

(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
22. Juni 2006 (22.06.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/063563 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01L 21/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/002215

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. Dezember 2005 (09.12.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 060 557.2
16. Dezember 2004 (16.12.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): FORSCHUNGSZENTRUM ROSENDORF E.V. [DE/DE]; Bautzner Landstr. 128, 01328 Dresden (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): VOELSKOW, Matthias [DE/DE]; Breitenauer Strasse 1, 01279 Dresden (DE). ANWAND, Wolfgang [DE/DE]; Bergstrasse 8, 01328 Dresden (DE). SKORUPA, Wolfgang [DE/DE]; Königsbrücker Landstrasse 353, 01108 Dresden (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, MZ, 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).

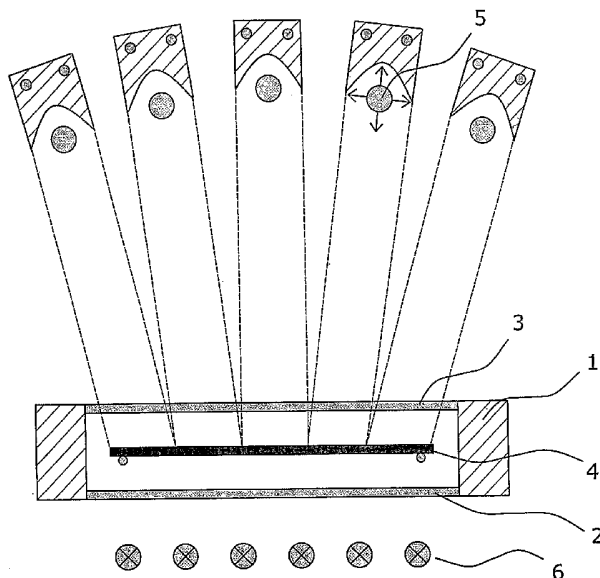
Erklärung gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FLASH TUBE MIRROR ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung: BLITZLAMPENSPIEGELANORDNUNG



(57) Abstract: The invention relates to a flash tube mirror arrangement as part of a radiation heating arrangement for temporarily heating preferably disk-shaped semiconductor substrates by means of rod-shaped flash tubes. The aim of the invention is to provide a flash tube mirror arrangement which enables semiconductor substrates to be heated homogeneously and rapidly with only slightly increased installation costs. To this end, a plurality of flash tubes are arranged at least over the entire substrate surface in such a way that they can be individually adjusted in respectively one hollow cylindrical mirror having a parabolic cross-section, and the individual mirrors are arranged at an angle to each other in such a way that the height thereof can be adjusted in relation to the substrate. The flash tubes are arranged parallel to each other in relation to the longitudinal axis thereof and to the substrates.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/063563 A1



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.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Blitzlampenspiegelanordnung als Teil einer Strahlungsbeheizungsanordnung zur kurzzeitigen Erwärmung von vorzugsweise scheibenförmigen Halbleitersubstraten mittels stabförmiger Blitzlampen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Blitzlampenspiegelanordnung vorzuschlagen, die eine homogene und schnelle Erwärmung von Halbleitersubstraten bei unwesentlich erhöhten Anlagenkosten ermöglicht. Die Erfindung beinhaltet, dass mindestens über die gesamte Substratoberfläche mehrere Blitzlampen einzeln justierbar in jeweils einem hohlzylinderförmigen Spiegel parabelförmigen Querschnitts angeordnet sind und dass die einzelnen Spiegel im Winkel zueinander und ihrer Höhe zum Substrat justierbar angeordnet sind, wobei die Lage der Blitzlampen parallel zueinander bezogen auf ihre Längsachse und zu den Substraten ist.

Blitzlampenspiegelanordnung

Die Erfindung betrifft eine Blitzlampenspiegelanordnung als Teil einer Strahlungsbeheizungsanordnung zur kurzzeitigen Erwärmung von vorzugsweise scheibenförmigen Halbleitersubstraten mittels stabförmiger Blitzlampen.

