

(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
24. Januar 2013 (24.01.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/010198 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B22F 3/02 (2006.01) B22F 5/08 (2006.01)
B22F 3/12 (2006.01) H01M 8/02 (2006.01)
B22F 5/06 (2006.01) B22F 5/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2012/000191

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. Juli 2012 (18.07.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
GM 412/2011 21. Juli 2011 (21.07.2011) AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **PLANSEE SE** [AT/AT]; A-6600 Reutte (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BRANDNER, Marco**
[DE/DE]; Sonnenbichl 18, 87466 Oy-Mittelberg (DE).
HIRSCH, Oliver [AT/AT]; Dekan Zobl Str. 3a, A-6600
Reutte (AT). **KRAUSSLER, Wolfgang** [AT/AT];
Kerleshof 9, A-6671 Weissenbach (AT). **LEITER,**
Thomas [AT/AT]; Weidenstr. 8, A-6600 Reutte (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MOLDED PART

(54) Bezeichnung : FORMTEIL

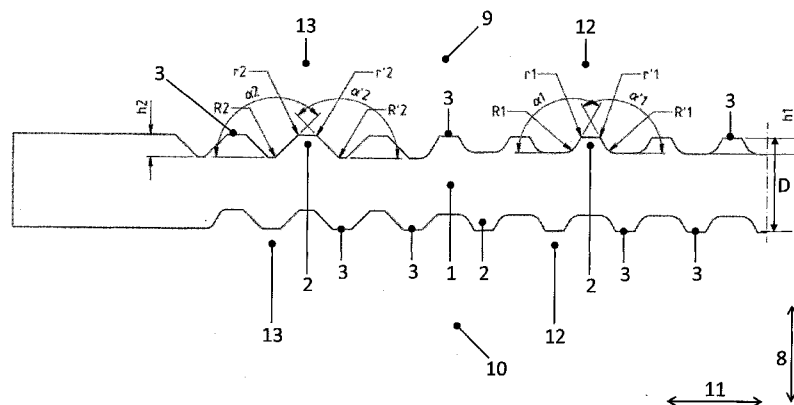


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a powder metallurgical molded part having a disk- or plate-shaped main part (1) and a plurality of knob- and/or ridge-shaped elevations (2) which are adjacent to one another in a row direction (11) and thus form a row and which have a height (h1, h2) perpendicular to the base plane of the main part (1), each elevation having a cross-section with two lateral flanks. The lateral flanks lead from an elevation (2) end contour (3), which is arranged externally in the height direction (8), into curved sections with a curve radius via rounded corner sections. The curve radius transitions into the surface contour (7) of the main part (1), and a straight flank section of the lateral flank or a lateral flank tangent that lies at the point where the rounded corner section transitions into the curved section is arranged at an inclination angle ($\alpha_1, \alpha_1'; \alpha_2, \alpha_2'$) relative to the main plane of the main part (1). At least two different inclination angles ($\alpha_1, \alpha_1'; \alpha_2, \alpha_2'$) are present on the same face (9, 10) of the main part (1), the at least two different inclination angles ($\alpha_1, \alpha_1'; \alpha_2, \alpha_2'$) representing at least one first geometry (h1, r1, r1', R1, R1', α_1, α_1') and a second geometry (h2, r2, r2', R2, R2', α_2, α_2').

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/010198 A1

**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)

Die Erfindung betrifft ein pulvermetallurgisches Formteil, aufweisend einen Scheiben- oder plattenartigen Grundkörper (1) und eine Vielzahl von in einer Reihenrichtung (11) aneinander gereihte und hierdurch eine Reihe bildende noppen- und/oder stegförmige Erhebungen (2) mit einer Höhe (h_1 , h_2) senkrecht zur Grundebene des Grundkörpers (1) und mit im Querschnitt jeweils zwei Seitenflanken, welche von einer in Höhenrichtung (8) äußeren Endkontur (3) der Erhebung (2) über Eckenrundungen in kurvenförmige Abschnitte mit einem Kurvenradius münden, wobei der Kurvenradius in die Oberflächenkontur (7) des Grundkörpers (1) übergeht und wobei ein gerader Flankenabschnitt der Seitenflanke oder eine im Punkt des Übergangs von der Eckenrundung in den kurvenförmigen Abschnitt liegende Tangente der Seitenflanke in einem Neigungswinkel (α_1 , α_1' ; α_2 , α_2') zur Grundebene des Grundkörpers (1) angeordnet ist. An derselben Seite (9, 10) des Grundkörpers (1) sind mindestens zwei unterschiedliche Neigungswinkel (α_1 , α_1' ; α_2 , α_2') vorhanden, wobei die mindestens zwei unterschiedlichen Neigungswinkel (α_1 , α_1' ; α_2 , α_2') mindestens eine erste Geometrie (h_1 , r_1 , r_1' , R_1 , R_1' , α_1 , α_1') und eine zweite Geometrie (h_2 , r_2 , r_2' , R_2 , R_2' , α_2 , α_2') repräsentieren.

FORMTEIL

Die Erfindung betrifft ein Formteil mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Patentanspruches 1.

5

Aus EP 2 337 130 A1 ist ein derartiges Formteil bekannt. Es ist beispielsweise als ein Interkonnektor bzw. eine Endplatte für einen Brennstoffzellenstapel ausgebildet. Solche Interkonnektoren bzw. Endplatten haben eine Funktion als Stromsammler und müssen gleichzeitig eine sichere Trennung der

10 Reaktionsgase zwischen Anoden- und Kathodenseite benachbarter Brennstoffzellen und die Führung dieser Reaktionsgase gewährleisten. Zu diesem Zweck werden Interkonnektoren und Endplatten als metallische Platten oder Scheiben mit noppen- und/oder stegförmigen Erhebungen ausgebildet. Diese Erhebungen sind bei Endplatten üblicherweise einseitig und bei

15 Interkonnektoren auf beiden gegenüberliegenden Seiten des Grundkörpers ausgeführt. Die erhabenen Strukturen sind elektrische Kontaktbereiche zur elektrochemisch aktiven Brennstoffzelle hin. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen noppen- und/oder stegförmigen Erhebungen dienen der Führung der Reaktionsgase. Der Interkonnektor bzw. die Endplatte muss eine hohe

20 Dichtigkeit aufweisen, um die zuverlässige Trennung der Reaktionsgase zwischen Anoden- und Kathodenseite benachbarter Brennstoffzellen zu gewährleisten.

