

(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
28. September 2006 (28.09.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/100202 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B23K 26/40 (2006.01) **B23K 26/18** (2006.01)
C04B 41/88 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2006/060773

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. März 2006 (15.03.2006)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2005 013 407.6 23. März 2005 (23.03.2005) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **TECHNISCHE UNIVERSITÄT ILMENAU** [DE/DE]; Postfach 10 05 65, 98693 Ilmenau (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DRÜE, Karl-Heinz** [DE/DE]; Bussardweg 41, 98693 Ilmenau (DE). **AL-BRECHT, Arne** [DE/DE]; Sturmheide 38, 98693 Ilmenau (DE). **HINTZ, Michael** [DE/DE]; Baumschulenweg 9, 99091 Erfurt (DE).

(74) Anwalt: **ENGEL, Christoph K.**; engel patentanwaltskanzlei, Marktplatz 6, 98527 Suhl (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MC, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD FOR LASER MICROSTRUCTURING A MATERIAL USING A PROTECTIVE LAYER WITH A THRESHOLD INTENSITY DEFINED BY REFLECTION AND ABSORPTION CHARACTERISTICS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR LASER-MIKROSTRUKTURIERUNG EINES MATERIALS UNTER VERWENDUNG EINER MIT REFLEXIONS- UND ABSORPTIONSEIGENSCHAFTEN BESTIMMTEN SCHWELLINTENSITÄT AUFWEISENDEN SCHUTZSCHICHT

(57) Abstract: The invention relates to a method for microstructuring a material, whereby, during a structuring step, material is removed by means of a laser beam comprising a region with increased intensity in the beam cross-section thereof. According to the invention, a protective layer is applied to the surface to be structured before the structuring step is carried out. The threshold intensity defined by the reflection and absorption characteristics is adapted to the laser radiation such that the protective layer only evaporates in the region of the increased intensity during a pre-determined irradiation period, in order to release the material surface below for the structuring.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Mikrostrukturierung eines Materials, bei dem mit einem Laserstrahl, der in seinem Strahlquerschnitt einen Bereich mit erhöhter Intensität aufweist, in einem Strukturierungsschritt ein Materialabtrag erfolgt. Erfindungsgemäß wird vor dem eigentlichen Strukturierungsschritt eine Schutzschicht auf die zu strukturierende Oberfläche aufgebracht. Die durch die Reflexions- und Absorptionseigenschaften bestimmte Schwellintensität der Schutzschicht ist so auf die Laserstrahlung abgestimmt, dass die Schutzschicht innerhalb einer vorbestimmten Bestrahlungsperiode nur im Bereich der erhöhten Intensität verdampft, um die darunter liegende Materialoberfläche für die Strukturierung freizugeben.



WO 2006/100202 A1

VERFAHREN ZUR LASER-MIKROSTRUKTURIERUNG EINES MATERIALS UNTER VERWENDUNG EINER MIT REFLEXIONS- UND ABSORPTIONSEIGENSCHAFTEN BESTIMMTEN SCHWELLINTENSITÄT AUFWEISENDEN SCHUTZSCHICHT

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Mikrostrukturieren mithilfe einer Laserstrahlung, bei welchem ein Materialabtrag erfolgt. Die Mikrostrukturierung erfolgt vorzugsweise an Mehrstoffverbundsystemen, insbesondere an ungebrannten Keramikfolien, mit einem fokussierten Laser. Mit diesem Verfahren lässt sich insbesondere die Bearbeitungsgenauigkeit während der Mikrostrukturierung verbessern.

Unter Mikrostrukturierung ist dem Fachmann das Einbringen mikroskopisch auflösbarer topographischer Strukturen in einen Festkörper bekannt. Mikrostrukturen können generell mit unterschiedlichen Methoden eingebracht werden. Im Sinne der vorliegenden Erfindung geht es dabei um die Oberflächenbearbeitung im Mikrometerbereich mithilfe von energiereicher Strahlung, insbesondere Laserstrahlung, bei welcher am Mehrstoffverbundsystem ein Materialabtrag erfolgt. Die Mikrostrukturierung dient der Einbringung von Oberflächenschnitten oder Durchgangsbohrungen, beispielsweise um elektrische Leiterstrukturen auszubilden oder Durchbrüche im Material anzubringen.

