

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5342772号
(P5342772)

(45) 発行日 平成25年11月13日(2013.11.13)

(24) 登録日 平成25年8月16日(2013.8.16)

(51) Int. Cl.	F I		
B 2 3 K 26/38 (2006.01)	B 2 3 K 26/38	3 2 0	
B 2 8 D 7/02 (2006.01)	B 2 8 D 7/02		
B 2 3 K 26/40 (2006.01)	B 2 3 K 26/40		
H O 1 L 21/301 (2006.01)	H O 1 L 21/78		B
B 2 8 D 5/00 (2006.01)	B 2 8 D 5/00		Z
請求項の数 10 (全 26 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号	特願2007-326304 (P2007-326304)	(73) 特許権者	000236436
(22) 出願日	平成19年12月18日(2007.12.18)		浜松ホトニクス株式会社
(65) 公開番号	特開2008-110405 (P2008-110405A)		静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
(43) 公開日	平成20年5月15日(2008.5.15)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成22年12月14日(2010.12.14)		弁理士 長谷川 芳樹
(31) 優先権主張番号	特願2007-267048 (P2007-267048)	(74) 代理人	100092657
(32) 優先日	平成19年10月12日(2007.10.12)		弁理士 寺崎 史朗
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100124291
			弁理士 石田 悟
		(74) 代理人	100140442
			弁理士 柴山 健一
		(72) 発明者	坂本 剛志
			静岡県浜松市東区市野町1126番地の1
			浜松ホトニクス株式会社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 加工対象物切断方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

板状の加工対象物を切断予定ラインに沿って切断することにより複数のチップを製造する加工対象物切断方法であって、

前記加工対象物にレーザー光を照射することにより、前記切断予定ラインに沿って前記加工対象物に改質領域を形成し、前記改質領域を切断の起点として前記加工対象物を前記チップに切断する切断工程と、

前記チップのそれぞれを第1のシート上において互いに離間させた状態で、帯電可能な第1のイオン流を少なくとも前記第1のシートに照射する帯電工程と、を含むことを特徴とする加工対象物切断方法。

【請求項2】

前記帯電工程では、前記チップを挟んで前記第1のシートと対向するように第2のシートを配置し、除電可能な第2のイオン流を少なくとも前記チップと前記第2のシートとの間の領域に発生させることを特徴とする請求項1記載の加工対象物切断方法。

【請求項3】

前記帯電工程では、前記チップを挟んで前記第1のシートと対向するように第2のシートを配置し、前記第1のイオン流と反対の極性に帯電可能な第2のイオン流を少なくとも前記第2のシートに照射することを特徴とする請求項1記載の加工対象物切断方法。

【請求項4】

前記帯電工程では、前記チップのそれぞれを前記第1のシート上において互いに離間さ

せると共に、前記チップを挟んで前記第1のシートと対向するように少なくとも前記チップ間の離間部分を覆う第2のシートを配置した状態で、前記第1のイオン流を少なくとも前記第1のシートに照射することを特徴とする請求項1記載の加工対象物切断方法。

【請求項5】

前記帯電工程では、前記チップのそれぞれを前記第1のシート上において互いに離間させると共に、前記チップを挟んで前記第1のシートと対向するように少なくとも前記チップ間の離間部分を覆う多孔質の第2のシートを配置した状態で、前記第1のイオン流を少なくとも前記第1のシートに照射すると共に、前記第2のシートを介して少なくとも前記離間部分に対して吸引を行うことを特徴とする請求項1記載の加工対象物切断方法。

【請求項6】

前記帯電工程では、前記チップに対して前記第1のシートが鉛直方向において上側となるように前記チップ及び前記第1のシートを位置させることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項記載の加工対象物切断方法。

【請求項7】

前記帯電工程では、前記第1のシートを基準として前記チップが配置された側の反対側から前記第1のシートに前記第1のイオン流を照射することを特徴とする請求項1～6のいずれか一項記載の加工対象物切断方法。