Bei der Herstellung von Halbleiterbauelementen werden zunehmend sogenannte RTP-Prozessschritte (rapid thermal processing) anstelle der konventionellen Ofentemperung eingesetzt. Innerhalb dieser Methoden besitzt die rapide Erhitzung von Halbleitersubstraten mit Hilfe von intensiver optischer Strahlung, beispielsweise der von Blitzlampen, gegenüber der weit verbreiteten Kurzeitenausheilung in Halogenlampenanlagen eine Reihe gravierender Vorteile (Panknin, D.; Stoemenos, J.; Eickhoff, M.; Heera, V.; Voelskow, M.; Skorupa, W., The beneficial role of flash lamp annealing on the epitaxial growth of the 3C-SiC on Si, Appl. Surf. Sc. 184 (2001) 377-382). Zum ersten erfolgt hierbei, aufgrund der kurzzeitig verfügbaren, extrem hohen Leistung derartiger Lampen bis in den Megawattbereich, verglichen mit der Leistung von Halogenlampen im Kilowattbereich, eine ultraschnelle Aufheizung der Substrate. Zum zweiten besitzen derartige Lampen keine Trägheit wie Glühlampen, d.h., sobald die Entladung erlischt, kühlt sich die Probe aufgrund von Wärmestrahlung sehr schnell ab. Ein Problem, welches sich bei der Blitzlampenbestrahlung, wie auch bei allen anderen, auf einer Anordnung von mehreren Lampen basierenden Strahlungsheizungen, gegenüber der Temperung in konventionellen Rohröfen ergibt, ist die Erzielung einer einheitlichen Temperatur (Temperaturhomogenität) über die gesamte Halbleiteroberfläche bei maximaler Ausnutzung der Lichtenergie.

Insbesondere jedoch bei der Blitzlampenbestrahlung, mit Prozesszeiten im Bereich von Millisekunden, und dem aufgrund der kurzen Zeit nicht stattfindenden lateralen Temperatúrausgleich während der Bestrahlung, führen Bestrahlungsinhomogenitäten zu extremen thermischen Spannungen innerhalb der Scheiben, was wiederum zu bleibender Verbiegung oder sogar zum Bersten derselben führen kann. Aber schon eine geringe Verbiegung kann dazu führen, dass nachfolgende photolithographische Prozessschritte bei der Bauelementeherstellung nicht mehr durchführbar sind.

Die Erhöhung der Homogenität der Lichteinstrahlung bei Blitzlampenanlagen dient somit in hohem Maße der Erhöhung der Ausbeute in der Bauelementeherstellung.

Üblicherweise wird die Erhöhung der Homogenität bei der Blitzlampenbestrahlung durch einen großen Abstand der Lampen zu den zu bestrahlenden Scheiben und durch ein entsprechend ausgedehntes Lampenfeld (Mehrfaches des Scheibendurchmessers) erreicht. Die damit zwangsläufig verbundene notwendige Vergrößerung der Bestrahlungskammer und des Lampenfeldes und damit auch der Kondensatorbatterie, als Energiequelle für die Blitzlampen, führt jedoch zu einer außerordentlichen Steigerung der Anlagekosten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Blitzlampenspiegelanordnung vorzuschlagen, die eine homogene und schnelle Erwärmung von Halbleitersubstraten bei unwesentlich erhöhten Anlagenkosten ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit den in den Patentansprüchen dargelegten Merkmalen gelöst.

