(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
30. Dezember 2009 (30.12.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/156202 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 41/083 (2006.01) *H01L 41/24* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/054827

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. April 2009 (22.04.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 002 504.6 18. Juni 2008 (18.06.2008) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **ESCHENBACHER, Cosima** [DE/DE]; Anne-Frank-Str. 1, 71701 Schwieberdingen (DE). **HEJTMANN, Georg** [DE/DE]; Seelhofenstr. 43, 74395 Mundelsheim (DE). **LINDEMANN, Gert** [DE/DE]; Lerchenweg 10, 72805 Lichtenstein (DE). **EISELE, Ulrich** [DE/DE]; Boecklerstr. 6 B, 70199 Stuttgart (DE). **SPREMO, Ivan** [DE/DE]; Rotebuehlstrasse 143b, 70197 Stuttgart (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(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, CN, CO, CR, CU, CZ, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (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, SE, SI, SK, 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**: METHOD FOR THE PRODUCTION OF A STACKED PIEZOACTUATOR AND PIEZOACTUATOR

(54) **Bezeichnung**: VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINES GESTAPELTEN PIEZOAKTORS SOWIE PIEZOAKTOR

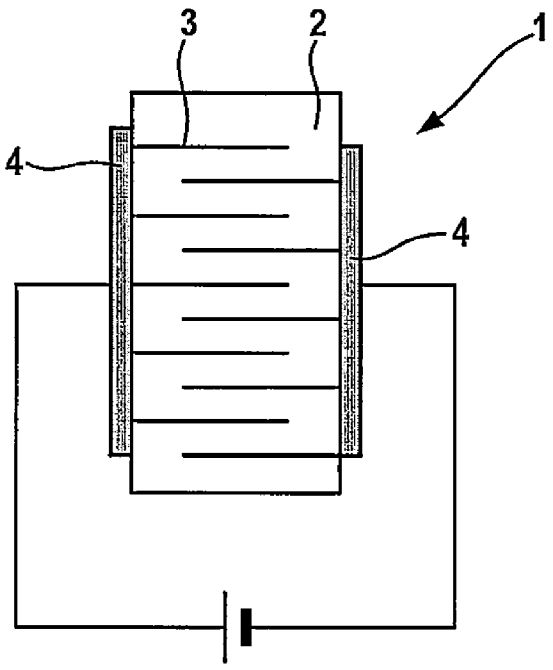


Fig. 1

(57) **Abstract**: The invention relates to a method for the production of a stacked piezoactuator (1) comprising the following steps: producing (S1) multiple ceramic green bodies from ceramic raw material; stacking (S3) the multiple ceramic green bodies to form a stacked construction, wherein an interior electrode (3) is disposed between two ceramic green bodies, respectively; and co-sintering (S5) the stacked construction in order to form the stacked piezoactuator.

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Stapel-Piezoaktors (1), mit folgenden Schritten: Herstellen (S1) von mehreren keramischen Grünkörpern aus keramischen Rohmaterial; Stapeln (S3) der mehreren keramischen Grünkörpern zu einem Stapelaufbau, wobei zwischen jeweils zwei keramische Grünkörper eine Innenelektrode (3) angeordnet wird;und Co-Sintern (S5) des Stapelaufbaus, um den Stapel-Piezoaktor zu bilden.

WO 2009/156202 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)*

Beschreibung

Titel

Verfahren zum Herstellen eines gestapelten Piezoaktors sowie Piezoaktor

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von Piezoaktoren, die durch Stapeln von Keramikschichten hergestellt werden.

Stand der Technik

Piezoaktoren sind polarisierte, keramische Bauelemente aus piezoelektrischem Material, die sich bei Anlegen eines elektrischen Felds in Richtung des elektrischen Felds ausdehnen. Derartige Piezoaktoren finden in vielen technischen Bereichen Anwendung als Stellelemente. Ein besonderes Anwendungsgebiet stellen die durch piezoelektrische Aktoren angesteuerten Einspritzventile für Kraftstoff in Zylinder von Verbrennungsmotoren dar. Hierbei wird die spannungs- oder ladungsgesteuerte Auslenkung des Piezoaktors zur Positionierung eines Einspritzventils genutzt, die den Hub einer Düsennadel des Einspritzventils bewirkt. Ein großer Vorteil der Piezoaktoren besteht darin, dass sie präzise und sehr schnell ausgelenkt werden können und dabei hohe Kräfte ausüben können.

