

(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

11. Dezember 2014 (11.12.2014)



WIPO | PCT



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2014/195368 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B23K 35/34 (2006.01) B23K 35/02 (2006.01)

B23K 1/00 (2006.01) B22F 7/06 (2006.01)

B23K 35/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/061612

(22) Internationales Anmeldedatum:

4. Juni 2014 (04.06.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2013 009 835.1 7. Juni 2013 (07.06.2013) DE

(71) Anmelder: FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG
E.V. [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80686 München (DE).

(72) Erfinder: DANI, Ines; Garnsdorfer Straße 5, Lichtenau
09244 (DE). ROCH, Aljoscha; Zachengrundring 132,
01328 Dresden (DE). STEPIEN, Lukas; Dobritzer Straße
47, 01237 Dresden (DE).

(74) Anwalt: PFENNING, MEINIG & PARTNER GBR; An
der Frauenkirche 20, 01067 Dresden (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)

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

(54) Title: COMPOSITION FOR FORMING A REACTIVE LAYER SYSTEM OR MULTI-LAYER SYSTEM, AND USE THEREOF

(54) Bezeichnung : ZUSAMMENSTELLUNG FÜR DIE AUSBILDUNG EINES REAKTIVEN SCHICHTSYSTEMS ODER MULTISCHICHTSYSTEMS SOWIE DEREN VERWENDUNG

(57) Abstract: The invention relates to a composition comprising at least one suspension for forming a reactive layer system or multi-layer system, and to the use of said composition. Said composition comprises particles of at least two different metals. The metals are selected in such a way that, when supplied with energy, an exothermic reaction occurs between the different metals, wherein said metals are contained in at least one suspension or can be applied to a binding agent that can be applied to a surface of a component, such that, after forming a reactive layer system, the metals are arranged in one layer or are alternately arranged in the layers of a reactive multi-layer system.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Zusammenstellung mit mindestens einer Suspension für die Ausbildung eines reaktiven Schichtsystems oder Multischichtsystems sowie deren Verwendung. Dabei sind Partikel mindestens zweier unterschiedlicher Metalle Bestandteil der Zusammenstellung. Die Metalle sind so ausgewählt, dass bei einem Energieeintrag eine exotherme Reaktion zwischen den unterschiedlichen Metallen erfolgt, wobei die Metalle in mindestens einer Suspension enthalten oder auf einen Binder, der auf eine Oberfläche eines Bauteils aufbringbar ist, auftragbar sind, so dass nach der Ausbildung eines reaktiven Schichtsystems die Metalle in einer Schicht oder alternierend in den Schichten eines reaktiven Multischichtsystems angeordnet sind



WO 2014/195368 A1

Zusammenstellung für die Ausbildung eines reaktiven Schichtsystems oder
Multischichtsystems sowie deren Verwendung

5 Die Erfindung betrifft eine Zusammenstellung für die Ausbildung eines reaktiven Schichtsystems oder Multischichtsystems sowie deren Verwendung. Dabei ist die Zusammenstellung bevorzugt mit mindestens einer Suspension gebildet.

10 Insbesondere für eine lokal gezielte Erwärmung, wie sie beispielsweise bei stoffschlüssigen Fügeverfahren erforderlich sein kann, werden reaktive Multischichtsysteme eingesetzt. Diese bestehen aus alternierend angeordneten Schichten, die aus bzw. mit jeweils einem unterschiedlichen Metall und mit sehr kleinen Schichtdicken gebildet sind. Durch einen externen Energieeintrag kann bei Bedarf eine exotherme Reaktion der entsprechend ausgewählten
15 Metalle ausgelöst werden, was zu einer Erwärmung im bzw. um den Bereich des reaktiven Multischichtsystems führt, die beispielsweise zum Löten, Schweißen oder dem Aushärten genutzt werden kann.

Bisher ist es üblich, solche reaktiven Multischichtsysteme durch an sich bekannte Vakuumbeschichtungsverfahren auszubilden. Zur Erhöhung der Flexibilität beim Einsatz werden Folien hergestellt, die dann vor Ort für einen Fügeprozess genutzt werden können. Dies ist beispielsweise in DE 10 2010 060 937 A1 beschrieben.

