

(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
5. März 2015 (05.03.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/028192 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01L 41/273 (2013.01) H01G 4/30 (2006.01)
H01L 41/293 (2013.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/065038

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Juli 2014 (14.07.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

102013109267.5 27. August 2013 (27.08.2013) DE
102013111121.1 8. Oktober 2013 (08.10.2013) DE

(71) Anmelder: EPCOS AG [DE/DE]; St.-Martin-Straße 53,
81669 München (DE).

(72) Erfinder: OTTLINGER, Marion; Flurweg 52, A-8530
Deutschlandsberg (AT). KRUMPHALS, Robert;
Forstgartenstr. 26A, A-8530 Deutschlandsberg (AT).
GLAZUNOV, Alexander; Lindenweg 16/10, A-8530
Deutschlandsberg (AT).

(74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;
Schloßschmidstr. 5, 80639 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

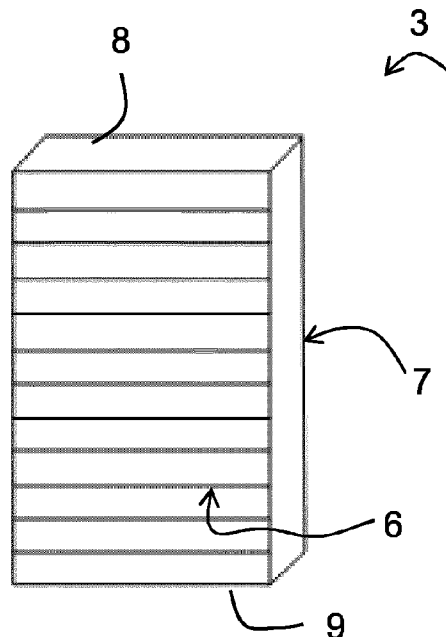
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING CERAMIC MULTI-LAYER COMPONENTS

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON KERAMISCHEN VIELSCHICHTBAUELEMENTEN

Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to a method for
producing ceramic multi-layer components (100).
The method comprises providing green layers (5) for
the ceramic multi-layer components (100), stacking
the green layers (5) in order to form a stack, and
then pressing the stacks in order to form a block (1).
Furthermore, the method comprises dividing the
blocks (1) into partial blocks (3) each having a
respective longitudinal direction (X), thermally
treating the partial blocks (3), then machining
surfaces of the partial blocks (3), providing the
partial blocks (3) with outer electrodes, and dividing
each of the partial blocks (3) transversely to the
respective longitudinal direction (X) into individual
ceramic multi-layer components (100).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur
Herstellung von keramischen
Vielschichtbauelementen (100) angegeben. Das
Verfahren umfasst das Bereitstellen von
Grünschichten (5) für die keramischen
Vielschichtbauelemente (100), das Stapeln der
Grünschichten (5) zu einem Stapel und das
anschließende Pressen des Stapels zu einem Block
(1). Weiterhin umfasst das Verfahren das Vereinzeln
des Blocks (1) in Teilblöcke (3) mit jeweils einer

Längsrichtung (X), das thermisches Behandeln der Teilblöcke (3) und das

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



anschließende mechanische Bearbeiten von Oberflächen der Teilblöcke (3) sowie das Versehen der Teilblöcke (3) mit Außenelektroden und das Vereinzeln der Teilblöcke (3) jeweils quer zu der Längsrichtung (X) in einzelne keramische Vielschichtbauelemente (100).

Beschreibung

Verfahren zur Herstellung von keramischen
Vielschichtbauelementen

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur
Herstellung von keramischen Vielschichtbauelementen und ein
keramisches Vielschichtbauelement.

10 Eine zu lösende Aufgabe ist es, ein verbessertes keramisches
Vielschichtbauelement sowie ein Verfahren zu dessen
Herstellung anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren mit den Merkmalen des
15 Patentanspruchs 1 gelöst.

Es wird ein Verfahren zur Herstellung von keramischen
Vielschichtbauelementen angegeben. Das Verfahren umfasst das
Bereitstellen von Grünsichten für die keramischen
20 Vielschichtbauelemente. Bei den Grünsichten handelt es sich
vorzugsweise um Schichten aus einem Rohmaterial, welches
beispielsweise nicht gesintert ist, für die keramischen
Vielschichtbauelemente. Das Verfahren umfasst weiterhin das
Versehen der Grünsichten mit Innenelektroden. Die
25 Innenelektroden können Kupfer (Cu) aufweisen.

In einer Ausgestaltung sind die Innenelektroden aus Kupfer.

Die Grünsichten werden vorzugsweise jeweils mit mindestens
30 einer Innenelektrode oder Innenelektrodenschicht beschichtet.

Das Verfahren umfasst weiterhin das Stapeln der mit den
Innenelektroden versehenen Grünsichten zu einem Stapel. Das

Stapeln erfolgt vorzugsweise derart, dass die Innenelektroden jeweils zwischen zwei benachbarten Grünschichten angeordnet werden.

- 5 In einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst das Verfahren nach dem Stapeln der Grünschichten das Pressen des Stapels zu einem Block. Das Verfahren umfasst weiterhin das Vereinzeln des Blocks in Teilblöcke, wobei jeder Teilblock eine Längsrichtung aufweist. Ein Teilblock des Blocks kann ein
10 Riegel sein.