Nach dem Stand der Technik können beispielsweise ungebrannte Keramikfolien (Low Temperature Cofired Ceramics (LTCC) oder High Temperature Cofired Ceramics (HTCC)) sowohl mechanisch (z.B. durch Stanzen oder Fräsen) als auch mittels Laser bearbeitet werden.

Bei der Laserbearbeitung der Keramikfolien unterscheidet man zwischen der Bearbeitung der Keramikfolien mit Excimer-Lasern oder mit fokussierten Lasern.

So ist aus der DE 102 12 639 z.B. ein Verfahren zur Strukturierung von Funktionspolymeren unter Verwendung eines Excimer-Lasers bekannt. Da der Querschnitt eines Excimer-Lasers im Verhältnis zu einem fokussierten Laser sehr groß ist, kann mit ihm nur eine flächenhafte Abtragung des Materials realisiert werden, wobei die Abtragungstiefe sehr präzise steuerbar ist. Nachteilig wirkt sich bei der Verwendung von Excimer-Lasern jedoch die aufgrund seines großen Querschnitts geringe Leistungsdichte aus. Dadurch ist die Abtragungstiefe eines Excimer-Laserpulses deutlich geringer als die Abtragungstiefe, die bei Verwendung eines fokussierten Laserpulses erreicht wird. Dies bewirkt wiederum, dass bei der Verwendung eines Excimer-Lasers die Bearbeitungszeit des gesamten Mikrostrukturierungsprozesses unter Umständen deutlich größer ist als bei der Verwendung von fokussierten Lasern.

Aus der DE 38 35 794 A1 ist es bekannt, eine strukturierte Keramikfolie durch direktes Schreiben mit einem Laserstrahl oder durch optische Projektion einer Maske mittels Laserlichtes auf die Oberfläche der ungebrannten Folie (Grünfolie) herzustellen. Die Maske weist Durchbrüche auf, durch die die Lasereinstrahlung auf das Objekt erfolgt. Vorzugsweise kommen hier gepulste Excimer-Laser und gepulste CO₂-Laser zum Einsatz.

Aus dem Stand der Technik ist weiterhin die Mikrostrukturierung von ungebrannten Keramikfolien mit einem fokussierten Laser bekannt. Hierbei kommen Laser mit unterschiedlicher Wellenlänge (vom Infrarot- bis zum Ultraviolett-Laser) zum Einsatz. Infrarot-Laser liefern im allgemeinen größere Leistungen, sind aber nicht so gut fokussierbar, d.h. der Brennfleckdurchmesser beträgt meist 50 µm oder mehr. Ultraviolett-

Laser erlauben Brennfleckdurchmesser von 20 μm und weniger, dafür sind meist ihre Leistung und ihre Tiefenschärfe geringer. Sie machen einen weitgehend kalten Abtrag von Material möglich, weil die kurze Wellenlänge des UV-Lasers vom Material meist stark absorbiert wird.

Aus der DE 21 42 535 C3 ist die Strukturierung der Oberfläche einer Grünfolie mittels Laserstrahlung bekannt, wobei eine oder mehrere Masken mit einem vorbestimmten Muster an Öffnungen dem Laserstrahl ausgesetzt werden. Durchgangslöcher und Leiterbahnmusterbereiche müssen in der Maske vorgesehen sein und entstehen in der Keramikfolie bei der Bearbeitung mit dem Laser gleichzeitig. Das Material für die hier verwendeten Masken darf durch die Strahlung, welche zur Strukturierung der Keramikfolie verwendet wird, nicht beeinflusst werden. Die Herstellung der Öffnungen in der Maske entsteht durch eine aufwendige Bearbeitung beispielsweise mit einem Elektronenstrahl. Zur Bearbeitung der Keramikfolien können Excimer-Laser oder fokussierte Laser verwendet werden.

