

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-510885

(P2010-510885A)

(43) 公表日 平成22年4月8日(2010.4.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 2 3 K 26/38 (2006.01)</b>	B 2 3 K 26/38	4 E 0 6 8
<b>B 2 3 K 26/40 (2006.01)</b>	B 2 3 K 26/40	
<b>B 2 3 K 26/04 (2006.01)</b>	B 2 3 K 26/04	Z
<b>H 0 1 L 21/301 (2006.01)</b>	H 0 1 L 21/78	B

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 12 頁)

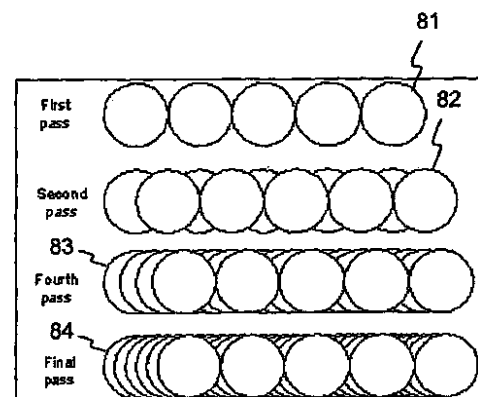
(21) 出願番号	特願2009-537562 (P2009-537562)	(71) 出願人	593141632
(86) (22) 出願日	平成19年11月27日 (2007.11.27)		エレクトロ サイエнтиフィック イン
(85) 翻訳文提出日	平成21年7月13日 (2009.7.13)		ダストリーズ インコーポレーテッド
(86) 国際出願番号	PCT/EP2007/010291		アメリカ合衆国 9 7 2 2 9 オレゴン州
(87) 国際公開番号	W02008/064863		ポートランド エヌ ダブリュー サイエ
(87) 国際公開日	平成20年6月5日 (2008.6.5)		ンス パーク ドライブ 1 3 9 0 0
(31) 優先権主張番号	0623642.6	(74) 代理人	110000198
(32) 優先日	平成18年11月27日 (2006.11.27)		特許業務法人湘洋内外特許事務所
(33) 優先権主張国	英国 (GB)	(72) 発明者	ダン、カリ
			アイルランド共和国、カウンティー ロス
			コモン、ボイル、クートホール、クリーヒ
			ーン
		(72) 発明者	オブライアン ファロン、キリアン
			アイルランド共和国、カウンティー ダブ
			リン、マラハイド、ラムベイ コート 7
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ加工

## (57) 【要約】

基材において加工対象物をレーザ加工する方法が、基材における連続パルス 8 1 をオーバーラップさせずに繋げるか又は離間させるように、基材を走査線に沿うパルスレーザによって加工することを含む。連続レーザの多重走査によって各経路で加工対象物のエッジ 9 1、9 2、9 3、9 4 を連続的に平滑化しながら必要な深さまで加工するように、走査線に沿うレーザの各連続走査におけるパルス 8 2、8 3、8 4 を、先行の走査におけるパルス 8 1、8 2、8 3 の開始点に関してオフセットさせる。

【選択図】 図 8



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基材において加工対象物をレーザ加工する方法であって、

a．前記レーザパルス列における連続パルス間の前記基材における中心間空間距離が少なくとも前記連続パルスの半径の合計に等しく且つ前記基材における該連続パルスをオーバーラップさせずに繋げるか又は離間させるように、前記基材を走査線に沿うパルスレーザによって第 1 の走査で加工すること、及び

b．連続レーザの多重走査によって前記加工対象物のエッジを平滑化しながら必要な深さまで加工するように、先行の走査の開始点に関して前記走査線に沿ってオフセットしている、該走査線に沿う前記レーザの後続の走査で加工すること、  
を含む、方法。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の方法であって、