- Die Längsrichtung des Blocks kann sich in der vorliegenden Anmeldung auf eine Haupterstreckungsrichtung des Blocks beziehen. Stirnseiten des Blocks können insbesondere parallel
15 zu der Längsrichtung verlaufen. Die Längsrichtung verläuft vorzugsweise weiterhin senkrecht zu einer Tiefe oder Breite des Blocks. Die genannten Stirnseiten bezeichnen vorzugsweise Seitenflächen des Blocks, an welchen die Innenelektroden mit Außenelektroden oder einer Außenkontaktierung kontaktiert
20 werden können.

In einer bevorzugten Ausgestaltung wird der Block zum Vereinzeln des Blocks geschnitten.

- 25 In einer bevorzugten Ausgestaltung wird der Block, insbesondere für das Vereinzeln, quer zur Längsrichtung und/oder entlang der Längsrichtung des Blocks nur einmal geschnitten, vorzugsweise zur Bildung zweier oder mehrerer gleichlanger Teilblöcke. Die Anzahl der Teilblöcke kann
30 zwischen 2 und 10 liegen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung wird der Block beziehungsweise die bereits geschnittenen Teile des Blocks

entlang einer Tiefe parallel zur Längsrichtung mehrfach oder vielfach geschnitten.

In einer bevorzugten Ausgestaltung wird der Block für das
5 Vereinzeln quer zu der Längsrichtung mehrfach geschnitten.
Die Anzahl der Teilblöcke kann dabei zwischen 2 und 10 liegen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung wird der Block für das
10 Vereinzeln parallel zur Längsrichtung öfter geschnitten als
quer zu der Längsrichtung des Blocks. Durch diese
Ausgestaltung kann mit Vorteil der Herstellungs- oder
Prozessaufwand, insbesondere die thermische Behandlung und
das mechanische Bearbeiten, reduziert werden, weil eine
15 geringere Anzahl von Teilen oder Teilblöcken, insbesondere an
Oberflächen, an denen die Teilblöcke mit Außenelektroden
versehen werden (siehe unten), behandelt oder bearbeitet
werden muss. Mit anderen Worten können Seitenflächen, welche
parallel zu der Längsrichtung des Blocks verlaufen, in
20 anschließenden Verfahrensschritten mit Vorteil parallel
prozessiert oder bearbeitet werden.

Eine Oberflächennormale dieser Seitenflächen kann dabei
senkrecht zu der Längsrichtung orientiert sein.
25

Das Verfahren umfasst weiterhin, vorzugsweise nach dem
Vereinzeln des Blocks in die Teilblöcke, das thermische
Behandeln der Teilblöcke.

30 In einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst das thermische
Behandeln ein Entkohlen der Teilblöcke. Das Entkohlen kann
beispielsweise zum Austreiben von Kohlenstoff aus den
Teilblöcken weiterhin das Aussetzen der Teilblöcke einer

speziellen, beispielsweise sauerstoffarmen, Atmosphäre umfassen.

5 In einer bevorzugten Ausgestaltung werden die Teilblöcke während des thermischen Behandelns gesintert. Die Sinterung erfolgt zweckmäßigerweise nach dem Entkohlen.

10 Das Verfahren umfasst weiterhin nach dem thermischen Behandeln das mechanische Bearbeiten von Oberflächen der Teilblöcke. Bei dem mechanischen Bearbeiten kann es sich um eine Abtragung von Material von den Oberflächen der Teilblöcke, vorzugsweise um Schleifen, handeln.

15 Das Verfahren umfasst weiterhin, vorzugsweise nach dem mechanischen Bearbeiten, das Versehen der Teilblöcke mit Außenelektroden. Die Teilblöcke werden vorzugsweise an Seitenflächen, welche parallel zu der Längsrichtung sind, mit den Außenelektroden versehen. Insbesondere werden bei dem Versehen der Teilblöcke mit den Außenelektroden
20 zweckmäßigerweise die Innenelektroden kontaktiert, das heißt elektrisch leitfähig mit den Außenelektroden verbunden.

25 Das Verfahren umfasst weiterhin das Vereinzeln der Teilblöcke jeweils quer zu der Längsrichtung in einzelne keramische Vielschichtbauelemente. Bei dem Vereinzeln der Teilblöcke quer zu der Längsrichtung wird jeweils ein Teilblock vorzugsweise quer zu der Längsrichtung vielfach geschnitten, um einzelne keramische Vielschichtbauelemente zu bilden.

30 In einer bevorzugten Ausgestaltung werden die Teilblöcke nach dem mechanischen Bearbeiten jeweils quer zu der Längsrichtung vereinzelt. Dadurch kann bei der Herstellung der keramischen Vielschichtbauelemente mit Vorteil auf eine aufwändige und

serielle Prozessierung von bereits fertig vereinzelt
Bauteilen oder Grundkörpern für die Bauteile verzichtet
werden. Üblicherweise werden vielschichtige keramische,
beispielsweise piezoelektrische, Vielschichtbauelemente,
5 beispielsweise Aktuatoren, bereits vereinzelt über viele
Prozessschritten prozessiert. Schichtstapel, beispielsweise
bestehend aus Keramikfolien und Innenelektroden werden dabei
nach dem Pressen in Aktuatoren durch Trennverfahren
vereinzelt. Diese werden danach als einzelne Bauteile
10 entkohlt, gesintert, geschliffen und metallisiert oder
kontaktiert.