Die für die Ansteuerung des piezoelektrischen Materials benötigten elektrischen Feldstärken sind vergleichsweise hoch, sodass derartige Piezoaktoren als Vielschichtaktoren ausgebildet werden, um mit bei einer moderaten elektrischen Ansteuerspannungen eine nennenswerte Ausdehnung zu erhalten. Die Vielschich-

taktoren umfassen einen Schichtverbund aus dünnen Keramikschichten aus piezoelektrischem Material mit dazwischen liegenden metallischen Innenelektroden. Die Innenelektroden werden wechselseitig nach außen geführt und mit Außenelektroden verbunden, die z.B. seitlich, das heißt längs zur Stapelrichtung, angeordnet sind. D.h.. jede zweite Innenelektrode ist mit einer der Außenelektroden und jede dazwischen liegende Innenelektrode mit der entsprechend anderen Außenelektrode verbunden.

Eine übliche Dicke einer Keramikschicht eines Piezoaktors beträgt 100 µm, sodass bei einer angelegten Steuerspannung von ca. 200 Volt an jeder aktiven Keramikschicht ein elektrisches Feld von ca. 2 kV/mm anliegt. Eine typische Bauform eines derartigen Piezoaktors besteht aus 300 aktiven Keramikschichten mit einer jeweiligen Schichtdicke von 90 µm und einer Ag-Pd-Innenelektrode mit einer Dicke von 2 bis 3 µm.

Für die Serienfertigung von Vielschichtpiezoaktoren werden flexible Keramikfolien mit einer Dicke von ca. 110 µm mit metallischen Innenelektrodenschichten bedruckt aufeinander gestapelt und in einem Laminierprozess bei hoher Temperatur und hohem Druck miteinander verbunden. Anschließend werden aus den aufgebauten Blöcken eine Vielzahl von quaderförmigen Piezoaktoren ausgesägt. Nach dem Vereinzeln der Piezoaktoren werden diese thermischen Prozessen zunächst zum Entbindern und anschließend zum Sintern unterzogen, wobei zunächst die organischen Bestandteile in dem verwendeten Keramikmaterial ausgetrieben werden, um anschließend bei hoher Temperatur von ca. 1000 °C den Sinterprozess zu starten. Erst bei der Sinterung entsteht ein polykristallines Keramikgefüge bestehend aus Körnern mit statistisch unterschiedlich orientierten Domänen.

Bei obigem Herstellungsprozess werden Keramik und Metall (Innenelektroden) gemeinsam gesintert. Ein derartiger Prozess wird Co-Sintern genannt.

Nach dem Sintern werden die Aktoroberflächen geschliffen und eine Grundmetallisierung auf den Seitenflächen aufgebracht, um Außenelektroden zu bilden, die

jeweils jede zweite Innenelektrode kontaktieren. Durch eine so genannte Heißpolarisation, die auf das Aufbringen der Grundmetallisierung folgt, erhalten die Keramikschichten des Piezoaktors einen bleibenden Polarisationszustand, um den Piezoeffekt bei den Keramikschichten zu ermöglichen. Der Piezoeffekt wirkt bei elektrischer Ansteuerung, indem der Piezoaktor eine reversible Längenänderung ausführt.

Anschließend werden auf die Grundmetallisierung noch Außenelektroden aufgebracht und die Mantelflächen des Piezoaktors elektrisch isoliert.

Eine weitere Bauform der Piezoaktoren sind so genannte Hochvoltaktoren. Diese weisen gegenüber Vielschichtaktoren deutlich erhöhte Schichtdicken von größer gleich 500 µm auf und werden somit zum Erreichen der gleichen elektrischen Feldstärke typischerweise mit elektrischen Spannungen von größer gleich 1 kV angesteuert.

Im Gegensatz zu dem oben beschriebenen Verfahren zum Herstellen eines Piezoaktors durch Stapeln von Keramikfolien werden Hochvoltaktoren aus einzelnen bereits gesinterten Keramikscheiben und Innenelektrodenblechen durch Stapeln und Kleben aufgebaut. Sie werden deshalb auch oft Stapelaktoren genannt. Um mechanische Spannungen und dadurch Risse in den Keramikscheiben zu vermeiden, müssen diese ebene und glatte Stirnflächen aufweisen. Dies lässt sich nur durch mechanisches Bearbeiten, wie z.B. Schleifen, Glätten, bzw. durch hochpräzises Trennen einzelner Scheiben aus einem größeren Block z.B. mit einer Diamantsäge erreichen.

Eine solche Bearbeitung ist aufwendig und die Ausbeute des Herstellungsverfahrens ist beschränkt, da sich mechanische Spannungen auf die bereits gesinterten Keramikscheiben nicht vollständig vermeiden lassen.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Hochvoltpiezoaktors zur Verfügung zu stellen, das weniger aufwendig ist und ins-

besondere die Nachteile, die sich durch auftretende mechanische Spannungen ergeben können, vermieden werden.