Dabei liegt es auf der Hand, dass diese Form der Herstellung sehr aufwändig und mit erhöhten Kosten verbunden ist. Außerdem sind bei Lagerung und Transport bestimmte Sicherheitsbedingungen einzuhalten. Probleme bereitet es auch, indem Folien dieser reaktiven Mehrschichtsysteme in die gewünschte Geometrie gebracht oder in dieser Geometrie hergestellt werden müssen, was die Flexibilität aber wieder einschränkt.

Schwierigkeiten bestehen außerdem beim Einsatz von reaktiven Multischichtsystemen an Bauteilen oder Komponenten, die dreidimensional konturierte Oberflächen aufweisen, die wenn überhaupt nur sehr schwer beschichtet oder mit den Folien belegt werden können.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, Möglichkeiten anzugeben mit denen eine lokal gezielte Erwärmung durch reaktive Schichtsysteme, die mit exotherm reagierenden Metallen gebildet sind, kostengünstiger, einfacher und mit erhöhter Flexibilität erreichbar ist.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einer Zusammenstellung, die die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist, gelöst. Der Anspruch 8 gibt Verwendungen dieser Zusammenstellung an. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung können mit in untergeordneten Ansprüchen bezeichneten Merkmalen realisiert werden.

Die erfindungsgemäße Zusammenstellung mit Partikeln mindestens zweier unterschiedlicher Metalle gebildet, die in mindestens einer Suspension enthalten sind oder die Metalle sind in Verbindung mit einem Binder Bestandteil der Zusammenstellung. Dabei kann ein Binder auf eine Oberfläche eines Bauteils aufgebracht werden und auf den aufgetragenen Binder können dann die Metallpartikel aufgetragen werden, was bevorzugt durch Sprühen erfolgen

kann. Als Binder kann dabei beispielsweise ein geeignetes Adhäsiv oder Gel eingesetzt werden.

5 Eine oder mehrere Suspension(en) enthalten Partikel zweier unterschiedlicher Metalle in einer Flüssigkeit.

10 Die Metalle, die bei der erfindungsgemäßen Zusammenstellung eingesetzt werden, sind so ausgewählt, dass bei einem Energieeintrag eine exotherme Reaktion zwischen den unterschiedlichen Metallen nach der Ausbildung eines reaktiven Schichtsystems in einer Schicht oder alternierend in den Schichten eines reaktiven Multischichtsystems angeordnet sind, erfolgt.

15 Es können auch Metallpartikel eingesetzt werden, die mit zwei unterschiedlichen Metallen nach einem gemeinsamen Mahlvorgang, der bevorzugt in einer Kugelmühle durchgeführt wird, gebildet sind.

Die metallischen Partikel sollten eine Partikelgröße kleiner 5µm, bevorzugt kleiner 1 µm aufweisen.

20 In einer Suspension, sofern eine Suspension eingesetzt wird und die Partikel nicht direkt aufgetragen/aufgesprüht werden, sollten neben den metallischen Partikeln und der Flüssigkeit, die bevorzugt kein Wasser ist oder kein Wasser enthält, ein Dispergiermittel, ein Dispergierhilfsmittel und/oder ein Bindemittel enthalten sein. Der Verzicht auf Wasser hat den Vorteil, dass eine Oxidation der Metalle vermieden werden kann. Als Flüssigkeit können beispielsweise
25 Alkohole, wie Ethanol, Methanol, Isopropanol u.a. eingesetzt werden. Als Dispergier- oder Dispergierhilfsmittel können Tenside oder andere oberflächenaktive chemische Verbindungen eingesetzt werden, die eine Agglomeration der Metallpartikel vermeiden und eine homogene Verteilung der Metallpartikel mit verbessertem Benetzungsverhalten in der Flüssigkeit ermöglichen.
30

Als Bindemittel können langkettige Polymere, z.B. Ethylcellulose, Methylcellulose, Nitrocellulose, Kolophonium, Polyacrylsäure u.a. eingesetzt werden. Der Anteil und die Auswahl sollten so getroffen werden, dass für die Suspension
35 bei der jeweiligen Temperatur, bei der ein Auftrag der jeweiligen Suspension auf ein Bauteil oder eine Komponente erfolgt, eine Viskosität erreicht werden

kann, die eine gute Verarbeitbarkeit gewährleistet.

