multimaterial-3D-Druck, aufzubauen. In einem solchen Fall werden beispielsweise auf den einzel-

20 nen Plattformen gleichartige Bauteile jeweils im Multimaterial-3D-Druck aufgebaut. Ebenso ist die Möglichkeit gegeben, auf den Plattformen verschiedenartige Bauteile simultan aufzubauen.

Bei den per Multimaterial-3D-Druck generativ zu fertigenden Bauteilen handelt es sich

25 zum Beispiel um Komponenten von elektrochemischen Zellen, wie Brennstoffzellen oder Elektrolyseuren. Derartige Komponenten können insbesondere Elektrodenplatten, Separatorplatten, Bipolarplatten, welche mit durchströmbaren Kühlkanälen gebildet werden können, sowie offen-poröse Gasdiffusionslagen (GDL) beziehungsweise offen-poröse Transportschichten (PTL) und dergleichen umfassen. Die später im Be-

30 trieb befindliche, additiv gefertigte Teile umfassende Zelle weist beispielsweise im Fall einer Brennstoffzelle oder Elektrolysezelle bevorzugt kathodenseitige und anodenseitige Gasdiffusionslagen beziehungsweise poröse Transportlagen auf, welche

entweder gleichartig aufgebaut sein oder sich voneinander unterscheiden können.

Das generative Fertigungsverfahren ist derart durchführbar, dass in einem gemeinsamen Verfahrensschritt entweder einheitliche Gasdiffusionslagen / poröse Transportlagen oder sich voneinander unterscheidende kathodenseitige und anodenseitige po-

- 5 poröse Gasdiffusionslagen / poröse Transportlagen erzeugt werden. In jedem Fall können die Gasdiffusionslagen / porösen Transportlagen zusammen mit mindestens einer Bipolarplatte, Elektrodenplatte, Separatorplatte oder Teilen davon als einstückiges Bauteil erzeugt werden. Die Zusammensetzung der Bipolarplatte, Elektrodenplatte oder Separatorplatte weicht dabei häufig von der Zusammensetzung der mit der Platte
10 verbundenen, demselben einteiligen 3D-Multimaterialdruck-Bauteil zuzurechnenden porösen Gasdiffusionslage / porösen Transportschicht ab.

Allgemein kann der Multimaterial-3D-Druck die generative Fertigung von Materialien mit unterschiedlichem Metallgehalt kombinieren. Beispielsweise handelt es sich bei ei-

- 15 nem der Materialien um ein, abgesehen von technisch bedingten Verunreinigungen, reines Metall handelt, wogegen ein weiteres, im selben Fertigungsprozess zu verarbeitendes Material einen geringeren oder keinen Metallgehalt aufweist. Es ist die Möglichkeit gegeben, die verschiedenen Materialien derart in Pulverform auf die Plattformen aufzubringen, dass zu keinem Zeitpunkt der Fertigung eine Schicht lückenlos
20 über den gesamten Arbeitsbereich des Maschinentisches mit diesen Materialien ausgefüllt wird. Die verbleibenden Bereiche der Schicht können entweder frei bleiben oder mit dem bereits erwähnten Füllpulver ausgefüllt werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur additiven Herstellung von Komponenten, insbesondere elektrochemischer Zellen, und insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, umfasst mehrere in einen gemeinsamen Maschinentisch eingebaute, voneinander getrennte, gemeinsam höhenverstellbare, unter eine Arbeits-
25 oberfläche des Maschinentisches absenkbare Plattformen, sowie mindestens einen Druckkopf, welcher zur schichtweisen simultanen Herstellung von jeweils einer Plattform zugeordneten Komponenten im Multimaterial-3D-Druck ausgebildet ist.
30

Eine zur Absenkung und zum Anheben der Plattformen vorgesehene Hubvorrichtung kann dazu ausgebildet sein, die simultan hergestellten Komponenten soweit abzusenken, dass sie sich – zumindest mit Ausnahme der obersten Schicht – unterhalb der Arbeitsoberfläche des Maschinentischs befinden.

5

Die mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung bevorzugt herstellbaren Komponenten elektrochemischer Zellen sind insbesondere solche von Brennstoffzellen, vorzugsweise Polymerelektrolytbrennstoffzellen, oder Elektrolyseuren, vorzugsweise zur Elektrolyse von Wasser, oder Redox-Flow-Zellen. Optional ist die Vorrichtung – unabhängig von der Art der Werkstücke – zur gleichzeitigen Verarbeitung von 3D-Druckmaterialien mit unterschiedlichem Metallgehalt ausgebildet. Die Verfestigung des verwendeten 3D-Druckmaterials kann insbesondere in an sich bekannter Weise per Laser erfolgen.

10

15 Eine mögliche Bauform sieht vor, dass ein und derselbe Druckkopf zum schichtweise Materialaufbau auf sämtlichen Plattformen ausgebildet ist. Auch eine höhere Anzahl an Druckköpfen ist möglich. Ebenso kann eine Mehrzahl an Laser-Bearbeitungsköpfen, beispielsweise zwei, drei vier oder sogar über zehn Stück, vorhanden sein. In allen Fällen können bewegliche Teile der zum Multimaterial-3D-Druck genutzten Vorrichtung mit Hilfe an sich bekannter Mechanismen, beispielsweise Gewindetrieben in Form von Kugelgewindetrieben, verstellbar sein. Auch ein linearer elektrischer Direktantrieb von Komponenten, beispielsweise Bearbeitungsköpfen, ist möglich. Ergänzend kann die Multimaterial-3D-Druckvorrichtung Überwachungseinrichtungen, beispielsweise in Form optischer Systeme oder eines Systems, mit welchem elektrische
25 Eigenschaften von Werkstücken bereits während der additiven Fertigung oder unmittelbar nach Abschluss der Fertigung detektierbar sind, umfassen.