Die genannten ungebrannten Keramikfolien werden auch als Grünkörper oder Grünfolien bezeichnet und sind in der Regel Mehrstoffverbundsysteme, die aus Keramikpartikeln, Glasteilchen und organischen Bindern bestehen. Die einzelnen Materialbestandteile reagieren unterschiedlich auf die eingebrachte Laserenergie, da sie unterschiedliche Schwellintensitäten aufweisen. Das heißt, dass einige Bestandteile bereits bei niedriger Energiedichte des Laserstrahls, wie sie in dessen Randbereichen auftritt, verdampfen. Deshalb und aufgrund der gaußschen Intensitätsverteilung über den Strahlquerschnitt des Laserstrahles werden die Randbezirke der Bearbeitungszonen geschädigt. Es entstehen ungewollte Verglasungen und Verfärbungen in den Randzonen der Bohrlöcher oder

der Schnittspalten, die die Bearbeitungsgenauigkeit negativ beeinflussen.

Besonders beim Einsatz von UV-Lasern bewirkt dies, dass der Vorteil der geringeren Brennfleckgröße für diese Keramikfolien (im Gegensatz z.B. zu Metallen) nicht unmittelbar genutzt werden kann und die Schnittspalte bzw. Bohrlochdurchmesser in der Praxis größer sind, als die angegebenen Brennfleckdurchmesser [„2004 International Symposium on Microelectronics“ der IMAPS in Long Beach im November 2004].

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren zur Mikrostrukturierung von Mehrstoffverbundsystemen, insbesondere von ungebrannten Keramikfolien, mit einem fokussierten Laser bereitzustellen, das die Nachteile des Standes der Technik vermeidet und mit dem die Randbezirke der Laserbohrungen bzw. Laserschnitte geschützt werden und wobei definierte Forderungen an eine minimale Strukturgröße und definierte Abtragstiefe eingehalten werden.

Erfindungsgemäß gelingt die Lösung dieser Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

Die Vorteile der Erfindung liegen insbesondere darin, dass die lateralen Abmaße der Schnittspalten bzw. Bohrlochdurchmesser auf sehr einfache und preiswerte Art reduziert und hochpräzise Kavitäten, Ausnehmungen und Microvias auf den ungebrannten Keramikfolien erzeugt werden können.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

Ein zu bearbeitendes Mehrstoffverbundsystem wird vorzugsweise mit Laserlicht im ultravioletten Bereich (UV) strukturiert. Dazu wird ein fokussierter gepulster Lasterstrahl, vorzugsweise im UV-Bereich strahlend, verwendet.

Das zu bearbeitende Mehrstoffverbundsystem ist vorzugsweise eine ungebrannte Keramikfolie. In der folgenden Beschreibung wird daher auf die ungebrannte Keramikfolie Bezug genommen, wobei dem Fachmann klar ist, dass auch andere Materialgemische mit Stoffen unterschiedlicher Schwellintensität, welche zur Laserbearbeitung geeignet sind, mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bearbeitet bzw. strukturiert werden können.

Während der Einwirkzeit eines Laserpulses werden die zu strukturierenden Materialien (Keramikfolien) schichtweise erwärmt, geschmolzen und verdampft.

Erfindungsgemäß wird auf die zu strukturierende ungebrannte Keramikfolie vor dem Strukturierungsprozess eine Schutzschicht aufgebracht, wobei das Material, aus dem diese Schutzschicht besteht, die verwendeten Laserpulse zumindest teilweise reflektiert oder absorbiert. Die durch die Reflexions- und Absorptionseigenschaften der Schutzschicht bestimmte Schwellintensität ist auf die Laserstrahlung so abgestimmt, dass die Schutzschicht nur im Bereich der erhöhten Intensität des Laserstrahls verdampft werden kann und in den Randbereichen die darunter liegende Keramikfolie schützt. Diese Abstimmung zwischen Schutzschicht und Laserstrahlung lässt sich so präzise vornehmen, dass der Bereich der erhöhten Intensität kleiner als der Brennfleck eines fokussierten Laserstrahls ist. Üblicherweise ist der Intensitätsverlauf im Strahlquerschnitt an eine gaußsche Verteilung oder eine vergleichbare nicht-lineare Verteilung angenähert, so dass im

Zentrum des Strahlquerschnitts eine deutlich höhere Energieintensität als an den Randbereichen vorherrscht.