Bei der erfindungsgemäßen Zusammenstellung kann eine Suspension, bei der in der Flüssigkeit zwei geeignete Metalle in Partikelform enthalten sind, eingesetzt werden. Es können aber auch zwei Suspensionen A und B genutzt werden, um ein reaktives Multischichtsystem auszubilden, bei dem Schichten in alternierender Anordnung übereinander mit den beiden Suspensionen A und B, in denen jeweils ein unterschiedliches Metall enthalten ist, eingesetzt werden. Es kann aber auch ein flüssiges und/oder ein in einer Suspension enthaltenes Lot Bestandteil der Zusammenstellung sein. Das Lot kann auf eine Oberfläche eines ausgebildeten reaktiven Schichtsystems oder Multischichtsystems aufgebracht werden und mittels der bei der exothermen Reaktion hervorgerufenen Erwärmung temporär zur Ausbildung einer stoffschlüssigen Lotverbindung aufgeschmolzen werden.

Insbesondere wenn die erfindungsgemäße Zusammenstellung mit zwei Suspensionen A und B und/oder einem Lot als Komponenten der Zusammenstellung eingesetzt werden, kann man diese in englischer Sprache auch als „set“ bezeichnen.

Bei der Erfindung besteht aber auch die Möglichkeit, bei einer Zusammenstellung mehr als zwei unterschiedliche Suspensionen A und B einzusetzen. Diese können dann lokal an verschiedenen Orten oder innerhalb eines reaktiven Multischichtsystems auch übereinander Schichten ausbilden. Im erstgenannten Fall können dabei gezielt bestimmte Temperaturen bei der exothermen Reaktion erreicht werden, die in Bereichen der beschichteten Bauteilfläche höher oder niedriger sein können. Dies kann einmal durch Auswahl der jeweiligen Metalle, worauf nachfolgend noch zurück zu kommen sein wird, und/oder die jeweils enthaltenen Metallanteile beeinflusst werden. Die günstigsten Verhältnisse für einen effektiven Umsatz bei der exothermen Reaktion lassen sich bei Einhaltung der optimalen stöchiometrischen Anteile der enthaltenen Metalle erreichen.

Mit den reaktiven Schichtsystemen bzw. den reaktiven Multischichtsystemen können Temperaturen bis zu 3000 °C erreicht werden. Der Vorteil des ausgenutzten Effektes für eine Erwärmung liegt dabei auch in der kurzen Zeit für die

Erwärmung und Abkühlung und zusätzlich der lokal begrenzt möglichen Erwärmung an einem oder mehreren Bauteil(en), die auch definiert erfolgen kann.

5 Bei der Erfindung können unterschiedliche Metallpaare eingesetzt werden, deren exotherme Reaktion ausgenutzt werden kann. Dies sind beispielsweise Gruppe I - Ni/Ti, Ti/Al, Y/Ag, Zr/Al, Y/Cu- Gruppe II - Ni/Al, Ni/Zr, Ru/Al, Pd/Sn, Pd/Zn, Co/Al, - Gruppe III - Ti/Si, Zr/Si, Pt/Al und Ni/Si. Bei den Paaren der
10 Gruppe I handelt es sich um niederenergetische, die eine geringere Erwärmung und Temperatur erreichen. Die Gruppe II betrifft mittelergetische und die Gruppe III höherenergetische Paarungen, mit denen Temperaturen auch oberhalb 450 °C erreicht werden können, die beispielsweise beim Hartlöten genutzt werden können. Es können auch Ti/CuO, Al/CuO, Al/Fe₂O₃, Al/FeO eingesetzt werden.

15 Bei Einsatz von Al und Eisenoxid (FeO und Fe₂O₃), auch bekannt als Thermit tritt eine Redoxreaktion auf. Die Reaktionsprodukte sind dann Aluminiumoxid und Eisen. Bei den zuvor genannten Systemen (wie z.B. mit Ni/Al) wird eine entsprechende Legierung gebildet.