20

25

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierin zeigen, teilweise schematisiert:

30

- Fig. 1 Eine Draufsicht auf Einzelteile einer Vorrichtung zur Herstellung von Komponenten einschließlich mehrerer in einem additiven Fertigungsverfahren befindlicher Werkstücke,
- Fig. 2 in einer schematischen Schnittdarstellung einen Stapel elektrochemischer Zellen, einschließlich mehrerer mit Hilfe der Vorrichtung nach Fig. 1 gefertigter Komponenten,
- Fig. 3 die Vorrichtung nach Fig. 1 in einer schematischen Seitenansicht,
- Fig. 4 in einer schematischen Schnittdarstellung ausschnittsweise eine mit der Vorrichtung nach Fig. 1 additiv hergestellte Komponente, welche als Multimaterialbauteil ausgebildet ist,
- Fig. 5 - 9 die Vorrichtung nach Fig. 1 mit mehreren in der additiven Fertigung befindlichen Bauteilen in verschiedenen Fertigungsstadien,
- Fig. 10 die Vorrichtung nach Fig. 1 mit den in den Schritten nach den Figuren 5 bis 9 hergestellten Bauteilen.

Eine insgesamt mit dem Bezugszeichen 1 gekennzeichnete Vorrichtung zur additiven Herstellung von Komponenten, hier Komponenten elektrochemischer Zellen, das heißt eine Produktionsanlage, ist als Multimaterial-3D-Druckanlage ausgebildet und umfasst einen Maschinentisch 2, auf welchem sich auf gleicher Höhe mehrere Plattformen 3 befinden, die im vorliegenden Fall in der Draufsicht jeweils streifenförmig sind. Die mit der Produktionsanlage 1 hergestellten Bauteile 4, auf welche noch näher eingegangen werden wird, finden Verwendung in einem insgesamt mit 15 bezeichneten Zellenstapel aus elektrochemischen Zellen 16, welcher kurz auch als Stack bezeichnet wird.

Der Zellenstapel 15 umfasst eine Mehrzahl an elektrochemischen Zellen 16, beispielsweise Brennstoffzellen oder Elektrolysezellen, welche sich zwischen zwei Endplatten 8 befinden. Zwischen zwei Zellen 16 befindet sich hier jeweils eine Bipolarplatte 5, die hälftig den beiden angrenzenden Halbzellen 17 zuzuordnen ist. Jede Zelle 16 ist aus zwei Halbzellen 17 aufgebaut, welche durch eine protonendurchlässige Membran 7 voneinander getrennt sind. Die Bipolarplatte 5 grenzt eine Halbzelle 17 einer ersten elektrochemischen Zelle 16 von einer Halbzelle 17 einer weiteren elektrochemischen

Zelle 16 ab. In den Räumen zwischen den Membranen 7 und der Bipolarplatte 5 befindet sich bei Brennstoffzellen jeweils mindestens eine sogenannte poröse Gasdiffusionslage 6 oder bei Elektrolyseuren mindestens eine sogenannte poröse Transportschicht 6. Die Gasdiffusionslage(n) / poröse Transportschicht(n) 6 bildet / bilden zusammen mit der Bipolarplatte 5 das Bauteil 4, das heißt Werkstück, welches in der Produktionsanlage 1 generativ gefertigt wird.

Was den Aufbau der Produktionsanlage 1 betrifft, wird weiter auf die Fig. 3 verwiesen. Danach wird zur generativen Fertigung des Werkstücks 4, das heißt Multimaterialbauteils, eine 3D-Druckvorrichtung 9 verwendet, welche die Kernkomponenten der Produktionsanlage 1 darstellt.

Ein mit 10 bezeichneter Druckkopf der Druckvorrichtung 9 ermöglicht das wahlweise Drucken mit zwei verschiedenen, einen unterschiedlichen Metallgehalt aufweisenden Materialien. Zu diesem Zweck existieren in dem in Fig. 3 skizzierten Fall innerhalb des Druckkopfes 10 zwei Teilvolumina 11, 12, welche jeweils mit einem Vorratsbehälter 13, 14 für die verschiedenen Materialien verbunden sind. Abweichend hiervon könnte auch für jedes Material ein gesonderter Druckkopf 10 vorhanden sein.

Der Druckkopf 10 ist mit Hilfe verschiedener, an sich bekannter Mechanismen, zum Beispiel in Form von Kugelgewindetrieben, mehrachsrig verfahrbar. Das pulverförmige Material, welches in den Vorratsbehältern 13, 14 gespeichert ist, kann mittels des Druckkopfes 10 präzise auf den einzelnen Plattformen 3 platziert werden. Im Unterschied zu gängigen Verfahren, bei welchen komplette Schichten einer 3D-Druckanlage mit pulverförmigem Material gefüllt werden, bietet der Druckkopf 10 die Möglichkeit, auf ein und derselben Plattform 3 unterschiedliche Materialien auf definierten Flächenbereichen abzulegen. Flächenbereiche der Plattform 3, auf welchen keine Schicht des Werkstücks 4 aufzubauen ist, können entweder frei von 3D-Druckmaterial bleiben oder mit einem Füllpulver befüllt werden. In keinem Fall braucht 3D-Druckmaterial zwischen die einzelnen Plattformen 3 abgelegt zu werden. Vielmehr können auch diese Bereiche entweder frei von jeglichem Material bleiben oder mit einem auf einfache Weise wiederverwendbaren Füllpulver befüllt werden.