Offenbarung der Erfindung

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren zur Herstellung eines Piezoaktors gemäß Anspruch 1 sowie den Piezoaktor gemäß dem nebengeordneten Anspruch gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Gemäß einem Aspekt ist ein Verfahren zum Herstellen eines Stapel-Piezoaktors vorgesehen. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte:

- Herstellen von mehreren keramischen Grünkörpern aus keramischen Rohmaterial;
- Stapeln der mehreren keramischen Grünkörpern zu einem Stapelaufbau, wobei zwischen jeweils zwei keramische Grünkörper eine Innenelektrode angeordnet wird;
- Co-Sintern des Stapelaufbaus, um den Stapel-Piezoaktor zu bilden.

Eine Idee der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Hochvoltpiezoaktor aus nicht gesinterten keramischen Grünkörpern und dazwischen angeordneten Metallisierungsschichten aufzubauen und anschließend die keramischen Grünkörper und die Metallisierungsschichten in einem Co-Sinterprozess miteinander zu verbinden. Dadurch entfällt die mechanische Nachbearbeitung von einzelnen gesinterten Keramikscheiben, was zu einem deutlich weniger aufwendigen Herstellungsprozess führt, wobei zudem die Zuverlässigkeit des Herstellungsprozesses erhöht werden kann, da mechanische Spannungen weitgehend vermieden werden können.

Weiterhin kann die Innenelektrode durch Bedrucken eines der keramischen Grünkörpers mit leitfähigem Material oder durch Anordnen einer leitfähigen Folie zwischen zwei Grünkörper gebildet werden.

Das keramische Rohmaterial kann einen Binder enthalten, wobei vor dem Schritt des Co-Sinterns durch einen thermischen Prozess das Rohmaterial entbindert wird. Nach dem Co-Sintern kann weiterhin ein Heißpolarisationsprozess durchgeführt werden.

Die keramischen Grünkörper können durch Extrudieren aus keramischen Rohmaterial hergestellt werden. Alternativ können die keramischen Grünkörper durch Heraustrennen aus einem Block aus gepresstem keramischen Rohmaterial hergestellt werden.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Hochvoltpiezoaktors in Stapelbauweise;

Figur 2 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung der Abfolge der Verfahrensschritte für das Herstellungsverfahren zum Herstellen eines Piezoaktors in Stapelaufbauweise.

Beschreibung von Ausführungsformen

In Figur 1 ist eine schematische Darstellung eines Piezoaktors 1 in Stapelaufbauweise dargestellt. Der Piezoaktor 1 weist flächige Keramikelemente 2 auf, zwischen denen eine leitende Schicht eingebracht ist. Die leitende Schicht, die zwischen den Keramikelementen 2 angeordnet ist, stellen die Innenelektroden 3 des Piezoaktors 1 dar. Die Innenelektroden 3 sind wechselseitig zu verschiedenen Bereichen bzw. Seitenflächen (zur Stapelrichtung der Keramikelemente 2) nach außen geführt, so dass eine dort aufgebrachte Außenelektrode 4 jede zweite (in Stapelrichtung) Innenelektrode 3 kontaktiert. Somit kontaktieren die zwei Außenelektroden 4 des Piezoaktors 1 jeweils jede zweite Innenelektrode 3.

In Fig. 2 ist ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung eines Verfahrens zur Herstellung des Hochvoltpiezoaktors dargestellt.

Zum Aufbau des Hochvoltpiezoaktors werden zunächst in Schritt S1 keramische Grünkörper hergestellt. Als keramischer Grünkörper wird ungesintertes keramisches Material in bestimmter Form, vorzugsweise in stapelbarer Scheibenform, bezeichnet. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel entspricht die Form der Grünkörper im Wesentlichen der Form der Keramikelemente 2. Die Formgebung der Grünkörper kann bspw. durch Trockenpressen von keramischem Material bzw. durch Extrudieren von keramischem Material in einen Formkörper hergestellt werden.

Im Unterschied zu dem eingangs beschriebenen Verfahren zum Aufbau eines geschichteten Piezoaktors werden die keramischen Grünkörper nicht aus fließfähigem (aufwendig herzustellendem) Rohmaterial gegossen, sondern aus keramischem Rohmaterial als Trockenmasse bzw. als Trockenmasse mit Binder direkt hergestellt. Die Grünkörper werden z.B. als Blättchen bzw. Scheiben mit einer Dicke von 100µm bis 1mm und einer Fläche von 0,2 cm^2 bis 1cm^2 ausgebildet.