20 Wie bereits angesprochen, kann auch ein flüssiges und/oder ein in einer Suspension enthaltenes Lot Bestandteil der Zusammenstellung sein, das Lot kann auf eine Oberfläche eines ausgebildeten reaktiven Schichtsystems oder Multischichtsystems aufgebracht und infolge der exothermen Reaktion für eine
25 Ausbildung einer stoffschlüssigen Lotverbindung temporär aufgeschmolzen werden. Als Flüssiglot ist beispielsweise eine eutektische Zinnlegierung, wie z.B. Sn63Pb37 bekannt. Es kann aber auch eine Glasfritte für ein Glaslot eingesetzt werden. Die Glasfritte kann dabei in einer Suspension enthalten und so verarbeitet werden.

30 Der Energieeintrag zum Auslösen der exothermen Reaktion kann durch Bestrahlung, z.B. mittels Laserstrahl, auf elektrischem Weg, z.B. durch Funkenabriss oder auch mechanisch, z.B. durch eine ausgeübte Kraftwirkung, erreicht werden.

35 Eine bei der Erfindung einsetzbare Suspension sollte bevorzugt eine pastöse

Konsistenz aufweisen, welche eine Viskosität im Bereich 1 mPa*s bis 10000 mPa*s, bevorzugt aber eine Viskosität im Bereich 10 mPa*s bis 1000 mPa*s, bei der Verarbeitungstemperatur der jeweiligen Suspension, liegt. Dabei kann der Auftrag einer Suspension in einfacher Form manuell, bevorzugt jedoch mit einem Druckverfahren erfolgen. Es kann dabei gezielt eine jeweilige Schichtdicke eingestellt werden. Außerdem können jeweils gewünschte Geometrien einer mit einer Suspension ausgebildeten Schicht eines reaktiven Schichtsystems oder reaktiven Multischichtsystems ausgebildet werden. Es können zweidimensionale aber auch dreidimensionale Geometrien ausgebildet werden. Es besteht aber auch die Möglichkeit lokal gezielt Bereiche mit unterschiedlicher Schichtdicke oder unterschiedlicher Anzahl an Schichten eines reaktiven Multischichtsystems auszubilden, wodurch entsprechend lokal differenziert unterschiedliche Temperaturen erreicht werden können. Dies ist aber auch durch den Einsatz unterschiedlicher Metalle und/oder Metallanteile in lokal begrenzten Bereichen eines reaktiven Schichtsystems bzw. reaktiven Multischichtsystems möglich. Ebenso kann eine ausgewählte lokal begrenzte Oberfläche mit einem Lot oder einer ein Lot enthaltenden Suspension beschichtet werden. Neben beispielsweise Siebdruckverfahren kann ein Auftrag auch mittels Dispenserdruck, Inkjet-Druck oder Aerosoljet-Druck erfolgen, was die Flexibilität bei der geometrischen Gestaltung von Schichten auch auf konturierten Oberflächen verbessert. Im einfachsten Fall kann aber auch ein Auftrag aus einer Tube oder einem ähnlichen Behältnis erfolgen.

Bei den Schichten sollten Schichtdicken im Bereich 20 nm bis 3000 µm eingehalten werden. Dabei kann bei einem mit einer Schicht, in der Partikel zweier Metalle enthalten sind, gebildetes Schichtsystem diese Schicht eine Schichtdicke im Bereich 0,5 µm bis 3000 µm aufweisen. Bei mehreren Schichten eines reaktiven Multischichtsystems sollten Schichtdicken kleiner 200 µm eingehalten sein.

Wie bereits angesprochen, können mit der Erfindung Nachteile des Standes der Technik in ihrer Wirkung reduziert oder sogar vermieden werden. So kann eine lokal definiert begrenzte, auch punktförmige Erwärmung erreicht werden. Die Herstellung kann in kürzerer Zeit und mit reduzierten Kosten erfolgen. Es können dreidimensional gestaltete Oberflächen mit reaktiven Schichtsystemen oder reaktiven Mehrschichtsystemen einfach versehen und dort

eine Fügung mit einem anderen Bauteil oder einer Komponente vorgenommen werden. Es können auch stoffschlüssige Verbindungen an Rohren oder elektrischen Kontakten ausgebildet werden.

5

Mit der Erfindung können neben den bereits erwähnten Lötverbindungen, z.B. auch Schweißverbindungen hergestellt werden. Dies kann auch unter Verzicht auf Zusatzwerkstoff erreicht werden, indem der Grundwerkstoff von zu fügenden Teilen ausreichend erwärmt und ggf. zusätzlich eine Druckkraft im Fügebereich ausgeübt wird. Es ist so auch eine stoffschlüssige Verbindung von Polymeren möglich.