Der schichtförmige Aufbau des Werkstücks 4 ist in Fig. 4 veranschaulicht. Hierbei ist eine erste Schicht S1 komplett durch ein erstes Material gebildet, wogegen die darüberliegende Schicht S2, wie aus Fig. 4 hervorgeht, teilweise durch das erste Material und teilweise durch ein zweites Material gebildet ist. Bei dem ersten Material handelt es sich im vorliegenden Fall durch Material der Bipolarplatte 5, beim zweiten Material um Material der Gasdiffusionslage / porösen Transportlage 6. Die Materialien der verschiedenen Komponenten 5, 6 des Bauteils 4 unterschieden sich unter anderem hinsichtlich ihres Metallgehaltes.

- 10 In der Anordnung nach Fig. 4 befindet sich die Gasdiffusionslage / poröse Transportlage 6 oberhalb der Bipolarplatte 5. Diese Anordnung ist mit einer weiteren, spiegelbildlich hierzu ausgebildeten Anordnung kombinierbar, wobei die Spiegelebene horizontal, das heißt orthogonal zur Bildebene, ausgerichtet ist. Innerhalb des fertiggestellten Stacks 15 ist eine der genannten Anordnungen kathodenseitig und die andere
- 15 Anordnung anodenseitig geschaltet. Beispielsweise befindet sich die kathodenseitige Gasdiffusionslage / poröse Transportlage 6 oberhalb der in Fig. 2 eingezeichneten Bipolarplatte 5, während sich die anodenseitige Gasdiffusionslage / poröse Transportlage 6 unterhalb derselben Bipolarplatte 5 befindet. Beide Gasdiffusionslagen / porösen Transportlagen 6 werden zusammen mit den zugehörigen Bereichen der Bipolar-
- 20 platte 5 im selben Arbeitsgang auf verschiedenen Plattformen 3 der Produktionsanlage 1 aufgebaut, wobei bereits während des generativen Fertigungsprozesses die Unterschiede zwischen den beiden Gasdiffusionslagen / porösen Transportlagen 6 herausgebildet werden. Sofern Eigenschaften des Werkstücks 4, beispielsweise elektrische Eigenschaften oder Eigenschaften, welche die Mediendurchlässigkeit betreffen,
- 25 zu prüfen sind, können entsprechende Prüfungen an dem noch auf der Plattform 3 befindlichen Bauteil 4, an dem aus der Produktionsanlage 1 entnommenen, einzeln vorliegenden Bauteil 4 oder an dem in den Stack 15 eingesetzten Bauteil 4 durchgeführt werden. In entsprechender Weise kann vorgegangen werden, wenn es sich bei dem
- 30 Stack 2 um einen Stapel sonstiger elektrochemischer Zellen 16, beispielsweise Batteriezellen oder Redoxflusszellen handelt.

Die Figuren 5 bis 10 veranschaulichen einzelne Schritte zur generativen Herstellung der Bauteile 4. Die Oberseite des Maschinentisches 2 stellt eine Arbeitsoberfläche 18 dar. Wie aus den Figuren 5 bis 10 hervorgeht, sind die Plattformen 3 derart positionierbar, dass deren oben liegende Oberflächen mit der Arbeitsoberfläche 18 in einer gemeinsamen Ebene liegen. Von dieser Ebene aus sind die Plattformen 3 absenkbar, wobei jede Plattform 3 in einer Ausnehmung 21 des Maschinentischs 2 aufgenommen ist. Hierfür ist eine insgesamt mit 18 bezeichnete Hubvorrichtung vorgesehen, die im vorliegenden Fall mit sämtlichen Plattformen 3 mechanisch verbunden ist.

- 10 In der Anordnung nach Fig. 5 sind die einzelnen Bauteile 4 jeweils teilweise fertiggestellt, wobei die Plattformen 3, welche in jedem Fertigungsstadium mittels der Hubvorrichtung 18 höhengleich eingestellt sind, soweit abgesenkt sind, dass die Oberseiten der Bauteile 4 in der Ebene der Arbeitsoberfläche 18 angeordnet sind. Neben jedem Bauteil 4 ist nicht verfestigtes Pulver 22, das heißt 3D-Druckmaterial, erkennbar, welches sich auf derselben Plattform 3 befindet. Die mit ZR bezeichneten Zwischenräume zwischen den Plattformen 3 sind dagegen frei von 3D-Druckmaterial.
- 15

- In dem in Fig. 6 visualisierten Schritt wird Pulver 22 auf die Plattformen 3 und damit auch auf die Bauteile 4 abgelegt, wobei auch in diesem Schritt die Räume ZR frei von Pulver 22 bleiben. Das Pulver 22, welches über die Arbeitsoberfläche 18 hinausragt, wird im Schritt nach Fig. 7, soweit zum Aufbau der Bauteile 4 erforderlich, durch Laserstrahlung LS, welches mit einem Laser 20 erzeugt wird, verfestigt.
- 20