Die Grünkörper können entweder als einzelne Elemente oder in Blocktechnik hergestellt werden, wobei in letzterem Fall die einzelnen Grünkörper aus dem Keramikblock herausgeschnitten werden müssen, um die benötigten Grünkörper zu erhalten.

Das keramische Rohmaterial liegt bspw. als Keramikpulver vor, dem optional ein Bindermaterial zugesetzt werden kann, um eine ausreichende mechanische Stabilität der noch nicht gesinterten Grünkörper für die nachfolgenden Verarbeitungsschritte zu erlangen.

In Schritt S2 werden die so hergestellten keramischen Grünkörper nun entweder mit leitfähigem Material bedruckt, um entsprechende Innenelektroden zu schaffen,

oder es wird zwischen die keramischen Grünkörper die Innenelektroden in Form von leitfähigen Folien bzw. Metallfolien eingelegt und so ein Stapelaufbau durch wechselweise Stapelung (S3) eines keramischen Grünkörpers und einer Metallfolie aufzubauen.

Anschließend wird in Schritt S4 der so erhaltene Stapelaufbau unter Druck und erhöhter Temperatur zu einem monolithischen Körper verdichtet, so dass sich das Material der Grünkörper und das dazwischen liegende leitfähige Material miteinander verbinden.

In Schritt S5 wird der verdichtete Stapelaufbau anschließend in einem Temperaturschritt gegebenenfalls entbindert und anschließend co-gesintert und heiß polarisiert.

Im Gegensatz zu bislang bekannten Verfahren wird der gestapelte Piezoaktor nicht durch Verwendung von Keramikfolien hergestellt, die Keramikmaterial aufweisen, das mit einer Fließeigenschaft versehen ist. Derartige Keramikfolien müssen gegossen werden, was ein vergleichsweise aufwendiger Prozessschritt ist. Dagegen sieht das hierin vorgeschlagene Verfahren vor, durch Pressformgebung von keramischem Rohmaterial keramische Grünkörper zu erhalten, die eine ausreichende Stabilität aufweisen, um diese mit entsprechenden Innenelektroden in einen Stapelaufbau zu bringen, der anschließend verdichtet und gesintert wird.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Herstellen eines Stapel-Piezoaktors (1), mit folgenden Schritten:

- Herstellen (S1) von mehreren keramischen Grünkörpern aus keramischen Rohmaterial;
- Stapeln (S3) der mehreren keramischen Grünkörpern zu einem Stapelaufbau, wobei zwischen jeweils zwei keramische Grünkörper eine Innenelektrode (3) angeordnet wird;
- Co-Sintern (S5) des Stapelaufbaus, um den Stapel-Piezoaktor zu bilden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Innenelektrode durch Bedrucken (S2) eines der keramischen Grünkörpers mit leitfähigem Material oder durch Anordnen einer leitfähigen Folie zwischen zwei Grünkörper gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das keramische Rohmaterial einen Binder enthält, wobei vor dem Schritt des Co-Sinterns durch einen thermischen Prozess (S4) das Rohmaterial entbindert wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei nach dem Co-Sintern ein Heißpolarisationsprozess durchgeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die keramischen Grünkörper durch Extrudieren aus keramischem Rohmaterial hergestellt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die keramischen Grünkörper durch Heraustrennen aus einem Block aus gepresstem keramischem Rohmaterial hergestellt werden.