Als Materialien für die Schutzschicht eignen sich solche, bei denen die Schwelle für den Materialabtrag relativ deutlich ausgeprägt ist. Das heißt, dass bis zum Erreichen einer Schwellintensität die Laserleistung von der Schutzschicht weitgehend reflektiert wird, während die Schutzschicht beim Erreichen der Schwellintensität verdampft. Sobald die Schutzschicht verdampft ist, kann auch das darunter liegende Material abgetragen werden. Vorteilhafterweise liegt die Schwellintensität der Schutzschicht im Bereich der Intensität des Laserstrahl im Fokus und oberhalb der niedrigsten Schwellintensität der unter der Schutzschicht liegenden Materialbestandteile der Keramikfolie.

Aufgrund der Auswahl des Materials der Schutzschicht wird also quasi eine weitere Fokussierung des Lasers erreicht, da die Schutzschicht die Laserenergie erst ab dieser Schwellintensität zum zu strukturierenden Material durchlässt, wobei dann alle Materialbestandteile nur in dem von der Schutzschicht freigegebenen Bereich verdampfen.

Es ist insbesondere möglich, die Leistungsdichte des verwendeten Lasers so auf die Schwellintensität der Schutzschicht abzustimmen, dass nur im Zentrum des Strahls ein Abtrag der Schutzschicht und des darunter liegenden Materials erfolgt, während an der Peripherie des Strahls die auf die Schutzschicht auftreffende Energie reflektiert wird, somit die Schutzschicht und das darunter liegende Material unversehrt bleiben.

Die Schutzschicht bewirkt also, dass die Randbezirke der Bearbeitungszonen auf der ungebrannten Keramikfolie abgedeckt und somit vor der ungewollten Einwirkung der Laserpulsenergie außerhalb des Fokus (gaußförmige Verteilung der Laserenergie im fokussierten Laserstrahl) geschützt sind. Der Querschnitt der auf die ungebrannten Keramikfolien einwirkenden fokussierten Laserenergie wird somit durch die Schutzschicht eingeschränkt, wodurch die Bohr- oder Schnittqualität erhöht und die Bohrlochdurchmesser oder die Schnittbreiten reduziert werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform werden für die Schutzschicht Metalle in Form von Folien oder aufgedampften Schichten verwendet. Beispielsweise kommen dafür Aluminium oder Kupfer in Frage. Auch metallhaltige Pasten (z.B. Silber) eignen sich für die Verwendung als erfindungsgemäße Schutzschicht.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform wird die Schutzschicht nach der Mikrostrukturierung der ungebrannten Keramikfolie mit einem fokussierten UV-Laser auf der Keramikfolie belassen. In diesem Fall kann die z.B. siebgedruckte metallhaltige Schutzschicht als leitende Verbindung (z.B. Masseebene) dienen und mit handelsüblichen Dickschichtleitpasten hergestellt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform kann die Schutzschicht auch eine metallisierte Kunststofffolie sein, welche bereits im Herstellungsprozess der Keramikfolie aufgebracht wird. Bei der Herstellung werden Keramikfolien in bekannter Weise auf ein so genanntes Backing (Träger) aus einer Polyestherfolie (Mylar) gegossen, welche später im technologischen Prozess entfernt wird. Vorteilhafterweise

wird diese Mylarschicht gleichzeitig als Schutzschicht verwendet, wozu sie in der beschriebenen Weise metallisiert wird. Nach der Mikrostrukturierung kann die Mylarschicht dann entfernt werden, wodurch auch die während der Strukturierung eingetretenen Randverunreinigungen beseitigt werden, ohne dass ein separater Reinigungsschritt erforderlich wird.

Nachfolgend wird eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens nochmals schrittweise dargestellt.

Im Vorfeld wird eine ungebrannte Keramikfolie als Mehrstoffverbundsystem nach den an sich bekannten Methoden bereitgestellt.

Die Schutzschicht wird durch geeignete Verfahren, wie z.B. Laminieren, Siebdruck oder Aufdampfen bzw. -sputtern auf die ungebrannten Keramikfolien aufgebracht. Dies kann unmittelbar vor der Strukturierung erfolgen oder bereits in den Herstellungsprozess der Keramikfolien integriert sein.

Die Schutzschicht kann zunächst unstrukturiert bleiben, wobei in diesem Fall im nachfolgenden Strukturierungsschritt die Schutzschicht und die Keramikfolie vom Laser zeitgleich durchbohrt oder durchschnitten werden.

Alternativ dazu kann die Schutzschicht aber auch vor oder nach dem Aufbringen auf die Keramikfolie mittels geeigneter Verfahren (Laserschneiden, Fotolithografie) strukturiert werden.