Dabei ist wesentlich, dass jede einzelne zylinderförmige Lampe mit ihrer Achse justierbar im Brennpunkte eines parabelförmigen Zylinderspiegels angeordnet ist und außerdem jede Spiegel/Lampe-Einheit parallel zur benachbarten angeordnet ist, wobei die einzelnen Einheiten in ihrem Abstand zueinander und in ihrem Abstand zur Probe und der axialen Ausrichtung frei justierbar sind. Dadurch wird die Möglichkeit geschaffen, die durch die parabelförmigen Spiegel erzeugten, in ihrer Intensität homogenen einzelnen Lichtbündel durch Justierung der einzelnen Spiegel so auf die Probe zu positionieren, dass sich eine einheitliche, gleichmäßig beleuchtete Fläche ergibt.

Bei der Projektion des Lichtes auf das Substrat werden zwei Fälle unterschieden:

- Das Licht aller Blitzlampen wird gebündelt. Damit wird die Substratoberfläche mit einer hohen Energiedichte bestrahlt. Die mit einem Blitz modifizierte Fläche ist klein.
- Das Licht der Blitzlampen wird parallel auf das Substrat projiziert. Die in dieser Anordnung erreichbaren Energiedichten sind geringer, jedoch kann die gleichzeitig bestrahlte Fläche nahezu beliebig vergrößert werden.

Der wesentliche Vorteil der beschriebenen Blitzlampenspiegelanordnung gegenüber den

herkömmlichen Anordnungen mit einem einzigen Spiegel besteht in der Eliminierung des Intensitätsabfalles zum Rand der zu bestrahlenden Scheibe hin, wie er bei einem Feld aus freiliegenden parallelen Lampen zwangsläufig zu beobachten ist. Die Lampenlänge sollte dabei mindestens das Doppelte des Durchmessers der zu bestrahlenden Scheiben betragen, damit auch die Homogenität der Bestrahlung in Richtung der Lampenachsen gewährleistet ist.

Ein weiterer Vorteil ist, dass die Gesamtenergie des Lichtimpulses nicht oder kaum erhöht werden muss.

Nachstehend wird die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

In der zugehörigen Zeichnung zeigen

Fig. 1 die Anordnung der Spiegel in einem Winkel zueinander und

Fig. 2 die Anordnung der Spiegel eng nebeneinander.

Über einem massiven Probenhalter 1, im wesentlichen bestehend aus einer wassergekühlten, geschlossenen und im Inneren mit Schutzgas durchströmten Aluminiumkonstruktion, sind in einem Halbrund stabförmige Blitzlampen 5 angeordnet, wobei sich jede Blitzlampe 5 einzeln und justierbar in der Brennlinie jeweils eines wassergekühlten Parabolspiegel befindet. Dadurch erzeugt jede Lampe-Spiegel-Anordnung einen rechteckförmigen, homogenen Streifen paralleler Lichtstrahlen. Jede einzelne Spiegel-Lampe-Konstruktion ist außerdem schwenkbar in einer Achse parallel zur Spiegelachse angebracht, wodurch sich die rechteckförmigen Lichtstreifen so nebeneinander auf dem Substrat 4 justieren lassen, dass sich eine geschlossene und mit gleichmäßiger Intensität ausgeleuchtete Fläche ergibt.

Der Probenhalter 1, in dessen Inneren das Substrat 4 wärmeisoliert auf Quarzröhrchen gelagert ist, besitzt außer dem Quarzfenster 3 zur Transmission des Blitzlampenlichtes ein zweites, gegenüberliegendes Quarzfenster 2 zur Transmission des Lichtes von Halogenlampen 6, welche zur Vorheizung der Proben vor dem Blitz dienen.

Es lassen sich aber auch in dieser Spiegelanordnung zwecks Erhöhung der Energiedichte auf bestimmten Substratbereichen oder zur intensiven Bestrahlung kleinerer Substrate 4 durch Schwenken der Spiegel zwei oder mehrere Lichtstreifen übereinander auf dem Substrat 4 positionieren.

Fig. 2 zeigt den konstruktiv am wenigsten aufwendigen Fall der dicht nebeneinander angebrachten Spiegel mit parallelem Lichtaustritt, wobei die maximale Energiedichte auf dem Substrat 4 durch die Ausmaße der Spiegel und der Lampenparameter begrenzt ist. Der Probenhalter 1 ist wie in Figur 1 ausgeführt gestaltet.