- Die Fig. 8 zeigt die Bauteile 4, nachdem sie im Schritt nach Fig. 7 um eine weitere Schicht S1, S2 gewachsen sind. Die Bauteile 4 ragen nun über die Arbeitsoberfläche 18 hinaus, wobei sie nach wie vor jeweils von nicht verfestigtem Pulver 22 umgeben sind. In diesem Zustand werden die Bauteile 4, wie aus Fig. 9 hervorgeht, soweit abgesenkt, bis ihre Oberfläche wieder auf dem Niveau der Arbeitsoberfläche 18 liegt.
- 25

- Die Schritte nach den Figuren 5 bis 9 werden wiederholt, bis die additive Fertigung der Bauteile 4 abgeschlossen ist. Im Anschluss werden, wie die Fig. 10 zeigt, sämtliche Plattformen 3 soweit angehoben, dass die Oberkanten der Plattformen 3 bündig mit
- 30

der Arbeitsoberfläche 18 abschließen und die Bauteile 4 vom Maschinentisch 2 entnommen werden können. Nach der Entpulverung werden die Bauteile 4 manuell oder automatisch aus der Produktionsanlage entnommen, wobei sich optional an die additive Fertigung der als Multimaterial-3D-Druckteile ausgebildeten Bauteile 4 eine mechanische und/oder chemische Nachbearbeitung anschließt.

5

Bezugszeichenliste

- 1 Produktionsanlage, Vorrichtung zur additiven Herstellung von Komponenten
- 2 Maschinentisch
- 3 Plattform
- 4 Bauteil, Werkstück
- 5 Bipolarplatte
- 6 Offen-poröse Gasdiffusionslage / offen-poröse Transportschicht
- 7 Membran
- 8 Endplatte
- 9 Druckvorrichtung
- 10 Druckkopf
- 11 Teilvolumen
- 12 Teilvolumen
- 13 Vorratsbehälter
- 14 Vorratsbehälter
- 15 Zellenstapel, Stack
- 16 Elektrochemische Zelle
- 17 Halbzelle
- 18 Arbeitsoberfläche
- 19 Hubvorrichtung
- 20 Laser
- 21 Ausnehmung
- 22 Pulver, 3D-Druckmaterial

- LS Laserstrahlung
- S1, S2 Schichten
- ZR Raum zwischen zwei Plattformen

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur additiven Herstellung von Komponenten, insbesondere elektrochemischer Zellen, wobei aus pulverförmigem Material mittels einer 3D-Druckvorrichtung (9) Bauteile (4) auf voneinander getrennten, in einen gemeinsamen Maschinentisch (2) integrierten Plattformen (3), welche simultan gegenüber einer Arbeitsoberfläche (18) des Maschinentischs (2) sukzessive höhenverstellt werden, schichtweise unter Freihaltung zwischen den Plattformen (3) befindlicher Räume (ZR) von pulverförmigem Material im Multimaterial-3D-Druck aufgebaut werden.
10
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plattformen (3) im Zuge des Aufbaus der Bauteile (4) unter die Arbeitsoberfläche (18) abgesenkt werden.
15
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Aufbau jeder neuen Schicht (S1, S2) eines Bauteils (4) unmittelbar oberhalb der Arbeitsoberfläche (18) erfolgt.
20
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Abschluss der Formung der Bauteile (4), das heißt nach maximaler Absenkung der Plattformen (3), die Bauteile (4) mittels einer Hubvorrichtung (19), an welche die Plattformen (3) angeschlossen sind, angehoben werden.
25
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Schicht (S1, S2) eines ersten Bauteils (4) auf einer ersten Plattform (3) materialeinheitlich aufgebaut wird, während dieselbe Schicht (S1, S2) eines zweiten Bauteils (4) auf einer zweiten Plattform (3) ebenfalls in sich materialeinheitlich, jedoch mit einem vom ersten Bauteil (4) verschiedenen Material aufgebaut wird.
30
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Schicht (S1, S2) ein und desselben Bauteils (4)

materialuneinheitlich aus Materialien mit unterschiedlichem Metallgehalt aufgebaut wird.

- 5 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei den Bauteilen (4) um Komponenten von elektrochemischen Zellen (16), insbesondere von Brennstoffzellen oder Elektrolyseuren, handelt, wobei in einem gemeinsamen Verfahrensschritt, bei einheitlicher Höheneinstellung der Plattformen (3) neben Bipolarplatten (5) sich voneinander unterscheidende kathodenseitige und anodenseitige offen-poröse Gasdiffusionslagen (6) oder offen-poröse Transportlagen (6) auf den Plattformen (3) erzeugt werden.
- 10 8. Vorrichtung (1) zur additiven Herstellung von Komponenten (4, 5, 6), insbesondere elektrochemischer Zellen (16), insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, umfassend mehrere in einen gemeinsamen Maschinentisch (2) eingebaute, voneinander getrennte, gemeinsam höhenverstellbare, unter eine Arbeitsoberfläche (18) des Maschinentischs (2) absenkbare Plattformen (3), sowie mindestens einen Druckkopf (10), welcher zur schichtweisen simultanen Herstellung von jeweils einer Plattform (3) zugeordneten Komponenten (4, 5, 6) im Multimaterial-3D-Druck ausgebildet ist.
- 15 9. Vorrichtung (1) nach Anspruch 8, **gekennzeichnet durch** eine zur Absenkung der Plattformen (3) vorgesehene Hubvorrichtung (19), welche dazu ausgebildet ist, die simultan hergestellten Komponenten (4, 5, 6) so weit abzusenken, dass sie sich – zumindest mit Ausnahme der obersten Schicht (S2) – unterhalb der Arbeitsoberfläche (18) befinden.
- 20 10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese zur gleichzeitigen Verarbeitung von 3D-Druckmaterialien mit unterschiedlichem Metallgehalt ausgebildet ist und ein und derselbe Druckkopf (10) zum schichtweise Materialaufbau auf sämtlichen Plattformen (3) ausgebildet ist.
- 25 30