Eine solche Prozessierung benötigt einerseits viel Aufwand,
weil jeder Aktuator einzeln bearbeitet wird, und andererseits
15 ist dies mit technischen Problemen verbunden. Zu diesen
gehören ein möglicher Verzug, beispielsweise eine
Verkrümmung, der Aktuatoren beim Sintern, welcher bei
Aktuatoren mit kleinem Querschnitt besonders stark ausfallen
kann. Die Folge kann sein, dass die keramischen
20 Vielschichtbauelemente oder Aktuatoren unbrauchbar sind oder
ein erhöhter Schleifaufwand mit entsprechendem
Materialverlust notwendig ist. Ein weiteres Problem kann ein
Schleifaufmaß, eine Schleiftoleranz oder einen Versatz von
isolierenden Bereichen des jeweiligen Aktuators während des
25 Schleifens der Seitenflächen betreffen.

Insbesondere kann für eine ordnungsgemäße Kontaktierung der
Innenelektroden ein großes Schleifaufmaß von Nachteil sein,
da durch das Schleifen die Breiten der genannten isolierenden
30 Bereiche verringert werden und ab einem gewissen
Schleifaufmaß somit Kurzschlüsse zwischen den Innenelektroden
auftreten könnten, insbesondere im Betrieb der keramischen
Vielschichtbauelemente.

Die Bearbeitung von Teilblöcken oder Riegeln anstatt von einzelnen Aktuatoren bringt die folgenden Vorteile:

- Der Herstellungs- oder Prozessaufwand, insbesondere von der thermischen Behandlung bis zum mechanischen Bearbeiten, wird reduziert, weil die Anzahl von Teilen bei jedem Prozessschritt geringer ist;
- Materialverlust, z.B. durch Schleifaufmaß wird reduziert;
- Verzug von Bauteilen mit kleinem Querschnitt (z.B. 3 x 3 mm) wird reduziert
- Die Schnittfläche erfüllt Anforderungen an die Oberflächenqualität, und so wird keine weitere Bearbeitung (z.B. Schleifen) von, beispielsweise 2 Seiten jedes Aktuators benötigt;
- Die Symmetrie von Isolierbereichen kann durch die Einstellung von Schnittposition im fertig prozessierten Riegel erhöht werden;
- Das Risiko von mechanischen Beschädigungen (z.B. von Kantenausbrüchen) von einzelnen Aktuatoren wird erheblich reduziert, weil die Riegel erst bei einem spät angelegten Prozessschritt in Aktuatoren vereinzelt werden; dies kann mit Vorteil zu einer Erhöhung der Ausbeute der Aktuatoren führen;
- Zusätzlich besteht die Möglichkeit, neue Prozesse wie Ätzen von Innenelektroden in oder an isolierenden Bereichen der keramischen Schichten oder Grünsichten für die Herstellung von Aktuatoren mit verbesserten elektrischen Eigenschaften und/oder erhöhter Lebensdauer bei einem verhältnismäßig geringen Herstellungsaufwand einzuführen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung werden die Oberflächen der Teilblöcke an gegenüberliegenden Außen- oder Seitenflächen mechanisch bearbeitet, an welchen die Teilblöcke,

vorzugsweise in einem späteren Verfahrensschritt, mit Außenelektroden versehen werden. Bei den Außen- oder Seitenflächen handelt es sich vorzugsweise um umfängliche Flächen des Blocks oder Teilblocks und nicht um die Flächen der Ober- und Unterseite. Die Flächen der Ober- und Unterseite können ebenfalls mechanisch behandelt werden, beispielsweise in einem geringeren Ausmaß als die genannten umfänglichen Flächen des Blocks.

- 10 In einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst das mechanische Bearbeiten von den Oberflächen der Teilblöcke vier Außenflächen jeweils eines Teilblocks.

In einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst das Verfahren nach dem Versehen der Teilblöcke mit Außenelektroden das Versehen der Teilblöcke mit einer Außenkontaktierung, beispielsweise durch ein Lot oder durch einen Lötprozess. Beispielsweise kann die Außenkontaktierung ein elektrischer Leiter sein oder einen solchen aufweisen, welcher über das Lot elektrisch leitfähig mit der Außenelektrode verbunden werden kann.

In einer bevorzugten Ausgestaltung werden die Teilblöcke nach dem Versehen der Teilblöcke mit den Außenelektroden und nach dem Versehen der Teilblöcke mit der Außenkontaktierung jeweils quer zu der Längsrichtung in einzelne keramische Vielschichtbauelemente vereinzelt.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das keramische Vielschichtbauelement ein piezoelektrisches Vielschichtbauelement beziehungsweise ein piezoelektrischer Aktuator.

In einer Ausgestaltung ist das keramische Vielschichtbauelement ein Vielschichtkondensator.

Es wird weiterhin ein keramisches, beispielsweise
5 piezoelektrisches Vielschichtbauelement angegeben, welches mittels des hier beschriebenen Verfahrens herstellbar oder hergestellt ist.