レーザパルスによって生じる噴流が後続のパルスからエネルギーを実質的に吸収しないように、連続パルスは前記基材上で十分に分離している方法。

**【請求項 3】**

請求項 1 または 2 に記載の方法であって、

200kHz から 300kHz のパルス繰返し率で加工することを含む方法。

**【請求項 4】**

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の方法であって、

前記基材を完全にダイシング又は溝切削することを含む方法。

20

**【請求項 5】**

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の方法であって、

前記加工することは、半導体ダイシング用のレーザダイシングプロセスを含む方法。

**【請求項 6】**

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の方法であって、

前記加工することは、溝ドリル加工することを含む方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

30

本発明は、レーザ加工、特に、連続パルスが加工中の基材においてオーバーラップしないパルスレーザ加工に関する。

**【背景技術】****【0002】**

固体レーザ分野の技術水準を有するレーザマイクロ加工は通常、集束したレーザビームを被加工ウェハ又は被加工基材の表面に位置付けるガルバノメータスキャナによるレーザの使用を伴う。通常、これらのレーザは、30 から 200kHz の繰返し率で動作し、走査は、個々に集束したレーザスポットがいくらかオーバーラップして浅いトレンチ又はスクライブラインを形成するような速度で行われる。図 1 に示すように、複数のラインすなわち経路 (pass) 11 がこのように使用され、半導体素子 12 を切削又はダイシングする、すなわち個別化する (singulate: チップ化する)。このプロセスは、例えば、特許文献 1 に記載されている。

40

**【0003】**

したがって、レーザダイシングは、レーザビームを基材と交差させて走査することによって達成される。通常、レーザダイシングの場合、図 2 に示すように、隣接する連続パルス 21 が、レーザビームを特定の走査速度で走査することによって一定のオーバーラップを有するように位置付けられ、パルス間に実質的なオーバーラップを与える。走査は、基材が十分にダイシングされるまで複数の経路 11 において繰り返される。図 3 に示すように、これは結果的に、比較的平滑なエッジ 31 を有するダイシングである。図 4 及び図 5 に示すように、パルス 41 のオーバーラップが減る場合、ダイ (die: 除去された部分)

50

は「扇形 ( scalloped ) 」エッジ 5 1 を有するように見え得る。

【 0 0 0 4 】

さらに、図 6 に示すように、レーザパルス 6 1 が材料 6 2 を切削するときには切り屑噴流 ( plume of debris ) 6 3 が生じる。後続のパルス 6 4 が切り屑噴流 6 3 に相互作用する場合、切り屑噴流が後続のレーザパルスのエネルギーを部分的に吸収するため、後続のレーザパルス 6 4 が部分的に減衰する。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 欧州特許出願公開第 1 3 2 8 3 7 2 号明細書

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

本発明の目的は、従来技術の上記不利点を少なくとも改善することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明によると、基材において加工対象物をレーザ加工する方法であって、基材における連続パルスをオーバーラップさせずに繋げるか又は離間させるようにレーザパルス列において連続パルス間の、基材における中心間空間距離が少なくとも連続パルスの半径の合計に等しくなるように、基材を走査線に沿うパルスレーザによって第 1 の走査で加工すること、及び連続レーザの多重走査によって加工対象物のエッジを平滑化しながら必要な深さまで加工するように、先行の走査の開始点に関して走査線に沿ってオフセットしている、走査線に沿うレーザの後続の走査で加工することを含む、方法が提供される。

20

【 0 0 0 8 】

好ましくは、レーザパルスによって生じる噴流が後続のパルスからエネルギーを実質的に吸収しないように、連続パルスは基材上で十分に分離している。

【 0 0 0 9 】

好都合には、方法は、200 kHz から 300 kHz のパルス繰返し率で加工することを含む。

【 0 0 1 0 】

30

有利には、方法は、基材を完全にダイシング又は溝切削すること ( slot cutting ) を含む。

【 0 0 1 1 】

有利には、加工することは、半導体ダイシング用のレーザダイシングプロセスを含む。

【 0 0 1 2 】

代替的には、加工することは、溝ドリル加工すること ( slot drilling ) を含む。

【 0 0 1 3 】

次に、本発明を例として添付の図面を参照して説明する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 4 】