Die Herstellung der Endform derartiger Interkonnektoren und Endplatten durch

25 spanabhebende Bearbeitung aus Halbzeug ist sehr kostenintensiv. Alternativ können die Formteile pulvermetallurgisch gefertigt werden, wobei pulverförmige Ausgangsmaterialien möglichst in die Endform gepresst und anschließend gesintert werden.

30 Bei der geometrischen Auslegung der Querschnitte (d.h. die Zwischenräume zwischen aneinander gereihten Erhebungen) für die Gasführung wären an sich rechteckige Querschnitte optimal, da sie einen guten Kompromiss im Hinblick auf maximale Kontaktierungsfläche bei gleichzeitig ausreichend großem Querschnitt für die Gasführung bilden. Derartige Formen sind jedoch auf

pulvermetallurgischem Wege praktisch nicht herstellbar, so dass sich in der Praxis trapezförmige Querschnitte mit geraden, geneigten Flanken durchgesetzt haben. Diese Flanken sind bei der pulvermetallurgischen Herstellung üblicherweise mittels kleiner Übergangsradien einerseits mit einer in Höhenrichtung äußeren Endkontur der Erhebung (Eckenradius) und andererseits mit der Oberflächenkontur des Grundkörpers (Kurvenradius) verbunden, wobei ein gerader Flankenabschnitt der Flanke oder eine im Punkt des Übergangs beider Übergangsradien derselben Flanke liegende Tangente in einem Neigungswinkel zur Grundebene des Grundkörpers angeordnet ist.

10

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Formteil für eine fertigungstechnisch einfache und prozesssichere Herstellung anzupassen.

15

Diese Aufgabe wird durch die Merkmalskombination des unabhängigen Patentanspruches 1 gelöst.

20

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass mindestens zwei unterschiedliche Neigungswinkel an derselben Seite des Grundkörpers vorhanden sind, wobei unterschiedliche Neigungswinkel auch unterschiedliche Geometrien der jeweils zugeordneten Erhebungen repräsentieren. Auf diese Weise sind mindestens eine erste Geometrie und eine zweite Geometrie vorhanden. Auf überraschende Weise wurde erkannt, dass eine Kombination von mindestens zwei unterschiedlichen Neigungswinkeln auf einer Seite des Grundkörpers von Fertigungswerkzeugen bzw. Presswerkzeugen vorteilhaft

25

genutzt werden kann, um einerseits die geforderte hohe Materialdichte mit einem geringen Dichtegradienten, also eine große Homogenität, des fertigen Formteiles für die zuverlässige Gastrennung zu erreichen und andererseits eine prozesssichere und störungsfreie Entformung des Bauteils zu erzielen.

30

Hierdurch lässt sich eine zuverlässige Gastrennung durch das Formteil erzielen bei gleichzeitig begrenzter Komplexität des Fertigungswerkzeuges. Dies gilt insbesondere für die pulvermetallurgische Herstellung mittels Pressen und Sintern. Hierdurch ergibt sich auch die Möglichkeit, bei der pulvermetallurgischen Herstellung ein kostengünstiges einstufiges Pressverfahren anzuwenden, um die hohe und gleichmäßige Dichte des

Formteiles bereits mit einem einzigen Pressvorgang zu erzielen. Dies ist herkömmlich bei Formteilen vielfach nicht möglich, insbesondere wenn es sich um Interkonnektoren und Endplatten handelt, die bei oxidkeramischen Hochtemperaturbrennstoffzellenstapeln (solid oxide fuel cell bzw. SOFC) zum Einsatz kommen und vielfach Legierungen mit hohen Chromanteilen als Werkstoff enthalten. Derartige Legierungen sind aber bei niedrigen Temperaturen äußerst spröde und können nur sehr schwer verpresst werden oder müssen über ein kostenaufwändiges, mehrstufiges Pressverfahren bearbeitet werden.

10

Unterschiedliche Neigungswinkel bieten die Möglichkeit, das Presswerkzeug für die pulvermetallurgische Herstellung geometrisch derart anzupassen, dass ein verbessertes Entformen des Presslings aus dem Presswerkzeug ohne störende Reibungskräfte zwischen den Oberflächen des Presslings, insbesondere seiner Erhebungen, und dem Presswerkzeug selbst erzielt wird. Relativbewegungen zwischen der Negativform des Fertigungswerkzeuges und dem zu pressenden Formteil bleiben fertigungstechnisch vorteilhaft ohne Einfluss auf die definierte Endgeometrie und mechanische Integrität des Bauteils, wobei die Pressdichte sowie der Pressdichtegradient des Formteiles weiterhin in ausreichendem Maß bereitgestellt sind. Die unterschiedlichen Neigungswinkel tragen somit zu einem qualitativ besonders hochwertigen Formteil bei. Die Positionierung der Erhebungen mit unterschiedlichen Geometrien kann in Reihenrichtung abhängig vom verwendeten Fertigungswerkzeug, insbesondere Presswerkzeug oder Pressstempel, individuell definiert werden. Die Anzahl fehlerhafter Formteile ist reduziert. Demgegenüber ist die Berücksichtigung unterschiedlicher definierter Geometrien an dem Fertigungswerkzeug verhältnismäßig kostengünstig realisierbar.

25

Das Entformen zwischen Pressling und Presswerkzeug kann in vielen Anwendungsfällen zusätzlich verbessert werden, wenn der Neigungswinkel der zweiten Geometrie größer ist als der Neigungswinkel der ersten Geometrie.

30

Die erste Geometrie ist vorzugsweise durch mindestens einen der folgenden physikalischen Parameter und dessen Werte repräsentiert:

- Der Neigungswinkel α_1 , α_1' liegt im Bereich von 95° bis 135° , insbesondere 95° bis 120° und weiter bevorzugt 95° bis 110° .
 - Der Kurvenradius R_1 , R_1' liegt im Bereich von 0,15 bis 1 mm, insbesondere 0,3 bis 1 mm.
- 5 - Das Verhältnis des Kurvenradius R_1 , R_1' zur Höhe h ($R : h$) liegt in einem Bereich von 0,25 bis 1, insbesondere 0,5 bis 1, weiter bevorzugt 0,7 bis 1.