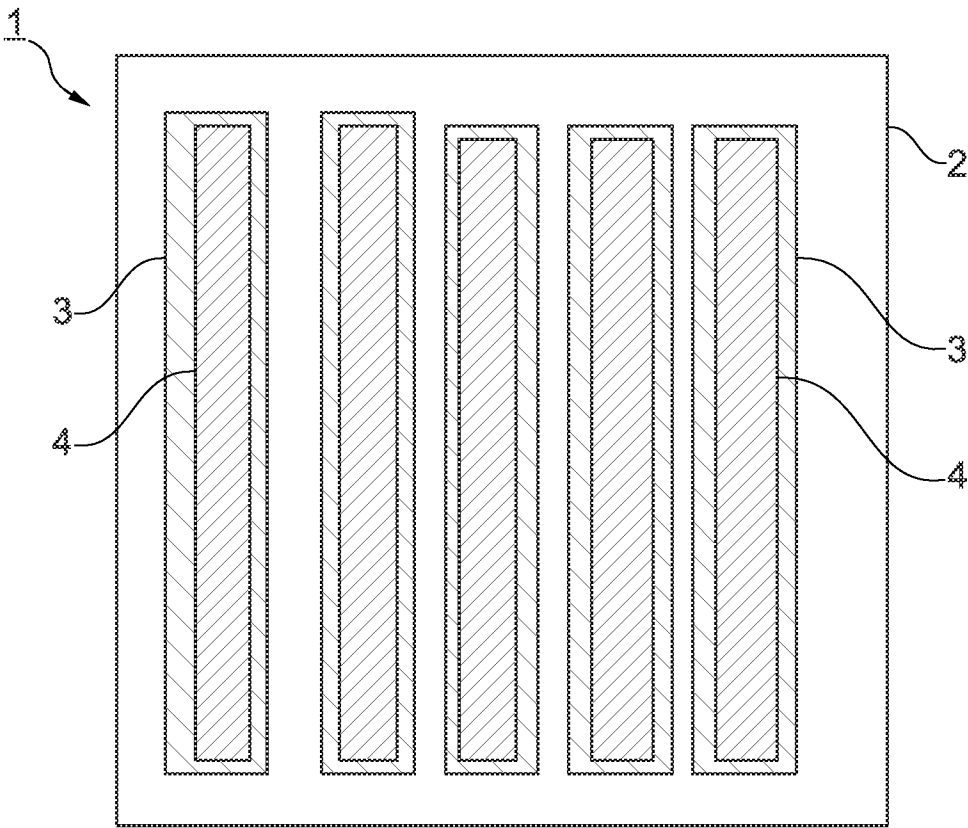


Fig. 1

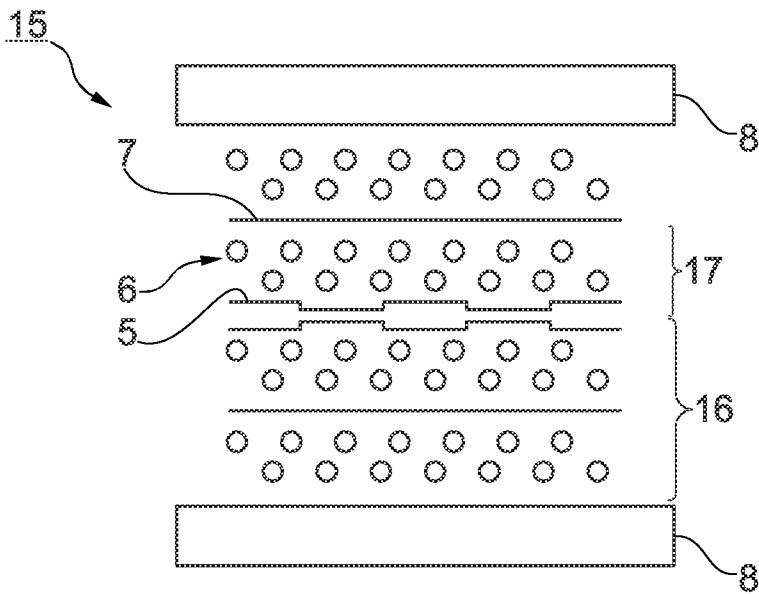


Fig. 2

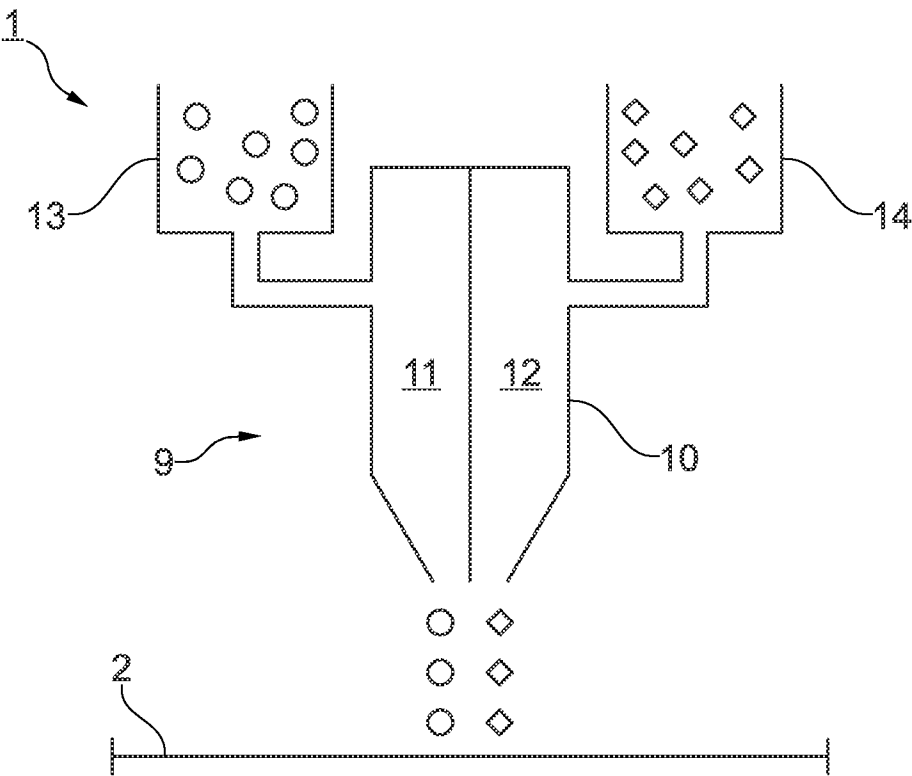


Fig. 3

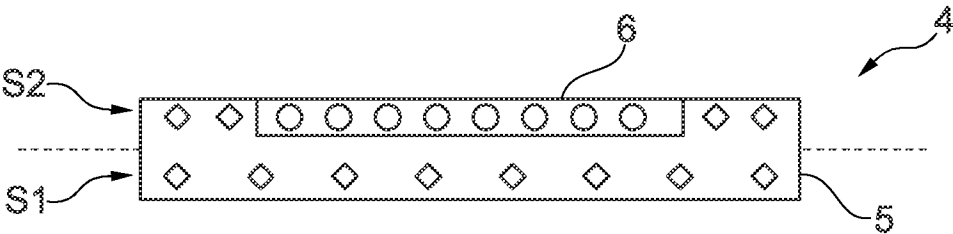


Fig. 4

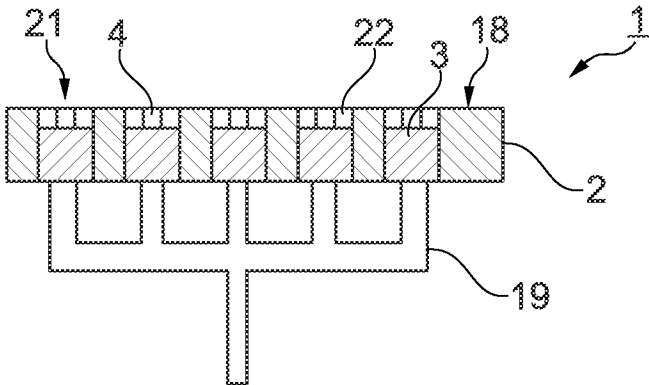


Fig. 5

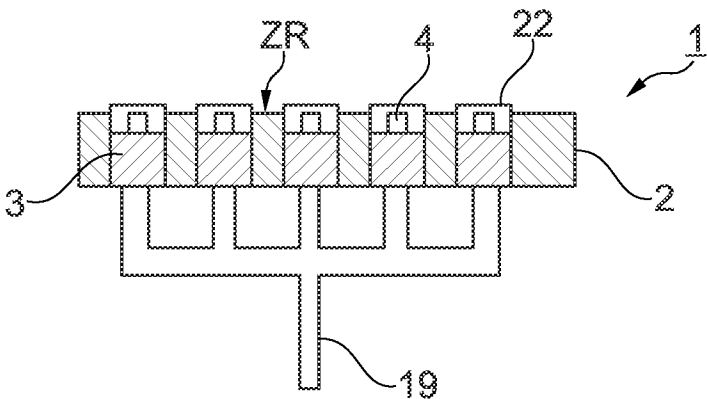


Fig. 6

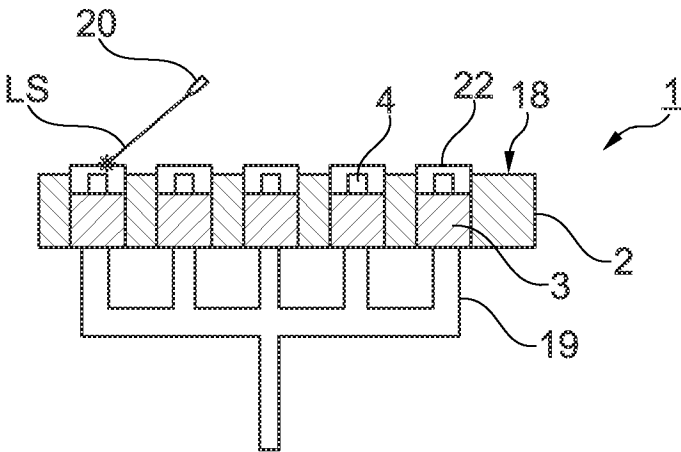


Fig. 7

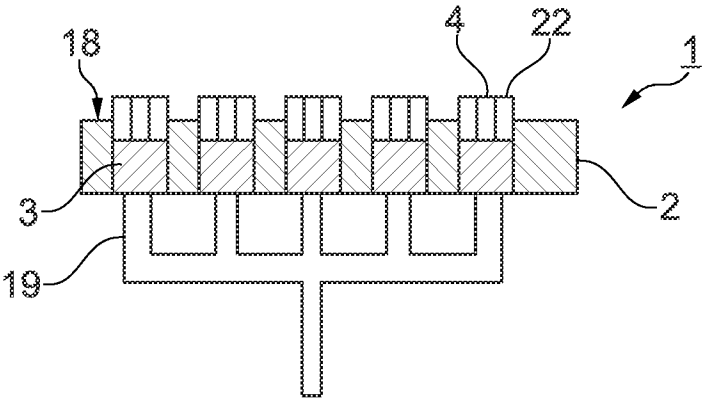


Fig. 8

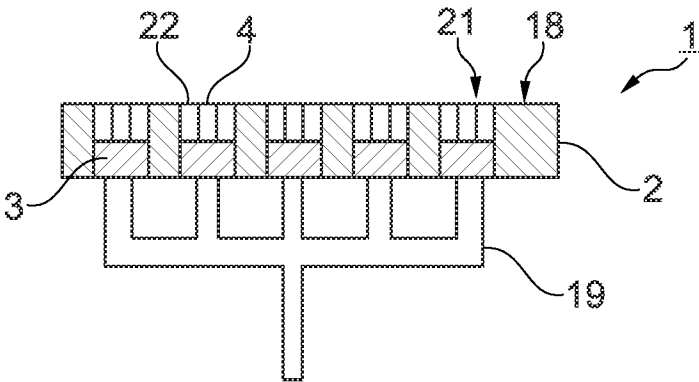


Fig. 9

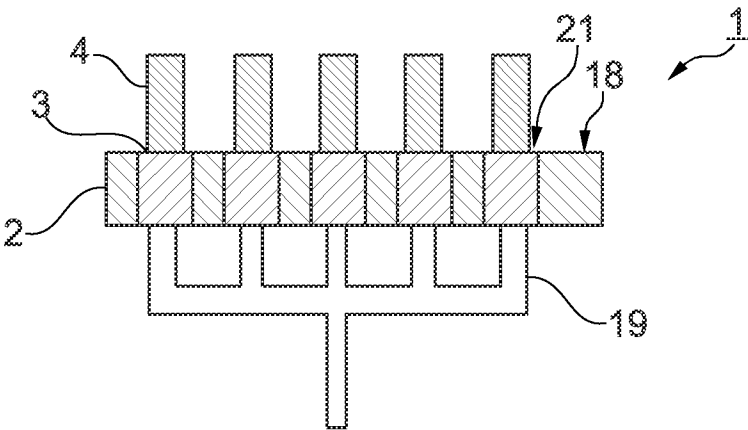


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2024/100990**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

B22F 10/28(2021.01)i; **B22F 5/00**(2006.01)i; **B22F 7/00**(2006.01)i; **B22F 7/06**(2006.01)i; **B22F 12/30**(2021.01)i;