40

【 図 1 】 チャンネルを形成するように基材と交差する連続レーザ走査を示す概略横断面図である。

【 図 2 】 後続のレーザパルスが先行のパルスに実質的にオーバーラップしている、従来技術による基材上のレーザパルスの概略平面図である。

【 図 3 】 図 2 のレーザパルスパターンを使用して加工されたチャンネルのエッジの概略平面図である。

【 図 4 】 後続のレーザパルスが先行のパルスに図 2 のパルスパターンよりはオーバーラップしていない、基材上のパルスの概略平面図である。

【 図 5 】 図 4 のレーザパルスパターンを使用して加工されたチャンネルのエッジの概略平面図である。

50

【図 6】図 2 及び図 3 のように実質的にオーバーラップするレーザパルスを使用した基材のレーザ加工の横断面図である。

【図 7】実質的にオーバーラップしないパルスを使用した本発明による基材のレーザ加工の横断面図である。

【図 8】図 7 の実質的にオーバーラップしないパルスを使用した本発明による基材上のパルスの連続オフセット走査の概略平面図である。

【図 9】図 8 の連続オフセット走査を使用して加工されたチャンネルのエッジの概略連続平面図である。

【図 10】図 8 のようにオフセットしている連続走査を用いる理論加工速度対パルスオーバーラップと、当該連続走査を用いない理論加工速度対パルスオーバーラップとのグラフである。

10

【発明を実施するための形態】

【0015】

図面を通して同様の参照符号は同様の部分を指す。

【0016】

以下の定義を本明細書において使用する：

繰返し率、 $R$ ：1 秒毎にレーザから照射されるパルス数

走査速度、 $V_g$ ：ガルボの走査速度。

線形オーバーラップ、 $O$ ：基材における連続するパルスの中心間のマイクロメートル単位のオーバーラップ範囲

20

切り溝直径、 $K$ ：レーザパルスによって形成される特定のトレンチ又は加工対象物の直径

パルス間隔、 $S$ ：基材における単一走査の連続パルス間の中心間距離

オフセットディザ (Offset dither)、 $D$ ：複数経路による切削プロセスにおける順次走査によって形成される対応するパルス間の中心間距離

走査回数、 $N$ ：基板をダイシングするために必要な連続走査の回数

【0017】

図 7 を参照すると、本発明による方法では、連続パルス 7 1、7 4 が十分に分離しており、それによって、現在のパルス 7 4 と、先行のパルス 7 1 によって生じた噴流 7 3 との相互作用が実質的になくなっている。パルスエネルギーが先行のパルスによる噴流に吸収されないため、基材 7 2 からの総材料除去率が増える。

30

【0018】

同じ走査線に沿った連続走査のパルスが先行の走査と同じ位置に位置付けられる場合、扇形ダイエッジが生成されるため、レーザビームの各経路の開始位置をオフセット / ディザリング (dither) し、ダイエッジを平滑化するストラテジが本発明によって展開される。

【0019】

図 8 及び図 9 を参照すると、ゼロオーバーラップストラテジによってパルス 8 1 を使用する第 1 の走査によって作成される扇形エッジ 9 1 を平滑化するために、レーザビームの各連続経路 8 2、8 3、8 4 を先行の経路 8 1、8 2、8 3 からそれぞれオフセットさせる。このようにして、走査される加工対象物の徐々に直線に近づいているエッジ 9 2、9 3、9 4 が各経路で生成される。

40

【0020】

したがって、本発明は、各個々の経路におけるパルスのオーバーラップしない空間分散による複数経路の加工を使用するが、後続の経路におけるパルスが先行の経路におけるパルスに対してオフセットしている、エッジ品質、スループット及び切り屑制御が向上した、半導体基板をレーザスクライビング、ダイシング又は加工する方法を提供する。ゼロオーバーラップによるこのレーザ加工によって、パルス - 噴流相互作用が実質的に防止され、したがって、先行のパルスによって生じた噴流に対する後続のパルスのエネルギー損失が実質的になくなる。