10 Abgesehen von unterschiedlichen Neigungswinkeln können die bereitgestellten unterschiedlichen Geometrien auch unterschiedliche Kurvenradien und/oder unterschiedliche Höhen für eine oder mehrere Erhebungen aufweisen. Vorzugsweise sind die Eckenrundungen zwischen äußerer Endkontur der Erhebung und der Seitenflanke mit einem Eckenradius r ausgestattet. In diesem Fall besteht eine weitere Möglichkeit zur Bereitstellung unterschiedlicher

15 Geometrien darin, unterschiedliche Eckenradien r zu definieren.

Die Ansprüche 3 bis 5 schlagen geeignete Neigungswinkel vor, welche die Realisierung der geforderten Dichte und Homogenität des Formteiles zusätzlich unterstützen. Bei verhältnismäßig großen Neigungswinkeln weist die Erhebung

20 relativ flache Seitenflanken auf. Die hierdurch möglicherweise bedingte Verkleinerung des Kanalquerschnittes zwischen zwei unmittelbar benachbarten Erhebungen zur Gasführung kann durch eine entsprechend abgewandelte Dimensionierung anderer Parameter der Geometrie, insbesondere der Höhe und/oder des Eckenradius und/oder des Kurvenradius ausgeglichen werden.

25 Gemäß den Ansprüchen 6 und 7 ist mindestens eine Erhebung im Querschnitt asymmetrisch ausgebildet. Hierdurch werden etwaige Scherbelastungen durch Relativbewegungen zwischen Presswerkzeug und dem Pressling (also dem zu formenden Formteil) z.B. beim Entformen vermieden. Somit wird die geforderte

30 Gasdichtheit über die gesamte Querschnittsfläche des Grundkörpers hinweg zusätzlich unterstützt.

Vorzugsweise weisen mindestens 50%, insbesondere mindestens 70%, der Gesamtzahl der in Reihenrichtung aneinandergereihten Erhebungen einer Seite

des Grundkörpers eine erste Geometrie auf (Ansprüche 8 und 9). Abhängig von dem verwendeten Presswerkzeug und/oder der Größe des Grundkörpers in seiner Grundebene können bereits einzelne Erhebungen mit einer zweiten Geometrie ausreichend sein, um zuverlässig eine gleichmäßige Pressdichte für
5 alle Erhebungen zu erzielen und gleichzeitig eine gute Entformbarkeit zu gewährleisten.

Die Ansprüche 10 und 11 schlagen entlang der Reihenrichtung mehrere unmittelbar benachbarte Erhebungen mit derselben Geometrie vor. Hierdurch
10 kann das Presswerkzeug gezielt an unterschiedliche Segmente des Grundkörpers angepasst werden, um störende Einflüsse während des Pressens und Entformens zu vermeiden.

Vorzugsweise ist die zweite Geometrie an mindestens einer Erhebung realisiert,
15 die in einem äußeren Abschnitt der Erhebungs-Reihe einer Seite des Grundkörpers angeordnet ist (Anspruch 12). Dies unterstützt eine kostengünstige Herstellung von Formteilen mit größerem Platten- oder Scheibenquerschnitt in der Grundebene des Grundkörpers, wenn die geforderte hohe Dichte mit geringem Dichtegradienten vor allem bei längeren Erhebungs-
20 Reihen in äußeren Abschnitten der Reihenrichtung sichergestellt werden soll.

Die Ansprüche 13 bis 15 schlagen bevorzugte Maßnahmen und Bereiche für die Ausbildung der Geometrie-Parameter Höhe und Kurvenradius vor. Hierdurch kann der durch größere Neigungswinkel und somit flachere
25 Seitenflanken zunächst reduzierte Kanalquerschnitt im Bereich der zweiten Geometrie zumindest wieder soweit ausgeglichen werden, dass er zumindest dem Kanalquerschnitt im Bereich der ersten Geometrie entspricht. Trotz der geometrischen Veränderung des Formteiles gegenüber herkömmlichen Bauteilen wird deshalb die Gasführungs-Leistungsfähigkeit aufrechterhalten,
30 wenn das Formteil z.B. bei einer Brennstoffzelle eingesetzt wird.

Anspruch 16 schlägt bevorzugte Anwendungsmöglichkeiten des erfindungsgemäßen Formteiles vor. Sowohl beim Interkonnektor als auch bei der Endplatte handelt es sich um sogenannte Stromsammler. Der

Interkonnektor ist üblicherweise zwischen zwei Zellen eines Zellenstapels angeordnet, während die Endplatte an einem Ende des Zellenstapels angeordnet ist. Mindestens eine der beiden Grundkörperseiten (anodenseitig und/oder kathodenseitig) des Formteiles weist eine Erhebungs-Reihe mit

5 mindestens zwei unterschiedlichen Geometrien auf. Die mittels der unterschiedlichen Geometrien fertigungstechnisch einfach sichergestellte Gasdichtheit des Interkonnektors bzw. der Endplatte verbessert auf kostengünstige Weise das Langzeitverhalten und die Leistungsfähigkeit des Zellenstapels. Bei der elektrochemischen Zelle handelt es sich insbesondere

10 um eine Festelektrolyt-Brennstoffzelle – auch SOFC (Solid Oxid Fuel Cell) genannt – oder um eine Zelle für Elektrolyseanwendungen, insbesondere Hochtemperaturelektrolyse.

Die Erfindung wird anhand der in den Zeichnungen dargestellten

15 Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1: eine maßstäblich vergrößerte, schematische und geschnittene Seitenansicht eines Ausschnittes eines vorbekannten Interkonnektors,
- 20 Fig. 2: eine maßstäblich vergrößerte, schematische und geschnittene Seitenansicht eines Ausschnittes eines erfindungsgemäßen Interkonnektors,
- Fig. 3: eine rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines Querschliffes eines erfindungsgemäßen Interkonnektors,
- 25 Fig. 4: eine maßstäblich vergrößerte, schematische und geschnittene Seitenansicht eines Ausschnittes einer erfindungsgemäßen Endplatte.

Fig. 1 zeigt schematisch in vergrößertem Maßstab einen Ausschnitt eines aus

30 EP 2 337 130 A1 bekannten Interkonnektors für einen Brennstoffzellenstapel im Schnitt. Der Interkonnektor weist einen plattenförmigen Grundkörper 1 auf mit Erhebungen 2 auf beiden in Höhenrichtung 8 gegenüberliegenden Seiten des Grundkörpers 1. Die im Schnitt trapezförmigen Erhebungen 2 mit der Höhe h , welche über die Gesamterstreckung des Interkonnektors noppenförmig,