Es schließt sich dann die eigentliche Mikrostrukturierung der Keramikfolie mittels Laserstrahlung an. In dieser Phase kommt es durch die Abstimmung der Laserstrahlungsintensität im

Fokus auf die Schwellintensität der Schutzschicht zu einer teilweisen Verdampfung der Schutzschicht und zur Strukturierung der dadurch frei gegebenen Bereiche der ungebrannten Keramikfolie.

Nachdem die Mikrostrukturierung der ungebrannten Keramikfolie mit dem fokussierten Laser abgeschlossen ist, kann die Schutzschicht mechanisch, thermisch oder unter Einsatz geeigneter Chemikalien von der Keramikfolie entfernt werden.

Dies hat sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, da hiermit auch Verunreinigungen in Form von Niederschlägen des verdampften Materials in der Nähe des Schnittes mit entfernt werden. In abgewandelten Anwendungen können die nicht verdampften Abschnitte der Schutzschicht aber auch auf der Keramikfolie belassen werden.

Das Verfahren wurde für die Verwendung eines gepulsten fokussierten Lasers im UV-Bereich beschrieben, jedoch sind andere Wellenlängen, in denen fokussierter Laser arbeiten, in das erfindungsgemäße Verfahren ausdrücklich eingeschlossen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Mikrostrukturierung eines Materials, bei dem mit einem Laserstrahl, der in seinem Strahlquerschnitt einen Bereich mit erhöhter Intensität aufweist, in einem Strukturierungsschritt ein Materialabtrag erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Strukturierungsschritt eine Schutzschicht auf die zu strukturierende Oberfläche aufgebracht wird, wobei die durch die Reflexions- und Absorptionseigenschaften bestimmte Schwellintensität dieser Schutzschicht so auf die Laserstrahlung abgestimmt ist, dass die Schutzschicht innerhalb einer vorbestimmten Bestrahlungsperiode nur im Bereich der erhöhten Intensität verdampft, um die darunter liegende Materialoberfläche für die Strukturierung freizugeben.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwellintensität der Schutzschicht höher als die Schwellintensität des unter der Schutzschicht liegenden Materials ist, so dass dieses zu strukturierende Material vom Laserstrahl abgetragen wird, sobald die Schutzschicht verdampft.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturierung mit einem fokussierten und gepulsten Laserstrahl im Bereich der ultravioletten Strahlung erfolgt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht durch Laminieren, Siebdruck, Aufdampfen oder Aufsputtern auf das zu strukturierende Material aufgebracht wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das zu strukturierende Material als Mehrschichtverbundsystem, insbesondere als ungebrannte Keramikfolie erzeugt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das eine ungebrannte Keramikfolie auf eine als Träger fungierende Kunststofffolie aufgebracht wird, welche gleichzeitig den Träger für die Schutzsicht bildet.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine metallhaltige Schutzschicht, insbesondere aus Aluminium, Kupfer oder Silberpaste aufgebracht wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht vor oder nach dem Aufbringen auf das zu strukturierende Material selbst mikrostrukturiert wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht nach dem Strukturierungsschritt von dem zu strukturierenden Material entfernt wird oder dauerhaft auf den nicht strukturierten Oberflächenabschnitten des Materials verbleibt.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2006/060773

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B23K26/40 C04B41/88 B23K26/18		
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) B23K C04B		
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, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 877 481 A (T. FUKUDA ET AL) 31 October 1989 (1989-10-31) column 1, lines 22-33 column 2, lines 19-50 column 3, line 34 - column 4, line 4; figures 1,3a-3d,7a-b -----	1-4,9
X	FR 1 518 224 A (N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN) 22 March 1968 (1968-03-22) page 2, right-hand column, paragraph 8 - page 3, left-hand column, paragraph 1; figures 1-3 -----	1,2,4,7, 9
X	US 5 104 480 A (R.J. WOJNAROWSKI ET AL) 14 April 1992 (1992-04-14) column 6, line 64 - column 8, line 7; figures 1-5 -----	1-5,7,9
-/--		
☒ 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	
24 July 2006	02/08/2006	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Jeggy, T	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/060773