B22F 12/55(2021.01)i; **B22F 12/58**(2021.01)i; **B33Y 10/00**(2015.01)i; **B33Y 30/00**(2015.01)i; **B33Y 80/00**(2015.01)i;
H01M 4/88(2006.01)i; **H01M 8/18**(2006.01)n; **B22F 10/43**(2021.01)n; **H01M 8/10**(2016.01)n

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)

B22F; B33Y; H01M; B29C

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	US 2019160741 A1 (WEAVER SCOTT ANDREW [US] ET AL) 30 May 2019 (2019-05-30) paragraphs [0056] - [0063] figure 6	1, 2, 5
X	US 2021206072 A1 (CHAE HYUNGMIN [US] ET AL) 08 July 2021 (2021-07-08) paragraphs [0001] and [0055] figure 5	1–10
A	WO 2017136768 A1 (GRID LOGIC INCORPORATED [US]) 10 August 2017 (2017-08-10) paragraph [0229] figure 42	1–10
A	DE 102007029052 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 02 January 2009 (2009-01-02) Claim 1 figures 2-4	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

17 March 2025

Date of mailing of the international search report

25 March 2025

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

Järvi, Tommi

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2024/100990

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2008008826 A1 (COULON NADINE [FR] ET AL) 10 January 2008 (2008-01-10) paragraphs [0075] - [0077] figure 3	1-10
A	US 2019319291 A1 (COOK CHRISTOPHER M [US] ET AL) 17 October 2019 (2019-10-17) paragraph [0080]	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/DE2024/100990