durchgehend stegförmig, oder auch segmentiert stegförmig ausgebildet sein können, bilden durch ihre kanalartigen Zwischenräume zwischen jeweils zwei unmittelbar benachbarten Erhebungen 2 die Kanäle für die Gasführung des Interkonnektors. Die in Höhenrichtung 8 äußere Endkontur 3 jeder Erhebung 2 geht über eine Eckenrundung 4 bzw. 4' mit einem Eckenradius r bzw. r' in geneigte Seitenflanken mit einem geraden Flankenabschnitt 5 bzw. 5' über. Die geraden Abschnitte 5 bzw. 5' gehen dann in kurvenförmige Abschnitte 6 bzw. 6' mit einem Kurvenradius R bzw. R' über. Diese wiederum gehen dann übergangslos in die Oberflächenkontur 7 bzw. 7' des Grundkörpers 1 über. In Höhenrichtung 8 gegenüberliegende Endkonturen 3 begrenzen eine Dicke D des Interkonnektors. Die geneigten Seitenflächen schließen einen Winkel α bzw. α' mit der Oberflächenkontur 7 bzw. 7' des Grundkörpers 1 ein. Ebenso wäre es denkbar, dass bei kurvenförmigen Abschnitten 6 bzw. 6' mit sehr großen Radien R bzw. R' und kleinen Höhenabmessungen h der Erhebungen 2, die Eckenrundungen 4 bzw. 4' direkt ohne die dazwischen liegenden geraden Flankenabschnitte 5 bzw. 5' in die kurvenförmigen Abschnitte 6 bzw. 6' münden. In diesem Fall schließt die Tangente im Übergang von der Eckenrundungen 4 bzw. 4' in den kurvenförmigen Abschnitt 6 bzw. 6' den Neigungswinkel α bzw. α' mit der Oberflächenkontur 7' bzw. 7 des Grundkörpers 1 ein.

Bei dem ausschnittsweise im Querschnitt schematisch dargestellten Interkonnektor gemäß Fig. 2 sind an einer ersten Seite 9 und an einer in Höhenrichtung 8 gegenüberliegenden zweiten Seite 10 des Grundkörpers 1 jeweils eine Mehrzahl von Erhebungen 2 angeordnet. Sie sind in parallel zur Grundebene des Grundkörpers 1 verlaufender Reihenrichtung 11 aneinandergereiht. Erhebungen 2 mit einer ersten Geometrie sind in einem zentralen Abschnitt 12 der Erhebungs-Reihe angeordnet, während in einem vom Zentrum der Erhebungs-Reihe abgewandten äußeren Abschnitt 13 mehrere Erhebungen 2 mit einer zweiten Geometrie ausgebildet sind. Prinzipiell zwei unterschiedliche Geometrien sind an jeder Seite 9, 10 des Grundkörpers 1 realisiert, wobei die erste Geometrie auf beiden Seiten 9, 10 und/oder die zweite Geometrie auf beiden Seiten 9, 10 jeweils nicht identisch sein müssen.

Alternativ kann auch nur eine Seite 9 oder 10 des Interkonnektors neben der ersten Geometrie eine zweite Geometrie aufweisen.

- 5 In Fig. 2 wurden gegenüber Fig. 1 die Bezugszeichen 4, 4', 5, 5', 6, 6', 7, 7' lediglich der zeichnerischen Einfachheit halber weggelassen, auch wenn die konstruktive Ausgestaltung der Erhebungen 2 gemäß Fig. 2 prinzipiell die Merkmale dieser weggelassenen Bezugszeichen gemäß Fig. 1 aufweist bzw. aufweisen kann.
- 10 In Fig. 2 beträgt der Neigungswinkel α_1 bzw. α_1' der ersten Geometrie 120° . Der Neigungswinkel α_2 bzw. α_2' der zweiten Geometrie im äußeren Abschnitt 13 beträgt 135° . Die beiden Seitenflanken 5 derselben Erhebung 2 weisen vorzugsweise in einem äußeren Abschnitt 13 Neigungswinkel α_2 bzw. α_2' auf, die unterschiedlich sind, wobei dann insbesondere der dem Zentrum der
- 15 Erhebungs-Reihe bzw. dem zentralen Abschnitt 12 zugewandte Neigungswinkel α_2' kleiner ist als der einem Ende der Erhebungs-Reihe bzw. einem äußeren Abschnitt 13 zugewandte Neigungswinkel α_2 .

- 20 Die äußeren Endkonturen 3 der Erhebungen 2 liegen bei beiden Erhebungs-Reihen jeweils in einer Ebene, welche parallel zur Grundebene des Grundkörpers 1 verläuft. Gleichzeitig ist die Höhe h_1 der Erhebungen 2 im zentralen Abschnitt 12 kleiner als die Höhe h_2 in dem äußeren Abschnitt 13. Mit anderen Worten sind die entsprechenden Oberflächenkonturen 7 des Grundkörpers 1 im Bereich des äußeren Abschnittes 13 einerseits und im
- 25 Bereich des zentralen Abschnittes 12 andererseits in Höhenrichtung 8 versetzt angeordnet.

- Es wurden Formteile als Interkonnektoren pulvermetallurgisch hergestellt. Mittels eines Presswerkzeugs wurden die Bauteile derart gepresst, dass
- 30 zumindest ein zentraler Abschnitt der beiden in Höhenrichtung 8 gegenüberliegenden Erhebungs-Reihen eine erste Geometrie aufwies. Während eine Erhebungs-Reihe einer Zellen-Kathode zugeordnet ist, ist die zweite Erhebungs-Reihe einer Zellen-Anode zugeordnet. An den beiden äußeren Abschnitten 13 jeder Erhebungs-Reihe waren drei Erhebungen 2 mit

einer zweiten Geometrie vorhanden. 88% der Gesamtanzahl der Erhebungen 2 wiesen die erste Geometrie auf. Die wichtigsten geometrischen Parameter dieser Interkonnektoren sind nachfolgend wiedergegeben.

- 5 Kathodenseitig wurden für die Erhebungen 2 folgende Geometrien realisiert:

Parameter	Erhebungen mit erster Geometrie	Erhebungen mit zweiter Geometrie
Neigungswinkel α	110°	140°
Höhe h	0,4 mm	0,7 mm
Kurvenradius R	0,35 mm	0,05 mm
Verhältnis R : h	0,875	0,071
Eckenradius r	0,05	0,05

Anodenseitig wurden für die Erhebungen 2 folgende Geometrien realisiert:

Parameter	Erhebungen mit erster Geometrie	Erhebungen mit zweiter Geometrie
Neigungswinkel α	110°	140°
Höhe h	0,4 mm	0,6 mm
Kurvenradius R	0,35 mm	0,05 mm
Verhältnis R : h	0,875	0,083
Eckenradius r	0,05	0,05

Derart ausgebildete Interkonnektoren zeigten einen hohen Grad an

- 10 Homogenität der Materialdichte, d.h. einen geringen Dichtegradienten, über sämtliche Erhebungen entlang einer Erhebungs-Reihe hinweg, so dass bei der Herstellung vorteilhaft ein einstufiges Pressverfahren ausreichend ist.