Die Blitzlampen 5 werden elektrisch gespeist von Hochleistungskondensatoren, welche ihre Energie durch eine Kombination mit Induktivitäten impulsförmig abgeben. Die Lichtimpulszeiten können dabei zwischen 500 μs und 20 ms gezielt eingestellt werden. Der Energieeintrag durch die Blitzlampen 5 in die Substrate 4 liegt typischerweise im Bereich von 100 Joule/cm^2 . Mit Hilfe der Halogenheizung kann das Substrat 4 im Bereich von einigen Hundert Grad bis 1100 $^{\circ}\text{C}$ vorgeheizt werden. Die Substratdurchmesser betragen üblicherweise zwischen 100 mm und 200 mm. Die Temperatur der Substratoberfläche am Ende des Lichtimpulses beträgt typischerweise 1400 C.

Blitzlampenspiegelanordnung

Patentansprüche

1. Blitzlampenspiegelanordnung, zur Wärmebehandlung von Substraten (4) mittels stabförmiger Blitzlampen (5) vor einem Spiegel, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens über die gesamte Substratoberfläche mehrere Blitzlampen (5) einzeln justierbar in jeweils einem hohlzylinderförmigen Spiegel parabelförmigen Querschnitts angeordnet sind und dass die einzelnen Spiegel im Winkel zueinander und ihrer Höhe zum Substrat (4) justierbar angeordnet sind, wobei die Lage der Blitzlampen (5) parallel zueinander bezogen auf ihre Längsachse und zu den Substraten (4) ist.
2. Blitzlampenspiegelanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegel aus Metall mit polierter Oberfläche bestehen.
3. Blitzlampenspiegelanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Spiegel mit einer Kühlungseinrichtung versehen ist.
4. Blitzlampenspiegelanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlungseinrichtung aus Kühlrippen für die Luftkühlung besteht.
5. Blitzlampenspiegelanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlungseinrichtung als Kühlrohr innerhalb des Spiegels ausgebildet ist.