In einer bevorzugten Ausgestaltung umfasst das vorgestellte
10 Verfahren das Bereitstellen von Grünschichten für die keramischen Vielschichtbauelemente, das Versehen der Grünschichten mit Innenelektroden, das Stapeln der mit den Innenelektroden versehenen Grünschichten zu einem Stapel und anschließendes Pressen des Stapels zu einem Block, das
15 Vereinzeln des Blocks in Teilblöcke mit jeweils einer Längsrichtung, das thermisches Behandeln der Teilblöcke und anschließendes mechanisches Bearbeiten von Oberflächen der Teilblöcke, das Versehen der Teilblöcke mit Außenelektroden, und das Vereinzeln der Teilblöcke jeweils quer zu der
20 Längsrichtung in einzelne keramische Vielschichtbauelemente.

Weitere Vorteile, vorteilhafte Ausgestaltungen und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den
25 Figuren.

Figur 1 zeigt schematisch einen Block von mit Innenelektroden versehenen Grünschichten.

30 Figur 2 zeigt schematisch einen Teilblock, welcher aus dem Block vereinzelt wurde.

Figur 3 deutet das Vereinzeln eines Teilblocks an.

Figur 4 deutet ein Herstellungsverfahren für ein keramisches Vielschichtbauelement an, anhand dessen die Vorteile des Verfahrens gemäß den Figuren 1 bis 3 erläutert werden.

5

Gleiche, gleichartige und gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die Figuren und die Größenverhältnisse der in den Figuren dargestellten Elemente untereinander sind nicht als maßstäblich zu betrachten. Vielmehr können einzelne Elemente zur besseren Darstellbarkeit und/oder zum besseren Verständnis übertrieben groß dargestellt sein.

Die Figuren deuten ein Herstellungsverfahren für keramische Vielschichtbauelemente an.

Figur 1 zeigt einen Block 1. Der Block 1 ist vorzugsweise durch Pressen eines Stapels aus aufeinander geschichteten und mit Innenelektroden (nicht explizit dargestellt) versehenen Grünschichten 5 gebildet oder hergestellt worden. Die Stapelrichtung entspricht der Richtung Z in Figur 1. Dazu sind die Grünschichten 5 vorzugsweise vorher bereitgestellt und vorzugsweise jeweils mit mindestens einer der Innenelektroden versehen worden. Die Grünschichten 5 können Folien für eine herzustellende Keramik oder Keramiksicht sein. Die Innenelektroden können, beispielsweise durch Siebdruck, auf die Keramikfolien gedruckt werden.

Der Block 1 weist eine Längsrichtung X auf. Nach dem Stapeln der mit Innenelektroden versehenen Grünschichten 5 befindet sich vorzugsweise zwischen zwei benachbarten Grünschichten 5 mindestens eine Innenelektrodensicht.

Die Innenelektroden oder Innenelektrodenschichten können weiterhin in Stapelrichtung alternierend lateral versetzt angeordnet werden, so dass beispielsweise nur jede zweite Innenelektrodenschicht auf einer Seite des Stapels zugänglich ist und kontaktiert werden kann.

Der Block 1 wird nach dem Pressen in Teilblöcke 3 vereinzelt. Ein solcher Teilblock 3 ist in Figur 2 dargestellt. Die Konturen der Teilblöcke 3 sind in Figur 1 durch Schnitte oder
5 Schnittrichtungen 2 angedeutet. Bei dem Vereinzeln handelt es sich vorzugsweise um Schneiden des Blocks 1 in Teilblöcke 3. Die Schnitte erfolgen während des Vereinzeln vorzugsweise parallel und senkrecht zur Längsrichtung X. Insbesondere bedeutet „senkrecht zur Längsrichtung X“ vorzugsweise quer
10 zur Längsrichtung. Senkrecht oder quer zur Längsrichtung X wird der Block 1 vorzugsweise nur einmal geschnitten.

Alternativ kann der Block 1 quer zur Längsrichtung X mehrfach geschnitten werden. Die Anzahl der Teilblöcke 3, welche quer zur Längsrichtung X geschnitten wurden, kann zwischen 2 und
15 10 liegen. Parallel zur Längsrichtung X wird der Block 1 vorzugsweise vielfach (in der Figur 1 beispielsweise viermal) geschnitten. Die Anzahl der Teilblöcke, welche parallel zur Längsrichtung X geschnitten wurden, kann beispielsweise zwischen 2 und 50 liegen (vgl. Y-Richtung in Figur 1). Der
20 Block wird für das Vereinzeln parallel zur Längsrichtung X vorzugsweise öfter geschnitten als quer zu der Längsrichtung X des Blocks 1, da hierdurch der Herstellungsaufwand reduziert werden kann (siehe oben). Die Schnittflächen der Teilblöcke erfüllen dabei bevorzugt bereits die Anforderungen
25 an die gewünschte Oberflächenqualität, beispielsweise in Bezug auf die Rauigkeit.

Figur 2 zeigt einen Teilblock 3 oder Riegel beispielhaft für eine Vielzahl der aus dem Block 1 vereinzelt Teilblöcke 3.