Ein Beispiel für einen pulvermetallurgisch hergestellten Interkonnektor ist Fig. 3
 15 entnehmbar. Die beiden unterschiedlichen Geometrien der Erhebungen 2 in einem äußeren Abschnitt 13 und einem zentralen Abschnitt 12 der Erhebungs-Reihe sind gut erkennbar.

Zur Herstellung der Formteile mit den vorgenannten beiden Geometrien wurde

- 20 z.B. ein Pulveransatz bestehend aus 95 Gew.-% Cr-Pulver und 5 Gew.-% einer

FeY-Vorlegierung (Legierung mit 0,5 Gew.-% Y) verwendet. Diesem Pulveransatz wurde 1 Gew.-% Presshilfsmittel (Wachs) hinzugegeben. Danach wurde dieser Pulveransatz in einem Taumelmischer 15 Minuten gemischt. Ein Presswerkzeug wurde mit einem Pressstempel entsprechend der

5 vorbeschriebenen unterschiedlichen Geometrien ausgestattet. Das gepresste Pulver, also der Pressling wurde bei 1100°C für 20 Minuten unter Wasserstoffatmosphäre in einem Bandofen zum Zweck der Entwachsung vorgesintert. Danach erfolgte ein Hochtemperatur-Sintern des Bauteiles bei

10 1400°C für 7 Stunden unter Wasserstoffatmosphäre zum Zweck einer weiteren Verdichtung und Legierungsbildung. Daraufhin erfolgte eine Voroxidation des Bauteils bei 950°C für eine Zeitdauer von 10 bis 30 Stunden, um eventuell vorhandene Restporosität soweit zu verschließen, dass die Permeabilität des Materials ausreichend niedrig ist. Anschließend wurden die Oberflächen des Bauteils durch einen allseitigen Sandstrahlprozess von der Oxidschicht befreit.

15

Fig. 4 zeigt schematisch in vergrößertem Maßstab den Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Endplatte für einen Brennstoffzellenstapel im Schnitt. Die Erhebungen (2) sind prinzipiell genauso wie beim Interkonnektor nach Fig. 2 ausgeführt, im Unterschied zu Fig. 3 jedoch nur auf einer Seite 10 des

20 Grundkörpers in Höhenrichtung 8 betrachtet.

Patentansprüche

1. Pulvermetallurgisches Formteil, aufweisend einen scheiben- oder plattenartigen Grundkörper (1) und eine Vielzahl von in einer Reihenrichtung (11) aneinander gereihte und hierdurch eine Reihe bildende noppen- und/oder stegförmige Erhebungen (2) mit einer Höhe (h_1 , h_2) senkrecht zur Grundebene des Grundkörpers (1) und mit im Querschnitt jeweils zwei Seitenflanken, welche von einer in Höhenrichtung (8) äußeren Endkontur (3) der Erhebung (2) über Eckenrundungen (4, 4') in kurvenförmige Abschnitte (6, 6') mit einem Kurvenradius (R , R') münden, wobei der Kurvenradius (R , R') in die Oberflächenkontur (7) des Grundkörpers (1) übergeht, wobei
- ein gerader Flankenabschnitt (5) der Seitenflanke oder
 - eine im Punkt des Übergangs von der Eckenrundung (4) in den kurvenförmigen Abschnitt (6) liegende Tangente der Seitenflanke
- in einem Neigungswinkel (α_1 , α_1') zur Grundebene des Grundkörpers (1) angeordnet ist und wobei Erhebungen (2) an mindestens einer Seite (9, 10) der beiden in Höhenrichtung (8) gegenüberliegenden Seiten (9, 10) des Grundkörpers (1) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass
- mindestens zwei unterschiedliche Neigungswinkel (α_1 , α_1' ; α_2 , α_2') an derselben Seite (9, 10) des Grundkörpers (1) vorhanden sind, wobei die mindestens zwei unterschiedlichen Neigungswinkel (α_1 , α_1' ; α_2 , α_2') mindestens eine erste Geometrie (h_1 , r_1 , r_1' , R_1 , R_1' , α_1 , α_1') und eine zweite Geometrie (h_2 , r_2 , r_2' , R_2 , R_2' , α_2 , α_2') repräsentieren.
2. Formteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Neigungswinkel (α_2 , α_2') der zweiten Geometrie (h_2 , r_2 , r_2' , R_2 , R_2' , α_2 , α_2') größer ist als der Neigungswinkel (α_1 , α_1') der ersten Geometrie (h_1 , r_1 , r_1' , R_1 , R_1' , α_1 , α_1').

3. Formteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
der Neigungswinkel (α_1 , α_1') der ersten Geometrie (h_1 , r_1 , r_1' , R_1 , R_1' , α_1 , α_1') in einem Bereich von 95° bis 135° liegt.

5

4. Formteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
der Neigungswinkel (α_2 , α_2') der zweiten Geometrie (h_2 , r_2 , r_2' , R_2 , R_2' , α_2 , α_2') in einem Bereich von 135° bis 150° liegt.

10

5. Formteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
Seitenflanken benachbarter Erhebungen (2) unterschiedliche Neigungswinkel (α_1 , α_1' ; α_2 , α_2') aufweisen.

15

6. Formteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
die beiden Seitenflanken derselben Erhebung (2) unterschiedliche Neigungswinkel (α_1 , α_1' ; α_2 , α_2') aufweisen.

20

7. Formteil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass
die in Reihenrichtung (11) einem Ende (13) der Erhebungs-Reihe zugewandte Seitenflanke einen größeren Neigungswinkel (α_2) aufweist als die dem Zentrum (12) der Erhebungs-Reihe zugewandte Seitenflanke.

25

8. Formteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
höchstens 50% der Gesamtanzahl der Erhebungen (2) die zweite Geometrie (h_2 , r_2 , r_2' , R_2 , R_2' , α_2 , α_2') aufweisen.

30

9. Formteil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass
höchstens 30% der Gesamtanzahl der Erhebungen (2) die zweite Geometrie (h_2 , r_2 , r_2' , R_2 , R_2' , α_2 , α_2') aufweisen.

10. Formteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Geometrie ($h_1, r_1, r_1', R_1, R_1', \alpha_1, \alpha_1'$) und/oder die zweite Geometrie ($h_2, r_2, r_2', R_2, R_2', \alpha_2, \alpha_2'$) entlang der Reihenrichtung (11) der Erhebungs-Reihe an mehreren unmittelbar benachbarten Erhebungen (2) vorhanden ist.
11. Formteil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass
die unmittelbar benachbarten Erhebungen (2) der ersten Geometrie ($h_1, r_1, r_1', R_1, R_1', \alpha_1, \alpha_1'$) in einem zentralen Abschnitt (12) der Erhebungs-Reihe angeordnet sind.
12. Formteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
ein vom Zentrum der Erhebungs-Reihe abgewandter äußerer Abschnitt (13) der Erhebungs-Reihe mindestens eine Erhebung (2) mit der zweiten Geometrie ($h_2, r_2, r_2', R_2, R_2', \alpha_2, \alpha_2'$) aufweist.
13. Formteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
die Erhebung (2) der ersten Geometrie ($h_1, r_1, r_1', R_1, R_1', \alpha_1, \alpha_1'$) eine Höhe (h_1) aufweist, welche kleiner ist als die Höhe (h_2) einer Erhebung (2) der zweiten Geometrie ($h_2, r_2, r_2', R_2, R_2', \alpha_2, \alpha_2'$).
14. Formteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
der Kurvenradius (R_2, R_2') einer Erhebung (2) der zweiten Geometrie ($h_2, r_2, r_2', R_2, R_2', \alpha_2, \alpha_2'$) kleiner als 0,15 mm ist.
15. Formteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
das Verhältnis von Kurvenradius (R_2, R_2') zur Höhe (h_2) $R : h$ einer Erhebung (2) der zweiten Geometrie ($h_2, r_2, r_2', R_2, R_2', \alpha_2, \alpha_2'$) kleiner als 0,25 ist.

16. Formteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Formteil ein Interkonnektor oder eine Endplatte zur elektrischen
5 Verbindung elektrochemischer Zellen ist.