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2019160741	A1	30 May 2019	EP	3717208	A2	07 October 2020
				US	2019160741	A1	30 May 2019
				WO	2019108383	A2	06 June 2019
US	2021206072	A1	08 July 2021	CN	113071101	A	06 July 2021
				DE	102020131866	A1	08 July 2021
				US	2021206072	A1	08 July 2021
WO	2017136768	A1	10 August 2017	CN	108698160	A	23 October 2018
				EP	3411179	A1	12 December 2018
				EP	4353384	A2	17 April 2024
				US	2017216915	A1	03 August 2017
				US	2020164435	A1	28 May 2020
				US	2022379377	A1	01 December 2022
				WO	2017136768	A1	10 August 2017
DE	102007029052	A1	02 January 2009	DE	102007029052	A1	02 January 2009
				WO	2008155021	A2	24 December 2008
US	2008008826	A1	10 January 2008	CN	101088190	A	12 December 2007
				EP	1829148	A2	05 September 2007
				FR	2880199	A1	30 June 2006
				JP	5166038	B2	21 March 2013
				JP	2008525953	A	17 July 2008
				US	2008008826	A1	10 January 2008
				WO	2006070150	A2	06 July 2006
US	2019319291	A1	17 October 2019	CN	111937201	A	13 November 2020
				DE	112019001894	T5	24 December 2020
				US	2019319291	A1	17 October 2019
				WO	2019200082	A1	17 October 2019

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS
PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P231070 WO	WEITERES VORGEHEN siehe Formblatt PCT/ISA/220 sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE2024/100990	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 22 November 2024 (22-11-2024)	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 6 Dezember 2023 (06-12-2023)
Anmelder SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 4 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der Sprache beruht die internationale Recherche auf

☒ der internationalen Anmeldung in der Sprache, in der sie eingereicht wurde

☐ einer Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache, bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (Regeln 12.3 a) und 23.1 b)).

b. ☐ Dieser internationale Recherchenbericht wurde erstellt unter Berücksichtigung der Berichtigung eines offensichtlichen Fehlers, die nach Regel 91 von dieser Behörde genehmigt wurde bzw. dieser Behörde mitgeteilt wurde (Regel 43.6bis. (a)).

c. ☐ Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz siehe Feld Nr. I.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld Nr. II).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld Nr. III).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:
VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ADDITIVEN HERSTELLUNG VON MULTIMATERIALKOMPONENTEN, INSBESONDERE ELEKTROCHEMISCHER ZELLEN, AUF IN EINEN GEMEINSAMEN MASCHINENTISCH INTEGRIERTEN PLATTFORMEN

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2 in der in Feld Nr. IV angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann dieser Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Hinsichtlich der Zeichnungen

a. ist folgende Abbildung der Zeichnungen mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ wie von der Behörde ausgewählt, weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ wie von der Behörde ausgewählt, weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

b. ☐ wird keine der Abbildungen mit der Zusammenfassung veröffentlicht.

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 1) (Juli 2022)

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES					
INV.	B22F10/28	B22F5/00	B22F7/00	B22F7/06	B22F12/30
	B22F12/55	B22F12/58	B33Y10/00	B33Y30/00	B33Y80/00
	H01M4/88				
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC					
B. RECHERCHIERTE GEBIETE					
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B22F B33Y H01M B29C					
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 2019/160741 A1 (WEAVER SCOTT ANDREW [US] ET AL) 30. Mai 2019 (2019-05-30) Absätze [0056] - [0063] Abbildung 6				1,2,5

X	US 2021/206072 A1 (CHAE HYUNGMIN [US] ET AL) 8. Juli 2021 (2021-07-08) Absätze [0001], [0055] Abbildung 5				1-10

A	WO 2017/136768 A1 (GRID LOGIC INCORPORATED [US]) 10. August 2017 (2017-08-10) Absatz [0229] Abbildung 42				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 17. März 2025			Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 25/03/2025		
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 Järvi, Tommi		

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2007 029052 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 2. Januar 2009 (2009-01-02) Anspruch 1 Abbildungen 2-4 -----	1 - 10
A	US 2008/008826 A1 (COULON NADINE [FR] ET AL) 10. Januar 2008 (2008-01-10) Absätze [0075] - [0077] Abbildung 3 -----	1 - 10
A	US 2019/319291 A1 (COOK CHRISTOPHER M [US] ET AL) 17. Oktober 2019 (2019-10-17) Absatz [0080] -----	1 - 10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2024/100990

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2019160741 A1	30-05-2019	EP 3717208 A2	07-10-2020
		US 2019160741 A1	30-05-2019
		WO 2019108383 A2	06-06-2019
US 2021206072 A1	08-07-2021	CN 113071101 A	06-07-2021
		DE 102020131866 A1	08-07-2021
		US 2021206072 A1	08-07-2021
WO 2017136768 A1	10-08-2017	CN 108698160 A	23-10-2018
		EP 3411179 A1	12-12-2018
		EP 4353384 A2	17-04-2024
		US 2017216915 A1	03-08-2017
		US 2020164435 A1	28-05-2020
		US 2022379377 A1	01-12-2022
		WO 2017136768 A1	10-08-2017
DE 102007029052 A1	02-01-2009	DE 102007029052 A1	02-01-2009
		WO 2008155021 A2	24-12-2008
US 2008008826 A1	10-01-2008	CN 101088190 A	12-12-2007
		EP 1829148 A2	05-09-2007
		FR 2880199 A1	30-06-2006
		JP 5166038 B2	21-03-2013
		JP 2008525953 A	17-07-2008
		US 2008008826 A1	10-01-2008
		WO 2006070150 A2	06-07-2006
US 2019319291 A1	17-10-2019	CN 111937201 A	13-11-2020
		DE 112019001894 T5	24-12-2020
		US 2019319291 A1	17-10-2019
		WO 2019200082 A1	17-10-2019