10

Durch ein Fügen, das mit der Erfindung erreicht werden kann, können auch Bauteile, die aus mehreren Bauteilen oder Komponenten durch Fügen erhalten werden können, hergestellt werden.

15

Nachfolgend soll die Erfindung anhand von Beispielen näher erläutert werden.

Beispiel 1

20

Es werden Al-Nanopartikel und Ni-Nanopartikel (Durchmesser < 40 nm) in einem Gemisch aus Ethylenglykol und Isopropanol, bei einem atomaren Verhältnis von 1:1, zu einer Suspension verarbeitet. Der Feststoffanteil der Suspension wird dabei auf 20 Masse-% eingestellt. Die Vermischung und Zerstörung der Agglomerate erfolgt dabei mit Hilfe einer Ultraschallsonotrode.

25

Die hergestellte Suspension wird mit einem Aerosoldrucker der Firma Optomec auf die zu fügenden Bauteile aus Messing jeweils auf eine Oberfläche, auf der jeweils einer 10 µm dicken Lotschicht aus AuSn aufgetragen ist, direkt aufgedruckt. Die Druckparameter werden dabei so gewählt, dass die Schichtdicke nach dem Trocknen der reaktiven Suspension etwa 10 µm beträgt. Die so bedruckten Bauteile werden anschließend bei 150 °C für 10 Minuten erwärmt, um verbleibende Lösemittelreste aus der Suspension zu entfernen. Die Bauteile werden mit den Oberflächen auf denen das reaktive Schichtsystem ausgebildet worden ist, aneinander gelegt und zusammengepresst.

30

35

Die Zündung der reaktiven Schicht wird dabei durch Anlegen einer elektrischen Spannung herbeigeführt. Durch die so initiierte exotherme Reaktion wird das Lot aufgeschmolzen und nach dem Erstarren eine stoffschlüssige Lötverbindung hergestellt.

Patentansprüche

5

1. Zusammenstellung für die Ausbildung eines reaktiven Schichtsystems oder Multischichtsystems, bei dem Partikel mindestens zweier unterschiedlicher Metalle, die Metalle so ausgewählt sind, dass bei einem Energieeintrag eine exotherme Reaktion zwischen den unterschiedlichen Metallen erfolgt, wobei die Metalle in mindestens einer Suspension enthalten oder auf einen Binder, der auf eine Oberfläche eines Bauteils aufbringbar ist, auftragbar sind, so dass nach der Ausbildung eines reaktiven Schichtsystems die Metalle in einer Schicht oder alternierend in den Schichten eines reaktiven Multischichtsystems angeordnet sind.

10

15

2. Zusammenstellung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die metallischen Partikel eine Partikelgröße kleiner 5 µm aufweisen.

3. Zusammenstellung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Suspension neben den metallischen Partikeln und der Flüssigkeit, die bevorzugt kein Wasser ist oder kein Wasser enthält, ein Dispergiermittel, ein Dispergierhilfsmittel und/oder ein Bindemittel enthalten ist/sind.

20

4. Zusammenstellung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Metalle, die in der/den Suspension(en) enthalten sind, ausgewählt sind aus jeweils den Paaren Ni/Ti, Ti/Al, Y/Ag, Zr/Al, Y/Cu, Ni/Al, Ni/Zr, Ru/Al, Pd/Sn, Pd/Zn, Co/Al, Ti/Si, Zr/Si, Pt/Al und Ni/Si, Ti/CuO, Al/CuO, Al/Fe₂O₃, Al/FeO.

25

5. Zusammenstellung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein flüssiges und/oder ein in einer Suspension enthaltenes Lot Bestandteil der Zusammenstellung ist, das auf eine Oberfläche eines ausgebildeten reaktiven Schichtsystems oder Multischichtsystems aufbringbar ist.