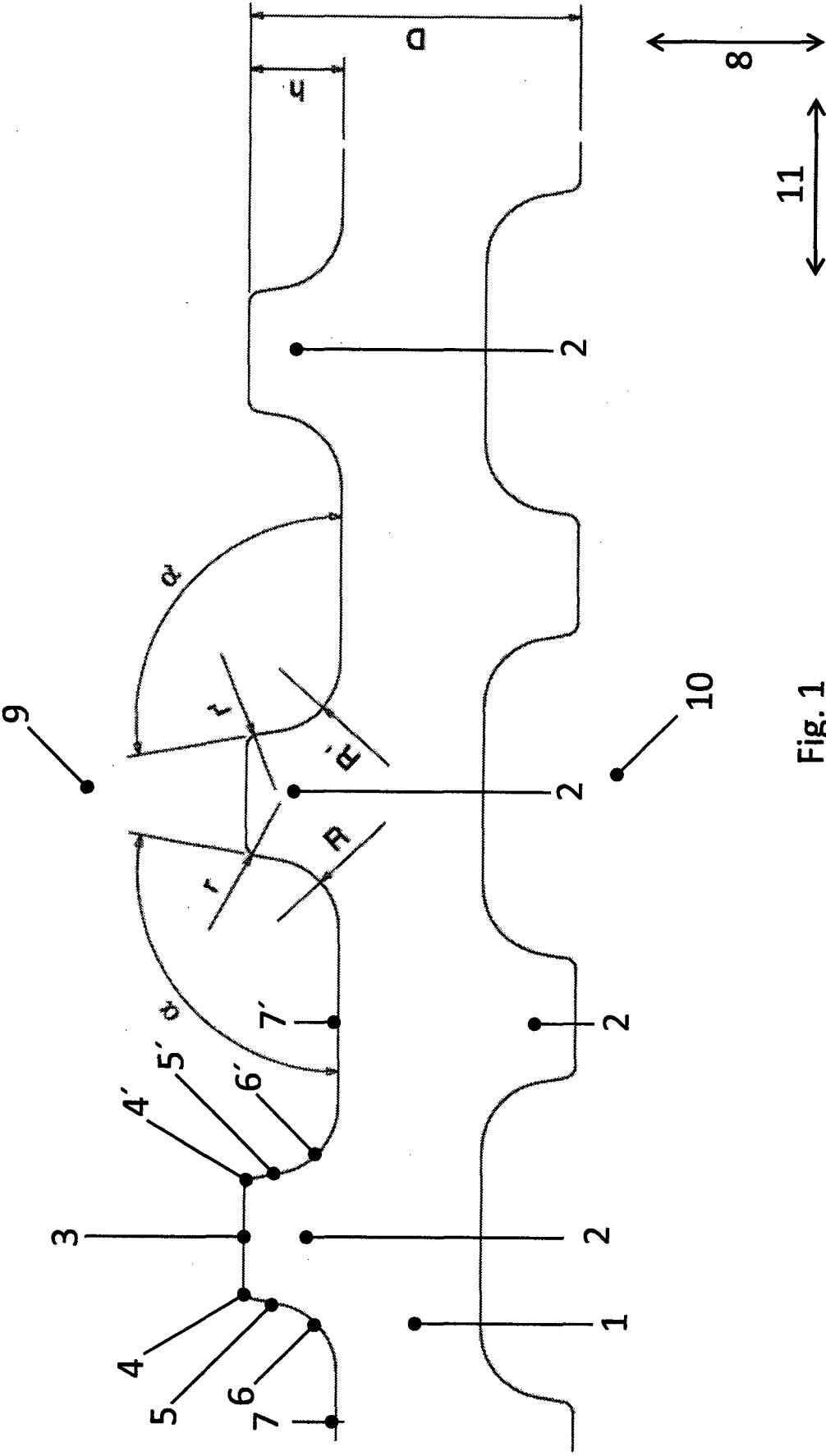


Fig. 1

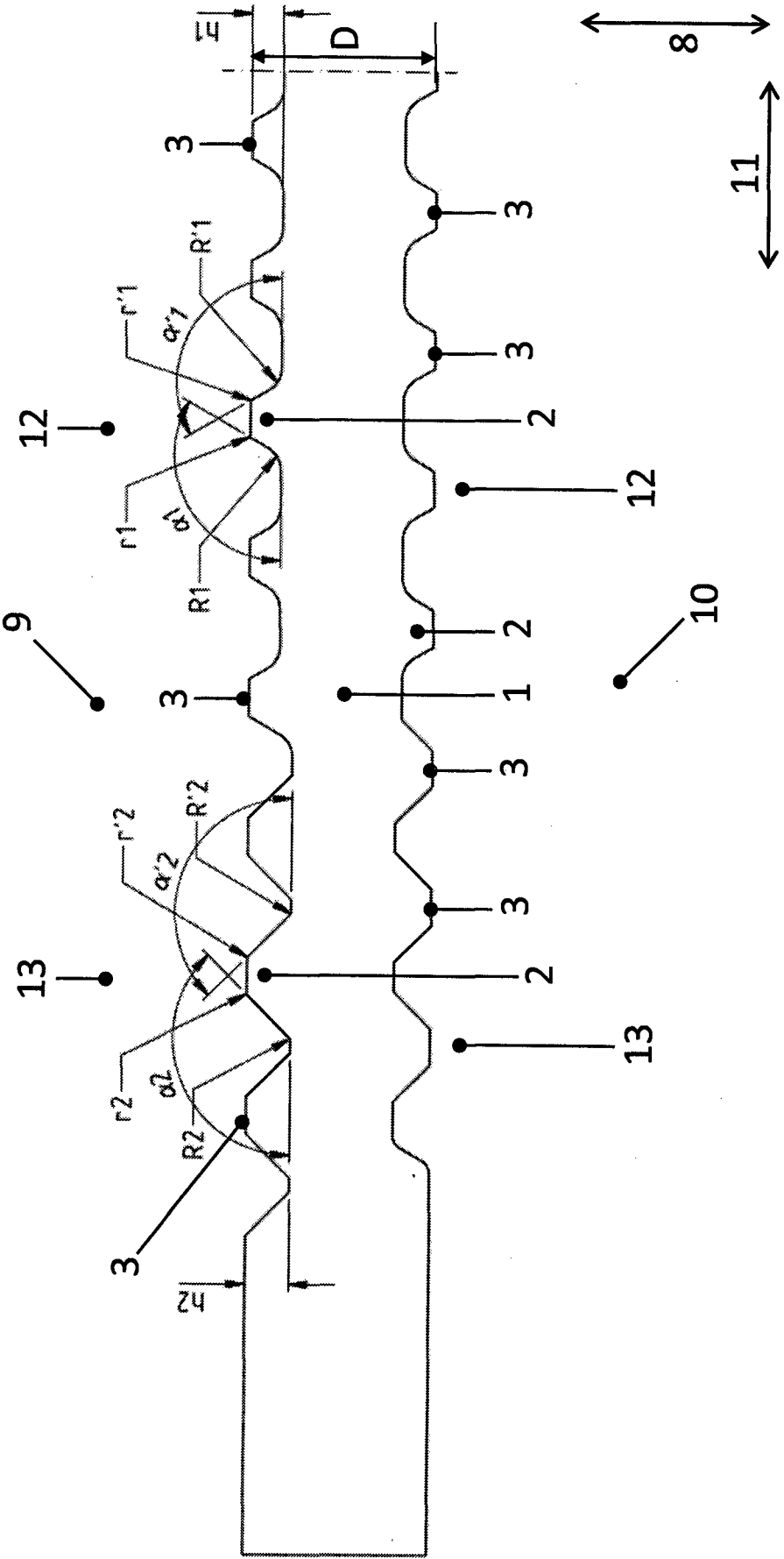


Fig. 2

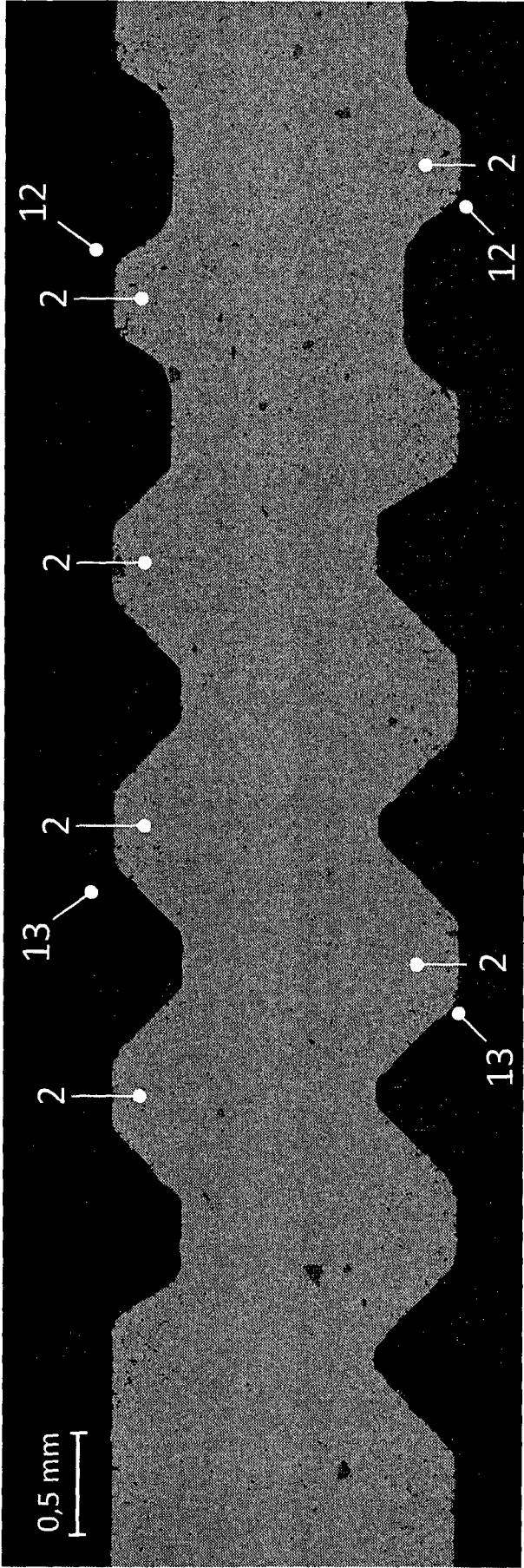


Fig. 3

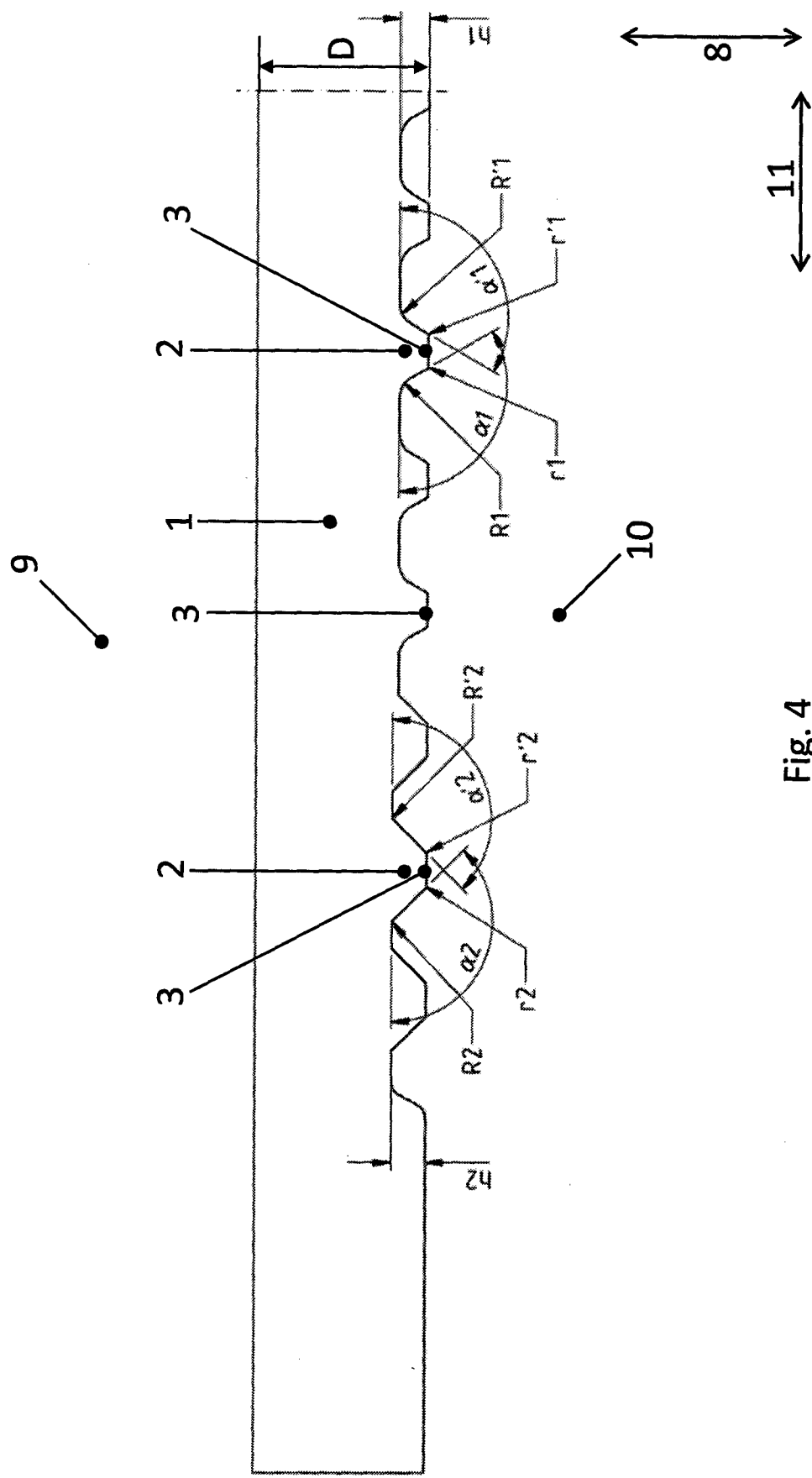


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2012/000191

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B22F3/02 B22F3/12 B22F5/06 B22F5/08 H01M8/02
B22F5/00

ADD.

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 H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011/143261 A1 (BRANDNER MARCO [DE] ET AL) 16 June 2011 (2011-06-16) cited in the application figure 3 paragraphs [0024], [0025] -----	1-16
A	US 2006/192323 A1 (ZOBL GEBHARD [AT] ET AL) 31 August 2006 (2006-08-31) the whole document -----	1-16



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

23 November 2012

Date of mailing of the international search report

03/12/2012

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Forestier, Gilles

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/AT2012/000191

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011143261	A1	16-06-2011	AT 11799 U1 15-05-2011
		CA 2724350 A1 15-06-2011	
		CN 102097629 A 15-06-2011	
		EP 2337130 A1 22-06-2011	
		JP 2011129520 A 30-06-2011	
		KR 20110068908 A 22-06-2011	
		US 2011143261 A1 16-06-2011	

US 2006192323	A1	31-08-2006	AT 6260 U1 25-07-2003
		AT 316434 T 15-02-2006	
		AU 2003249746 A1 23-02-2004	
		CA 2508653 A1 12-02-2004	
		EP 1525064 A2 27-04-2005	
		ES 2255684 T3 01-07-2006	
		US 2006192323 A1 31-08-2006	
		US 2012189484 A1 26-07-2012	
		WO 2004012885 A2 12-02-2004	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2012/000191

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B22F3/02 B22F3/12 B22F5/06 B22F5/08 H01M8/02 B22F5/00 ADD. Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC											
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B22F H01M Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data											