Das vorgestellte Verfahren umfasst weiterhin nach dem

5 Vereinzeln des Blocks 1 in die Teilblöcke 3 das thermische Behandeln der Teilblöcke 3. Das thermische Behandeln kann ein Entkohlen der Teilblöcke 3 zum Austreiben von Kohlenstoff aus den Teilblöcken 3, beispielsweise in einer sauerstoffarmen Atmosphäre, umfassen. Die sauerstoffarme Atmosphäre kann eine

10 Atmosphäre mit reduziertem Sauerstoffpartialdruck sein. Durch einen reduzierten Sauerstoffpartialdruck kann insbesondere eine Oxidation der Innenelektroden, welche beispielsweise aus Kupfer (Cu) sind, verhindert oder eingeschränkt werden. Vorzugsweise nach dem Entkohlen umfasst das thermische

15 Behandeln eine Sinterung der Grünsichten zu keramischen Schichten.

Das Verfahren umfasst weiterhin, vorzugsweise nach dem thermischen Behandeln, das mechanische Bearbeiten von Ober-

20 oder Seitenflächen der Teilblöcke 3. Die mechanische Bearbeitung erfolgt vorzugsweise an den Seitenflächen 6, 7, 8 und 9 des oder der Teilblöcke 3.

Anschließend wird jeder einzelne Teilblock 3 vorzugsweise mit

25 Außenelektroden (nicht explizit dargestellt) versehen. Die Außenelektroden werden vorzugsweise an Hauptseitenflächen der Teilblöcke 3 angebracht oder abgeschieden. Diese Hauptseitenflächen sind in Figur 2 mit den Bezugszeichen 6 und 7 bezeichnet.

30

In Bezug auf die mechanische Bearbeitung der Seitenflächen 6 und 7 werden, wegen der oben erwähnten Problematik des Schleifaufmaßes wegen möglicher isolierender Bereiche an den

Seitenflächen 6 und 7, besonders hohe Anforderungen gestellt. Die isolierenden Bereiche können durch den lateralen Versatz von in Stapelrichtung benachbarten Innenelektroden gebildet sein, so dass beispielsweise bei dem Versetzen der Teilblöcke mit Außenelektroden jeweils auf den Seitenflächen 6 und 7 nur jede zweite Innenelektrode mit der jeweiligen Außenelektrode kontaktiert und/oder elektrisch leitfähig verbunden wird.

Figur 3 veranschaulicht das Vereinzeln der Teilblöcke quer zu der Längsrichtung X in einzelne keramische Vielschichtbauelemente 100. Dabei wird jeder Teilblock 3 nach dem Versetzen mit den Außenelektroden quer zu der Längsrichtung X vereinzelt oder geschnitten. Eine nachträgliche (nach dem Vereinzeln) thermische und/oder mechanische Behandlung zumindest der Seitenflächen 6 und 7 des keramischen Vielschichtbauelements 100 (rechts in Figur 3) ist durch das vorgestellte Verfahren mit Vorteil nicht mehr erforderlich.

Nach dem Vereinzeln der Teilblöcke in die keramischen Vielschichtbauelemente 100 kann das Verfahren weitere Prozessschritte zur endgültigen Fertigstellung der einzelnen keramischen Vielschichtbauelemente 100 umfassen.

Das vorgestellte Verfahren kann bei der Herstellung von vielschichtigen piezoelektrischen Aktuatoren mit Cu-Innenelektroden angewandt werden. Weiterhin können auch Bauelemente oder Aktuatoren mit anderen Elektrodentypen z.B. aus Ag oder AgPd auf die gleiche Weise prozessiert oder hergestellt werden.

Auch kann diese Technologie bei anderen Produkten angewandt werden, z.B. bei vielschichtigen Keramikkondensatoren, wobei

die vielschichtigen Bauteile oder Vielschichtbauelemente über viele Prozessschritte als ein Teil des Blocks oder als ein ganzer Block und nicht vereinzelt bearbeitet werden.

- 5 Es wurden mehrere Bauformen von Vielschichtbauelementen oder Teilblöcken hergestellt oder produziert, beispielsweise mit den Abmessungen 3,4 x 3,4 x 27 mm³ bis 5,2 x 5,2 x 60 mm³.

10 In Figur 4 ist ein Herstellungsverfahren eines keramischen Vielschichtbauelements angedeutet, anhand dessen die Vorteile des Verfahrens gemäß den Figuren 1 bis 3 erläutert sind. Speziell ist ein Block 1 gemäß der Figur 1 gezeigt. Die Konturen der Teilblöcke 3, in die der Block 1 vereinzelt wird (siehe rechts in Figur 4) sind, wie oben beschrieben, durch
15 Schnitte oder Schnittrichtungen 2 angedeutet. Das rechte Bild zeigt einen Teilblock 3 oder Riegel beispielhaft für eine Vielzahl von aus dem Block 1 vereinzelt Teilblöcken 3. Die Schnitte 2 erfolgen oder verlaufen hier für das Vereinzeln parallel und quer zur Längsrichtung X. Quer zur Längsrichtung
20 X kann der Block 1 in diesem Verfahren – im Gegensatz zum oben beschriebenen Verfahren – genauso oder annähernd so oft geschnitten werden, wie parallel zur Längsrichtung X. Das in den Figuren 1 bis 3 beschriebene Verfahren bietet gegenüber dem Verfahren aus Figur 4 die Vorteile einer deutlich
25 vereinfachten Herstellung des keramischen Vielschichtbauelements (wie oben beschrieben).