Fig. 1

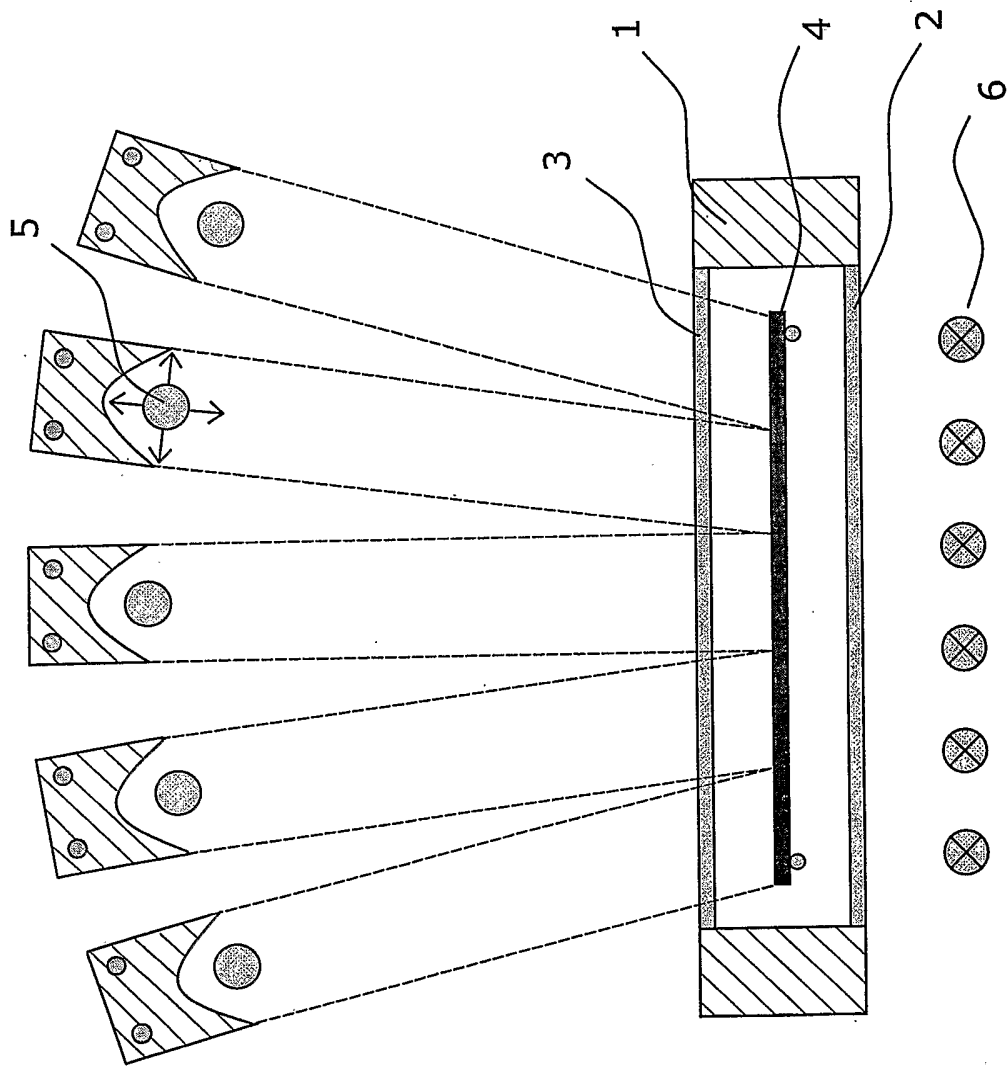
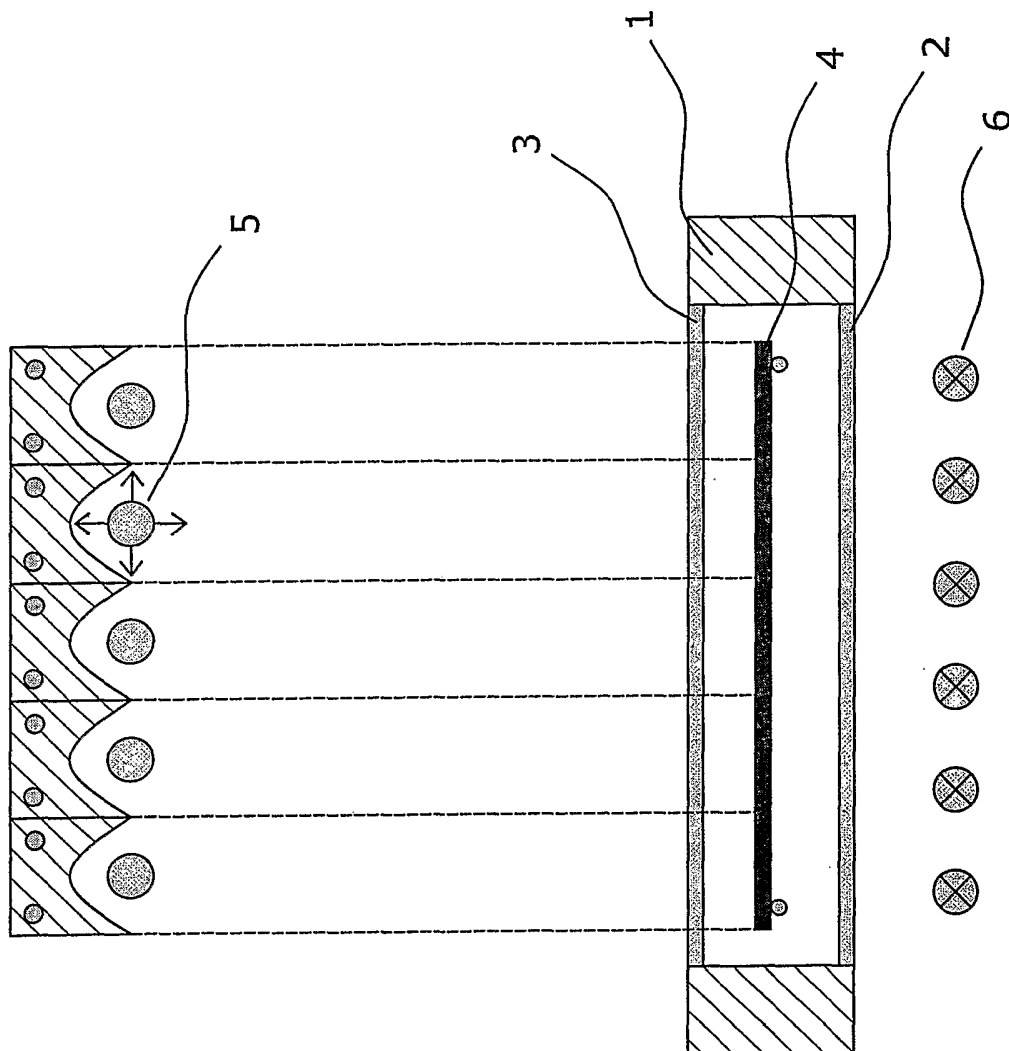