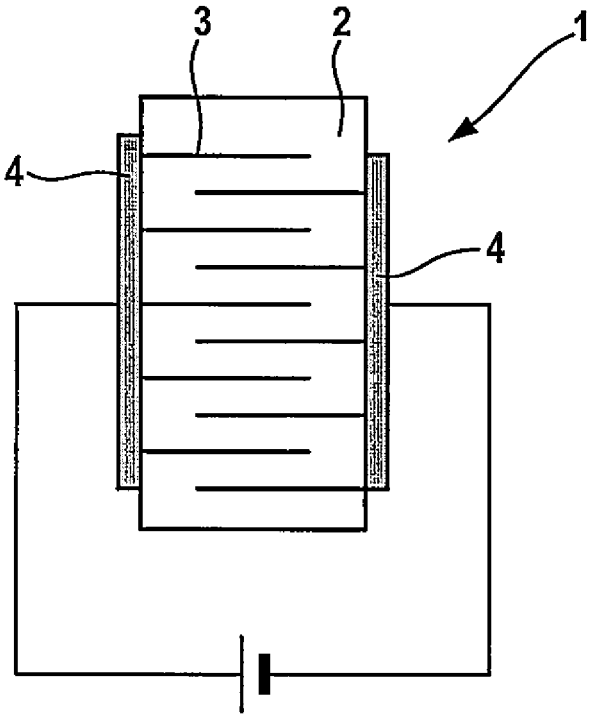


Fig. 1

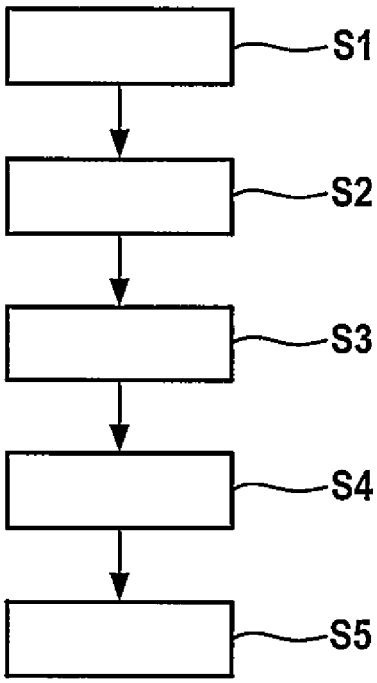


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/054827

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L41/083 H01L41/24

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

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 practical, 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	EP 0 391 419 A (MITSUI PETROCHEMICAL IND [JP]) 10 October 1990 (1990-10-10) column 12, line 35 - column 13, line 13	1-3,5
X	WO 2008/068975 A (MURATA MANUFACTURING CO [JP]; YAMAMOTO ATSUSHI [JP]; OGISO KOJI [JP];) 12 June 2008 (2008-06-12) paragraphs [0075] - [0083]	1-4
X	WO 2005/034255 A (EPCOS AG [DE]; FLORIAN HEINZ [AT]; OTTLINGER MARION [AT]; SEDLMAIER PE) 14 April 2005 (2005-04-14) page 3, line 1 - page 6, line 8	1-3

☐ 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 document 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	Date of mailing of the international search report
16 Oktober 2009	27/10/2009

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Steiner, Markus

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2009/054827

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0391419 A	10-10-1990	AT 115772 T	15-12-1994
		AT 161362 T	15-01-1998
		CA 2013903 A1	07-10-1990
		CN 1046638 A	31-10-1990
		CN 1083269 A	02-03-1994
		DE 69014954 D1	26-01-1995
		DE 69031839 D1	29-01-1998
		DE 69031839 T2	07-05-1998
		HK 56596 A	12-04-1996
WO 2008068975 A	12-06-2008	EP 2101364 A1	16-09-2009
		US 2009236945 A1	24-09-2009
WO 2005034255 A	14-04-2005	DE 10345500 A1	28-04-2005
		EP 1668714 A2	14-06-2006
		JP 2007507865 T	29-03-2007
		US 2009193636 A1	06-08-2009
		US 2007206341 A1	06-09-2007

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2009/054827

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01L41/083 H01L41/24

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01L

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	EP 0 391 419 A (MITSUI PETROCHEMICAL IND [JP]) 10. Oktober 1990 (1990-10-10) Spalte 12, Zeile 35 - Spalte 13, Zeile 13	1-3,5
X	WO 2008/068975 A (MURATA MANUFACTURING CO [JP]; YAMAMOTO ATSUSHI [JP]; OGISO KOJI [JP];) 12. Juni 2008 (2008-06-12) Absätze [0075] - [0083]	1-4
X	WO 2005/034255 A (EPCOS AG [DE]; FLORIAN HEINZ [AT]; OTTLINGER MARION [AT]; SEDLMAIER PE) 14. April 2005 (2005-04-14) Seite 3, Zeile 1 - Seite 6, Zeile 8	1-3

☐ 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" älteres Dokument, 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 anderen 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
16. Oktober 2009	27/10/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Fax: (+31–70) 340–3016	Steiner, Markus

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2009/054827

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0391419 A	10-10-1990	AT 115772 T	15-12-1994
		AT 161362 T	15-01-1998
		CA 2013903 A1	07-10-1990
		CN 1046638 A	31-10-1990
		CN 1083269 A	02-03-1994
		DE 69014954 D1	26-01-1995
		DE 69031839 D1	29-01-1998
		DE 69031839 T2	07-05-1998
		HK 56596 A	12-04-1996
WO 2008068975 A	12-06-2008	EP 2101364 A1	16-09-2009
		US 2009236945 A1	24-09-2009
WO 2005034255 A	14-04-2005	DE 10345500 A1	28-04-2005
		EP 1668714 A2	14-06-2006
		JP 2007507865 T	29-03-2007
		US 2009193636 A1	06-08-2009
		US 2007206341 A1	06-09-2007