Die Erfindung ist nicht durch die Beschreibung anhand der Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr umfasst die
30 Erfindung jedes neue Merkmal sowie jede Kombination von Merkmalen was insbesondere jede Kombination von Merkmalen in den Patentansprüchen beinhaltet, auch wenn dieses Merkmal

oder diese Kombination selbst nicht explizit in den Patentansprüchen oder Ausführungsbeispielen angegeben ist.

Bezugszeichenliste

	1	Block
	2	Schnittrichtung
5	3	Teilblock
	5	Grünschicht
	6, 7, 8, 9	Seitenfläche
	100	Keramisches Vielschichtbauelement
10	X	Längsrichtung
	Y, Z	Richtungen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von keramischen
Vielschichtbauelementen (100) umfassend die folgenden

5 Schritte:

- Bereitstellen von Grünschichten (5) für die keramischen
Vielschichtbauelemente (100),

- Stapeln der Grünschichten (5) zu einem Stapel und
anschließendes Pressen des Stapels zu einem Block (1),

10 - Vereinzeln des Blocks (1) in Teilblöcke (3) mit jeweils
einer Längsrichtung (X),

- thermisches Behandeln der Teilblöcke (3) und anschließendes
mechanisches Bearbeiten von Oberflächen (6, 7, 8, 9) der
Teilblöcke (3),

15 - Versehen der Teilblöcke (3) mit Außenelektroden,

- Vereinzeln der Teilblöcke (3) jeweils quer zu der
Längsrichtung (X) in einzelne keramische
Vielschichtbauelemente (100).

20 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Innenelektroden aus
Kupfer (Cu) sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Block (1) für
das Vereinzeln quer zu einer Längsrichtung (X) des Blocks (1)
25 nur einmal geschnitten wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Block (1) für
das Vereinzeln quer zu einer Längsrichtung (X) des Blocks (1)
mehrfach geschnitten wird.

30

5. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden
Ansprüche, wobei der Block (1) für das Vereinzeln parallel zu

einer Längsrichtung (X) des Blocks (1) öfter geschnitten wird als quer zu der Längsrichtung (X) des Blocks (1).

6. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden

5 Ansprüche, wobei die Oberflächen (6, 7, 8, 9) der Teilblöcke (3) an gegenüberliegenden Seitenflächen (6,7) mechanisch bearbeitet werden, an welchen die Teilblöcke (3) mit Außenelektroden versehen werden.

10 7. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Verfahren nach dem Versehen der Teilblöcke (3) mit Außenelektroden, das Versehen der Teilblöcke (3) mit einer Außenkontaktierung, beispielsweise durch ein Lot oder durch einen Lötprozess, umfasst.

15

8. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das keramische Vielschichtbauelement (100) ein piezoelektrisches Vielschichtbauelement, beziehungsweise ein piezoelektrischer Aktuator, ist.

20

9. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das keramische Vielschichtbauelement (100) ein Vielschichtkondensator ist.

25 10. Piezoelektrisches Vielschichtbauelement (100), welches mittels des Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche herstellbar oder hergestellt ist.