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2005/002215

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L21/00

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, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 717 158 B1 (GAT ET AL.) 6 April 2004 (2004-04-06) abstract; figure 8 column 11, lines 9-21 column 11, lines 52-54 column 12, lines 53-65	1-5
Y	US 2002/195437 A1 (KUSUDA) 26 December 2002 (2002-12-26) abstract	1-5
A	US 2002/179589 A1 (MORITA ET AL.) 5 December 2002 (2002-12-05) paragraph [0097]; figures 1,3	1

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

10 May 2006

Date of mailing of the international search report

24/05/2006

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

Oberle, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/DE2005/002215

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6717158	B1	06-04-2004	AU 2224600 A 24-07-2000
			EP 1141999 A1 10-10-2001
			JP 2002534803 T 15-10-2002
			TW 504728 B 01-10-2002
			WO 0041223 A1 13-07-2000
			US 2002017618 A1 14-02-2002
			US 2005008351 A1 13-01-2005
US 2002195437	A1	26-12-2002	JP 2003173983 A 20-06-2003
US 2002179589	A1	05-12-2002	CN 1363116 A 07-08-2002
			WO 0159823 A1 16-08-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2005/002215

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01L21/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes 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, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 6 717 158 B1 (GAT ET AL.) 6. April 2004 (2004-04-06) Zusammenfassung; Abbildung 8 Spalte 11, Zeilen 9-21 Spalte 11, Zeilen 52-54 Spalte 12, Zeilen 53-65	1-5
Y	US 2002/195437 A1 (KUSUDA) 26. Dezember 2002 (2002-12-26) Zusammenfassung	1-5
A	US 2002/179589 A1 (MORITA ET AL.) 5. Dezember 2002 (2002-12-05) Absatz [0097]; Abbildungen 1,3	1
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist		*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
E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
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)		*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
O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht		*&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 10. Mai 2006		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 24/05/2006
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 Oberle, T

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/002215

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6717158	B1 06-04-2004	AU 2224600 A EP 1141999 A1 JP 2002534803 T TW 504728 B WO 0041223 A1 US 2002017618 A1 US 2005008351 A1	24-07-2000 10-10-2001 15-10-2002 01-10-2002 13-07-2000 14-02-2002 13-01-2005
US 2002195437	A1 26-12-2002	JP 2003173983 A	20-06-2003
US 2002179589	A1 05-12-2002	CN 1363116 A WO 0159823 A1	07-08-2002 16-08-2001