30

- 5 6. Zusammenstellung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Suspension eine Konsistenz aufweist, wobei bevorzugt eine Viskosität im Bereich 1 mPa*s bis 10000 mPa*s bei der Verarbeitungstemperatur der jeweiligen Suspension eingehalten ist.
7. Verwendung einer Zusammenstellung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum stoffschlüssigen Verbinden von Bauteilen oder Komponenten.
- 10 8. Verwendung einer Zusammenstellung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Ausbildung eines reaktiven Schichtsystems oder eines reaktiven Multischichtsystems durch ein Druckverfahren, wobei Schichtdicken im Bereich 20 nm bis 3000 µm ausgebildet werden.
- 15 9. Verwendung einer Zusammenstellung nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Ausbildung eines reaktiven Schichtsystems oder eines reaktiven Multischichtsystems in zweidimensionaler Gestaltung, wobei bevorzugt Bereiche mit unterschiedlicher Schichtdicke und/oder Bereiche mit unterschiedlichen Metallen und/oder Metallanteilen und/oder lediglich Teilbereiche eines reaktiven Schichtsystems oder reaktiven Multischichtsystems mit einem Lot beschichtet werden.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/061612

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23K35/34 B23K1/00 B23K35/00 B23K35/02 B22F7/06
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 B23K B32B H05K

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2011 102555 A1 (FORSCHUNGSZENTRUM JUELICH GMBH [DE]; RWTH AACHEN [DE]) 29 November 2012 (2012-11-29) paragraphs [0001], [0011] - [0045] -----	1-4,6,7
X	DE 10 2007 020389 A1 (AIRBUS GMBH [DE] AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]) 6 November 2008 (2008-11-06) paragraphs [0001], [0011] - [0022], [0032] - [0071] figures 1-4 -----	1,4-7,9
X	WO 2010/107824 A1 (UNIV MASSACHUSETTS [US]; UNIV NORTHEASTERN [US]; GU ZHIYONG [US]; CUI) 23 September 2010 (2010-09-23) page 27, line 12 - page 29, line 7 page 35, line 28 - page 37, line 24 ----- -/-	1,2,4, 6-8



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

29 October 2014

Date of mailing of the international search report

07/11/2014

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

Stocker, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/061612

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2009 022584 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE] FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]; UNIV DRES) 26 November 2009 (2009-11-26) paragraphs [0001], [0008] - [0011], [0016], [0019] - [0025] -----	1,4,6,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/061612

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011102555 A1	29-11-2012	DE 102011102555 A1	29-11-2012
		WO 2012159607 A1	29-11-2012

DE 102007020389 A1	06-11-2008	NONE	

WO 2010107824 A1	23-09-2010	US 2012015211 A1	19-01-2012
		US 2012132644 A1	31-05-2012
		WO 2010107822 A2	23-09-2010
		WO 2010107824 A1	23-09-2010

DE 102009022584 A1	26-11-2009	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B23K35/34	B23K1/00
	B23K35/00	B23K35/02
		B22F7/06
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B22F B23K B32B H05K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2011 102555 A1 (FORSCHUNGSZENTRUM JUELICH GMBH [DE]; RWTH AACHEN [DE]) 29. November 2012 (2012-11-29) Absätze [0001], [0011] - [0045] -----	1-4,6,7
X	DE 10 2007 020389 A1 (AIRBUS GMBH [DE] AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]) 6. November 2008 (2008-11-06) Absätze [0001], [0011] - [0022], [0032] - [0071] Abbildungen 1-4 -----	1,4-7,9
X	WO 2010/107824 A1 (UNIV MASSACHUSETTS [US]; UNIV NORTHEASTERN [US]; GU ZHIYONG [US]; CUI) 23. September 2010 (2010-09-23) Seite 27, Zeile 12 - Seite 29, Zeile 7 Seite 35, Zeile 28 - Seite 37, Zeile 24 ----- -/-	1,2,4, 6-8
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
29. Oktober 2014		07/11/2014
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 Stocker, Christian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2009 022584 A1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE] FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]; UNIV DRES) 26. November 2009 (2009-11-26) Absätze [0001], [0008] - [0011], [0016], [0019] - [0025] -----	1,4,6,7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/061612

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011102555 A1	29-11-2012	DE 102011102555 A1	29-11-2012
		WO 2012159607 A1	29-11-2012

DE 102007020389 A1	06-11-2008	KEINE	

WO 2010107824 A1	23-09-2010	US 2012015211 A1	19-01-2012
		US 2012132644 A1	31-05-2012
		WO 2010107822 A2	23-09-2010
		WO 2010107824 A1	23-09-2010

DE 102009022584 A1	26-11-2009	KEINE	