Fig. 1

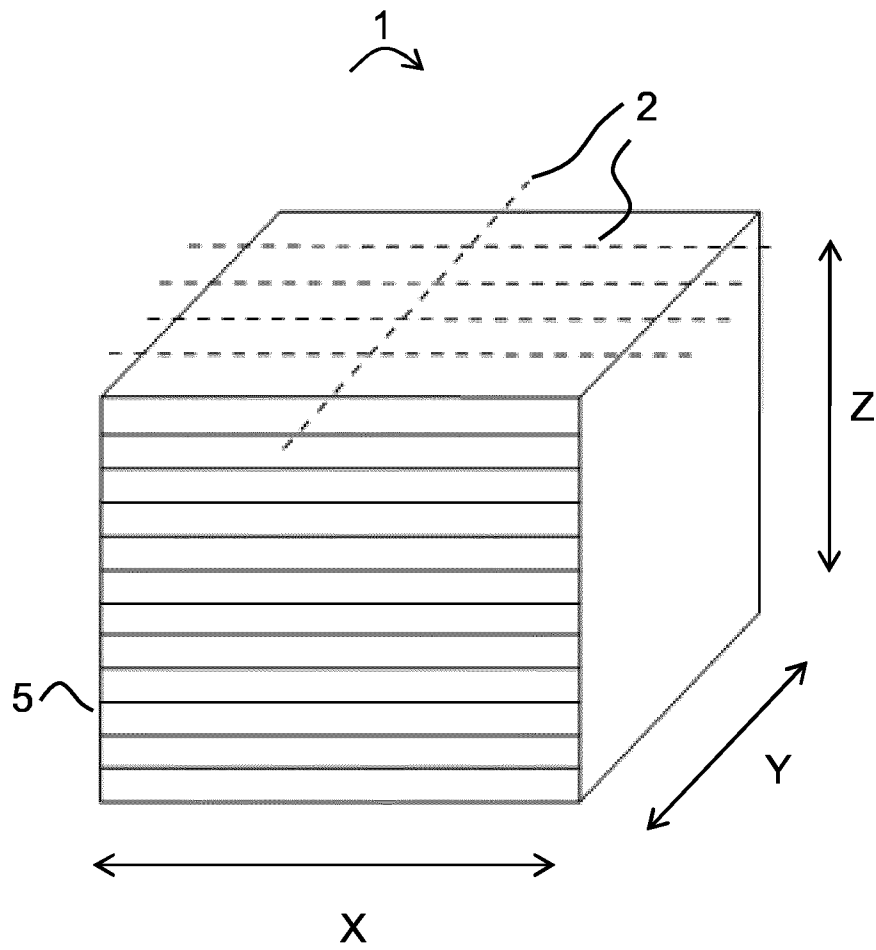


Fig. 2

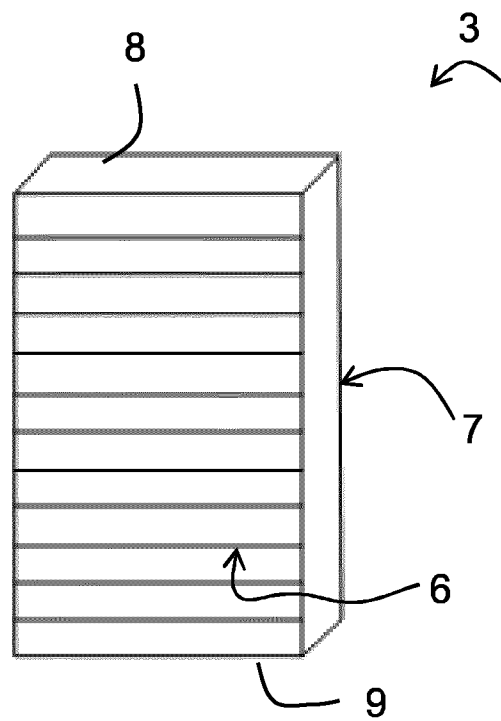


Fig. 3

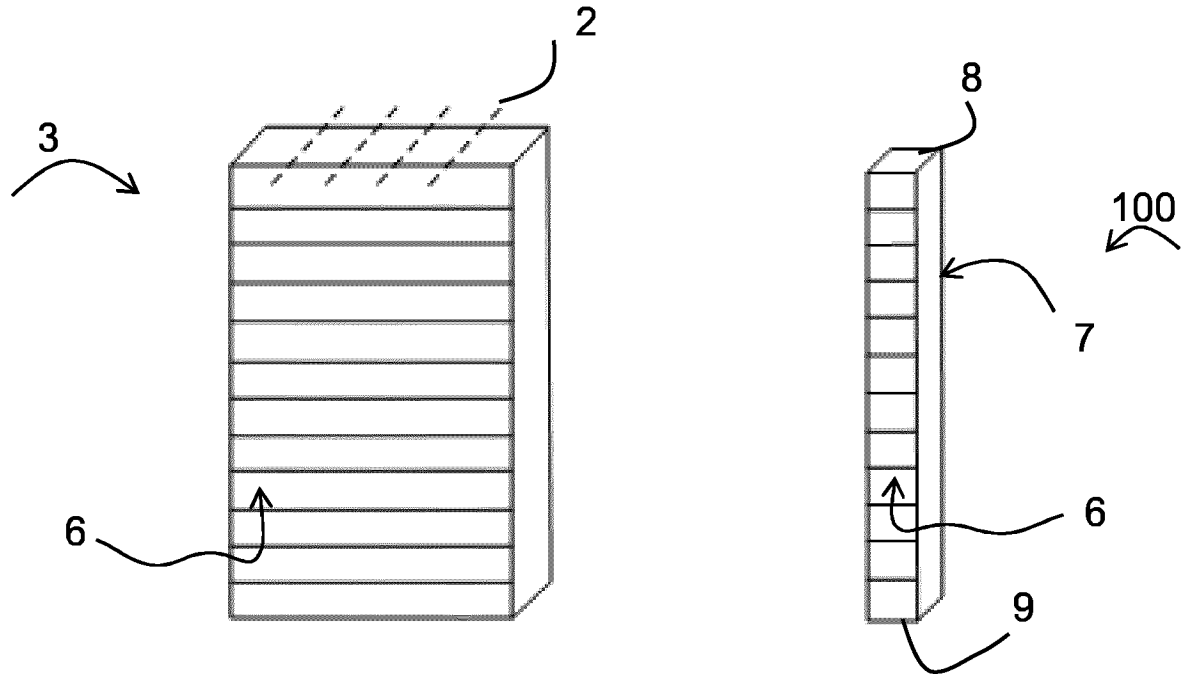
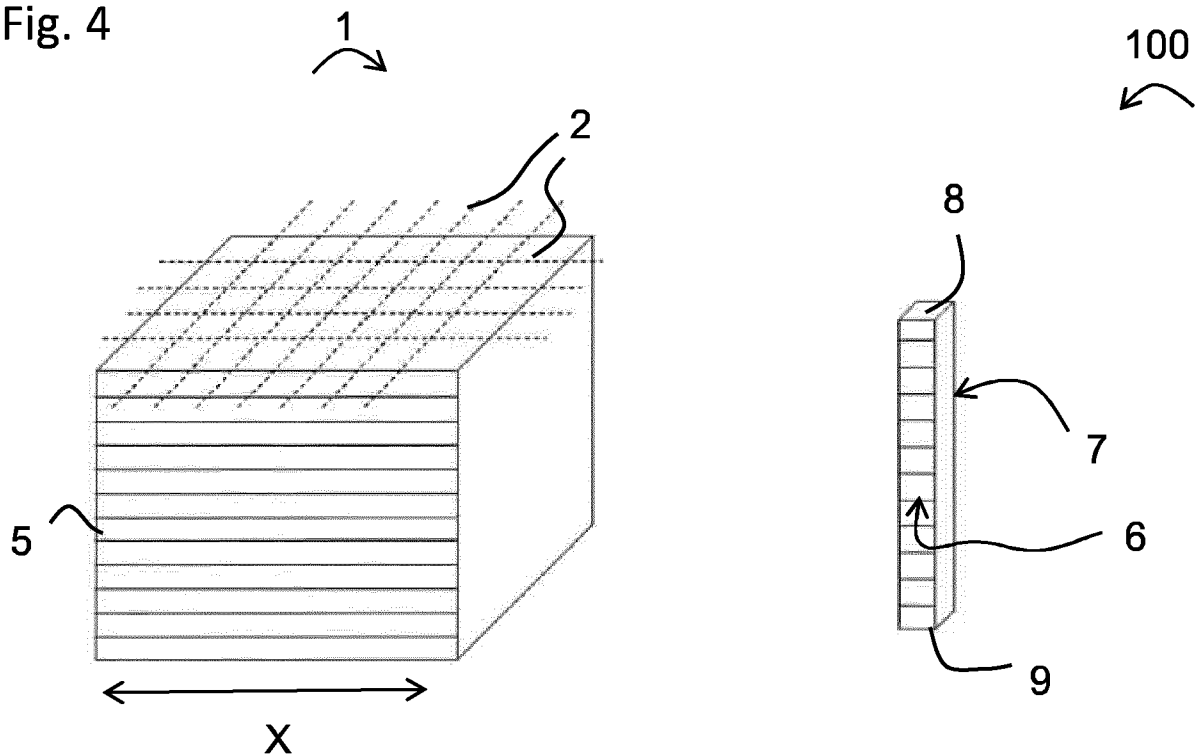


Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/065038

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01L41/273 H01L41/293 H01G4/30
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)

H01L H01G

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

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

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, 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	WO 2008/092740 A2 (SIEMENS) 7 August 2008 (2008-08-07) page 8, line 29 - page 9, line 28 page 12, line 9 - page 14, line 36 figures 1, 5, 6	1-10
X	----- DE 10 2012 101351 A1 (EPCOS) 22 August 2013 (2013-08-22) paragraphs [0015], [0016] paragraphs [0036], [0037], [0041] figure 1	1-10
X,P	----- DE 10 2012 105059 A1 (EPCOS) 12 December 2013 (2013-12-12) paragraphs [0074], [0080] - [0085] paragraphs [0098], [0099] figure 1 -----	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

22 September 2014

Date of mailing of the international search report

09/10/2014

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

Subke, Kai-Olaf

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/065038

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2008092740 A2	07-08-2008	AT 540434 T	15-01-2012
		CN 101601147 A	09-12-2009
		DE 102007004813 A1	14-08-2008
		EP 2126995 A2	02-12-2009
		JP 5167280 B2	21-03-2013
		JP 2010517311 A	20-05-2010
		US 2009320255 A1	31-12-2009
		WO 2008092740 A2	07-08-2008

DE 102012101351 A1	22-08-2013	DE 102012101351 A1	22-08-2013
		WO 2013124146 A1	29-08-2013

DE 102012105059 A1	12-12-2013	DE 102012105059 A1	12-12-2013
		WO 2013186121 A1	19-12-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01L41/273 H01L41/293 H01G4/30
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01L H01G

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2008/092740 A2 (SIEMENS) 7. August 2008 (2008-08-07) Seite 8, Zeile 29 - Seite 9, Zeile 28 Seite 12, Zeile 9 - Seite 14, Zeile 36 Abbildungen 1, 5, 6 -----	1-10
X	DE 10 2012 101351 A1 (EPCOS) 22. August 2013 (2013-08-22) Absätze [0015], [0016] Absätze [0036], [0037], [0041] Abbildung 1 -----	1-10
X,P	DE 10 2012 105059 A1 (EPCOS) 12. Dezember 2013 (2013-12-12) Absätze [0074], [0080] - [0085] Absätze [0098], [0099] Abbildung 1 -----	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

22. September 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/10/2014

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

Subke, Kai-Olaf

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/065038

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2008092740 A2	07-08-2008	AT 540434 T	15-01-2012
		CN 101601147 A	09-12-2009
		DE 102007004813 A1	14-08-2008
		EP 2126995 A2	02-12-2009
		JP 5167280 B2	21-03-2013
		JP 2010517311 A	20-05-2010
		US 2009320255 A1	31-12-2009
		WO 2008092740 A2	07-08-2008

DE 102012101351 A1	22-08-2013	DE 102012101351 A1	22-08-2013
		WO 2013124146 A1	29-08-2013

DE 102012105059 A1	12-12-2013	DE 102012105059 A1	12-12-2013
		WO 2013186121 A1	19-12-2013