【0021】

50

したがって、本発明によるレーザ加工プロセスでは、加工方向に空間的に走査するパルスレーザを使用する。レーザの多重走査は、スクライブ又は切断された加工対象物（through feature）を形成するのに使用される。パルスの走査速度 $V_g$ 及び繰返し率 $R$ は、パルスがオーバーラップしないようなものである。200kHzから300kHzの繰返し範囲が適していることが判明している。レーザの個々の走査は、レーザからのパルス照射における時間遅延の同期及び使用によって先行の走査とオーバーラップするように空間的に位置付けられる。

【0022】

このプロセスは、結果的に以下の利点をもたらす：

- ・側壁品質の改善
- ・ダイ強度の増加
- ・跳ね返る切り屑の減少
- ・スループットの増加

【実施例】

【0023】

使用したレーザパラメータを下記の表1に記す。レーザを170kHzで送り、ウェハにおいて $\sim 60\mu\text{J}$ のパルスエネルギーを与えた。走査速度を500mm/秒から3500mm/秒に変更し、80%から50%の範囲のオーバーラップを与えた。オーバーラップは、理論スポット直径（ $\sim 8\mu\text{m}$ ）ではなく、切削されたスポット直径（ $\sim 14\mu\text{m}$ ）から求めた。

【0024】

75 $\mu\text{m}$ ウェハをダイシングし、各オーバーラップにおける複数の切削経路を、表2に示すように決定した。場合毎に加工速度を測定した。図10におけるグラフ101は、オーバーラップの割合の低下すなわち連続パルスの間隔の増加に伴って加工速度が概ね線形に上昇したことを示す。これは大半が、上記のようなパルス-噴流相互作用の低下に起因していると考えられる。これは、オーバーラップが減ってエッジが「扇形」になると、全体的に除去される材料が減るためでもあり得る。より扇形でないエッジを生成するように連続経路をオフセットする調整をプロセスに対して行う場合、図10のライン102によって示されるように、加工速度の上昇があまり顕著ではないことが分かる。

【0025】

10

20

30

【表 1】

パラメータ	設定
電流	92%
サーマルトラック	1850
繰返し率	170kHz
フロントパネル出力	13.6W (@170kHz)
ウェハレベル出力	10.3W (@170kHz)
パルスエネルギー	60μJ
パルス幅	40ns
ビーム直径	7mm
(算出された)スポットサイズ	8.4μm
平均出力密度	18 MW/cm <sup>2</sup>
エネルギー密度	108 J/cm <sup>2</sup>
ピーク出力密度	2.7 GW/cm <sup>2</sup>

表1 - レーザーパラメータ

【0026】

【表 2】

繰返し率 (kHz)	走査速度	オーバーラップ° %	75μmウェハ の切削経路	加工速度* (mm/秒)	切削された スポット直径 (μm)
170	500 mm/s	78.99%	8	62.50	14
170	1000 mm/s	57.98%	12	83.33	14
170	1250 mm/s	47.48%	13	96.15	14
170	1500 mm/s	36.97%	15	100.00	14
170	1750 mm/s	26.47%	15	116.67	14
170	2000 mm/s	15.97%	13	153.85	14
170	2380 mm/s	0.00%	13	183.08	14
170	3000 mm/s	-26.05%	13	230.77	14
170	3500 mm/s	-47.06%	14	250.00	14

表2 - ダイシング実験

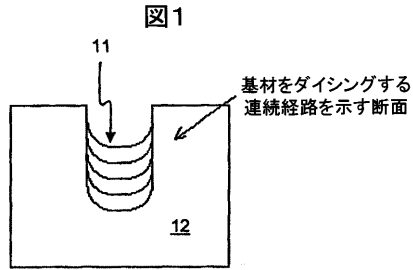
【0027】

したがって、本発明によるゼロオーバーラップによるダイシングは、結果としてより効率的に材料をウェハから除去することが実証された。オーバーラップを減らすとパルス毎の深さが増し、切り屑におけるパルスの減衰が減る。平滑なダイエッジを確保するためには、後続の経路におけるパルスを先行の経路に対してオフセットさせるストラテジを採用する。