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategorie*</th> <th>Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile</th> <th>Betr. Anspruch Nr.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>US 2011/143261 A1 (BRANDNER MARCO [DE] ET AL) 16. Juni 2011 (2011-06-16) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 3 Absätze [0024], [0025] -----</td> <td>1-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2006/192323 A1 (ZOBL GEBHARD [AT] ET AL) 31. August 2006 (2006-08-31) das ganze Dokument -----</td> <td>1-16</td> </tr> </tbody> </table>			Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.	A	US 2011/143261 A1 (BRANDNER MARCO [DE] ET AL) 16. Juni 2011 (2011-06-16) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 3 Absätze [0024], [0025] -----	1-16	A	US 2006/192323 A1 (ZOBL GEBHARD [AT] ET AL) 31. August 2006 (2006-08-31) das ganze Dokument -----	1-16
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.									
A	US 2011/143261 A1 (BRANDNER MARCO [DE] ET AL) 16. Juni 2011 (2011-06-16) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 3 Absätze [0024], [0025] -----	1-16									
A	US 2006/192323 A1 (ZOBL GEBHARD [AT] ET AL) 31. August 2006 (2006-08-31) das ganze Dokument -----	1-16									
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 23. November 2012		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 03/12/2012									
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 Forestier, Gilles									

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2012/000191

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2011143261	A1	16-06-2011	AT	11799 U1	15-05-2011
			CA	2724350 A1	15-06-2011
			CN	102097629 A	15-06-2011
			EP	2337130 A1	22-06-2011
			JP	2011129520 A	30-06-2011
			KR	20110068908 A	22-06-2011
			US	2011143261 A1	16-06-2011

US 2006192323	A1	31-08-2006	AT	6260 U1	25-07-2003
			AT	316434 T	15-02-2006
			AU	2003249746 A1	23-02-2004
			CA	2508653 A1	12-02-2004
			EP	1525064 A2	27-04-2005
			ES	2255684 T3	01-07-2006
			US	2006192323 A1	31-08-2006
			US	2012189484 A1	26-07-2012
			WO	2004012885 A2	12-02-2004