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/013951 A1 (J. WANG) 22 January 2004 (2004-01-22) paragraphs [0001], [0020] - [0023], [0025], [0026], [0031], [0037]; figures 1a-b, 2a-b; example 10 -----	1-4, 7, 9
X	US 3 867 217 A (C. MAGGS ET AL) 18 February 1975 (1975-02-18) column 2, line 17 - column 3, line 28; figures -----	1, 2, 4, 5, 7, 9
A	DE 38 35 794 A1 (SIEMENS AG) 26 April 1990 (1990-04-26) cited in the application the whole document -----	1-9
A	US 2001/016982 A1 (R.G. BLAIR ET AL) 30 August 2001 (2001-08-30) the whole document -----	5, 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/060773

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4877481	A	31-10-1989	NONE	
FR 1518224	A	22-03-1968	NONE	
US 5104480	A	14-04-1992	DE 69125333 D1 DE 69125333 T2 EP 0480703 A2 JP 3338465 B2 JP 4280494 A	30-04-1997 02-10-1997 15-04-1992 28-10-2002 06-10-1992
US 2004013951	A1	22-01-2004	CN 1610597 A WO 02081142 A1	27-04-2005 17-10-2002
US 3867217	A	18-02-1975	NONE	
DE 3835794	A1	26-04-1990	NONE	
US 2001016982	A1	30-08-2001	CN 1363125 A CN 1591968 A EP 1192682 A1 JP 2003502893 T JP 2005117675 A WO 0077883 A1 US 6462629 B1	07-08-2002 09-03-2005 03-04-2002 21-01-2003 28-04-2005 21-12-2000 08-10-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/060773

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B23K26/40 C04B41/88 B23K26/18

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B23K C04B

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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 877 481 A (T. FUKUDA ET AL) 31. Oktober 1989 (1989-10-31) Spalte 1, Zeilen 22-33 Spalte 2, Zeilen 19-50 Spalte 3, Zeile 34 - Spalte 4, Zeile 4; Abbildungen 1,3a-3d,7a-b	1-4,9
X	FR 1 518 224 A (N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN) 22. März 1968 (1968-03-22) Seite 2, rechte Spalte, Absatz 8 - Seite 3, linke Spalte, Absatz 1; Abbildungen 1-3	1,2,4,7, 9
X	US 5 104 480 A (R.J. WOJNAROWSKI ET AL) 14. April 1992 (1992-04-14) Spalte 6, Zeile 64 - Spalte 8, Zeile 7; Abbildungen 1-5	1-5,7,9
	----- -/--	

☒ 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

24. Juli 2006

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/08/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jeggy, T

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/060773

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2004/013951 A1 (J. WANG) 22. Januar 2004 (2004-01-22) Absätze [0001], [0020] - [0023], [0025], [0026], [0031], [0037]; Abbildungen 1a-b, 2a-b; Beispiel 10 -----	1-4, 7, 9
X	US 3 867 217 A (C. MAGGS ET AL) 18. Februar 1975 (1975-02-18) Spalte 2, Zeile 17 - Spalte 3, Zeile 28; Abbildungen -----	1, 2, 4, 5, 7, 9
A	DE 38 35 794 A1 (SIEMENS AG) 26. April 1990 (1990-04-26) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-9
A	US 2001/016982 A1 (R.G. BLAIR ET AL) 30. August 2001 (2001-08-30) das ganze Dokument -----	5, 6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2006/060773

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4877481	A	31-10-1989	KEINE		
FR 1518224	A	22-03-1968	KEINE		
US 5104480	A	14-04-1992	DE	69125333 D1	30-04-1997
			DE	69125333 T2	02-10-1997
			EP	0480703 A2	15-04-1992
			JP	3338465 B2	28-10-2002
			JP	4280494 A	06-10-1992
US 2004013951	A1	22-01-2004	CN	1610597 A	27-04-2005
			WO	02081142 A1	17-10-2002
US 3867217	A	18-02-1975	KEINE		
DE 3835794	A1	26-04-1990	KEINE		
US 2001016982	A1	30-08-2001	CN	1363125 A	07-08-2002
			CN	1591968 A	09-03-2005
			EP	1192682 A1	03-04-2002
			JP	2003502893 T	21-01-2003
			JP	2005117675 A	28-04-2005
			WO	0077883 A1	21-12-2000
			US	6462629 B1	08-10-2002