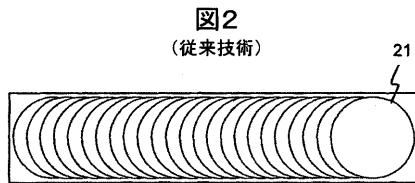
【0028】

本発明を、基材のチャネル加工、特に半導体基板のダイシングに関して説明してきたが、本発明を、例えば基材からのインゴット加工のような、現時点においてオーバーラップするパルスが使用されている、他の加工対象物のレーザ加工に適用することができることが理解されるであろう。

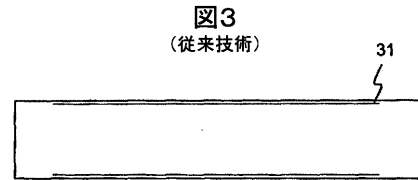
【 図 1 】



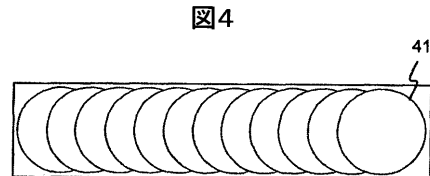
【 図 2 】



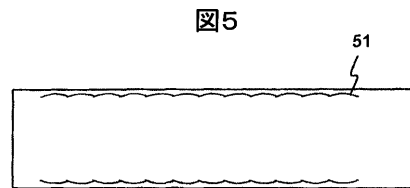
【 図 3 】



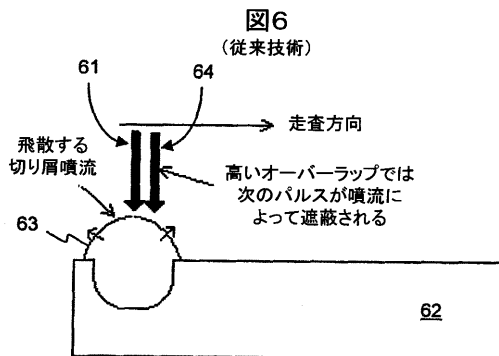
【 図 4 】



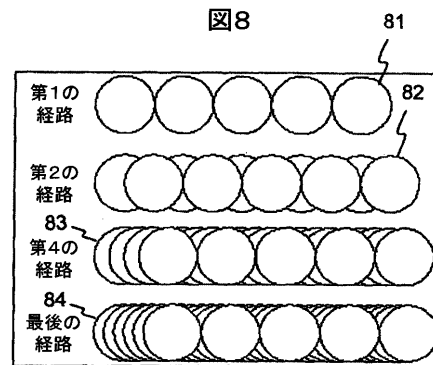
【 図 5 】



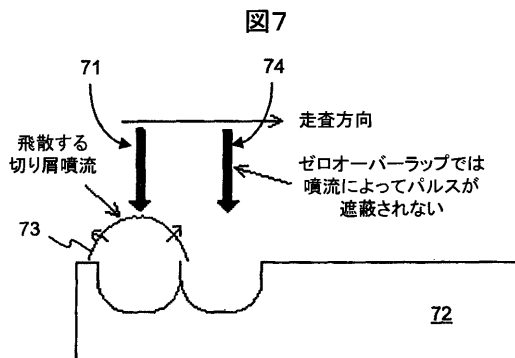
【 図 6 】



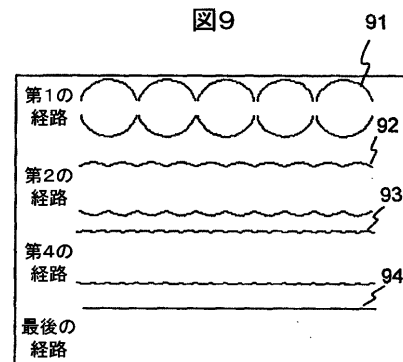
【 図 8 】



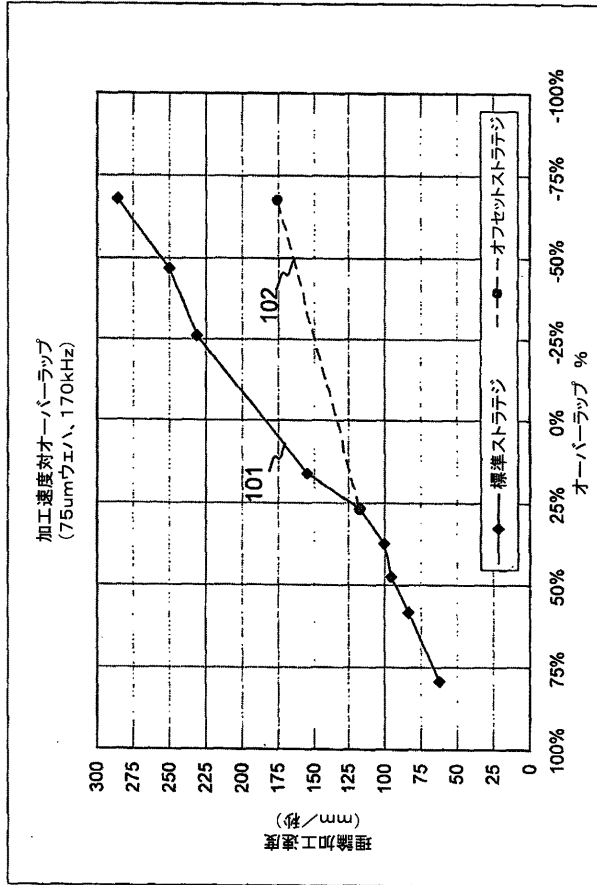
【 図 7 】



【 図 9 】



【図 10】





## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2007/010291

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. B23K26/36 B23K26/06 B23K26/00		
According to international Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B23K		
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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 00/10037 A (LAI MING [US]) 24 February 2000 (2000-02-24) the whole document	1,2
X	US 6 023 040 A (ZAHAVI DOV [IL] ET AL) 8 February 2000 (2000-02-08) the whole document	1,2
X	WO 99/34742 A (LASERSIGHT TECH INC [US]) 15 July 1999 (1999-07-15) the whole document	1,2
A	WO 02/34455 A (XSIL TECHNOLOGY LTD [IE]; BOYLE ADRIAN [IE]; DUNNE KALI [IE]; FARSARI) 2 May 2002 (2002-05-02) cited in the application the whole document	1,2,4-6
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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
4 March 2008		11/03/2008
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HW Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer
		Aran, Daniel

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2007/010291

O(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2005/274702 A1 (DESHI TAN [CN]) 15 December 2005 (2005-12-15) paragraph [0003] paragraph [0021] paragraph [0113]; figure 12	1-3, 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2007/010291

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0010037	A	24-02-2000	EP 1112031 A2	04-07-2001
			US 6231566 B1	15-05-2001
			US 2001021845 A1	13-09-2001
US 6023040	A	08-02-2000	IL 121890 A	21-11-2000
WO 9934742	A	15-07-1999	AU 1951099 A	26-07-1999
			EP 1047346 A1	02-11-2000
			US 6010497 A	04-01-2000
WO 0234455	A	02-05-2002	AT 346715 T	15-12-2006
			AU 1085902 A	06-05-2002
			CN 1473088 A	04-02-2004
			DE 60124938 T2	20-09-2007
			EP 1328372 A1	23-07-2003
			HK 1053999 A1	08-06-2007
			JP 2004512690 T	22-04-2004
			US 2002088780 A1	11-07-2002
US 2005274702	A1	15-12-2005	NONE	

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, 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, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

Fターム(参考) 4E068 AA05 AE01 AF01 CA03 CA08 CA17 CD01 DA10