【請求項8】

板状の加工対象物を切断予定ラインに沿って切断することにより複数のチップを製造する加工対象物切断方法であって、

前記加工対象物にレーザー光を照射することにより、前記切断予定ラインに沿って前記加工対象物に改質領域を形成し、前記改質領域を切断の起点として前記加工対象物を前記チップに切断する切断工程と、

前記チップのそれぞれを第1のシート上において互いに離間させた状態で、少なくとも前記第1のシートを帯電させる帯電工程と、を含むことを特徴とする加工対象物切断方法。

【請求項9】

前記切断工程では、前記加工対象物の形成物質及び前記第1のシートの少なくとも一方の帯電量が略一定となるように前記加工対象物を前記チップに切断することを特徴とする請求項1～8のいずれか一項記載の加工対象物切断方法。

【請求項10】

前記加工対象物は半導体基板を備え、前記改質領域は熔融処理領域を含むことを特徴とする請求項1～9のいずれか一項記載の加工対象物切断方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、板状の加工対象物を切断予定ラインに沿って切断することにより複数のチップを製造する加工対象物切断方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来における上記分野の技術として、特許文献1には、切断の起点となる改質領域が形成された板状の加工対象物にシートを介して応力を印加する際に、加工対象物の形成物質（加工対象物を形成している物質、或いは加工対象物を形成していた物質）を除電する技術が記載されている。また、特許文献2には、スクライブラインが形成された板状の加工対象物にシートを介して応力を印加する際に、静電気中和用のイオンエアを吹き付ける技術が記載されている。更に、特許文献3には、チップの表面に付着したパーティクルを静電気で引き付けて取り除く技術が記載されている。

【特許文献1】特開2007-142206号公報

【特許文献2】特開昭63-260407号公報

【特許文献3】特開2007-141997号公報

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上述した特許文献1記載の技術を採用すれば、改質領域を切断の起点として加工対象物を切断したときに、チップの切断面から剥離したパーティクルは、ランダムに飛散することなく、例えば、シート上に落下することになる。従って、チップの切断面から剥離したパーティクルがチップの機能素子等に付着するのを確実に防止することができる。

【0004】

ところが、チップの切断面にパーティクルが残存していると、その後の搬送工程等において、チップの切断面からパーティクルが剥離し、チップの機能素子等に付着するおそれがある。なお、上述した特許文献2記載の技術や特許文献3記載の技術を採用しても、チップの切断面に残存しているパーティクルを除去することは、チップの切断面に改質領域が形成されている場合、極めて困難である。

10

【0005】

そこで、本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、チップの切断面に残存しているパーティクルを確実に除去することができる加工対象物切断方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明に係る加工対象物切断方法は、板状の加工対象物を切断予定ラインに沿って切断することにより複数のチップを製造する加工対象物切断方法であって、加工対象物にレーザ光を照射することにより、切断予定ラインに沿って加工対象物に改質領域を形成し、改質領域を切断の起点として加工対象物をチップに切断する切断工程と、チップのそれぞれを第1のシート上において互いに離間させた状態で、帯電可能な第1のイオン流を少なくとも第1のシートに照射する帯電工程と、を含むことを特徴とする。

20

【0007】

また、本発明に係る加工対象物切断方法は、板状の加工対象物を切断予定ラインに沿って切断することにより複数のチップを製造する加工対象物切断方法であって、加工対象物にレーザ光を照射することにより、切断予定ラインに沿って加工対象物に改質領域を形成し、改質領域を切断の起点として加工対象物をチップに切断する切断工程と、チップのそれぞれを第1のシート上において互いに離間させた状態で、少なくとも第1のシートを帯電させる帯電工程と、を含むことを特徴とする。

30

【0008】

これらの加工対象物切断方法では、板状の加工対象物を切断予定ラインに沿って切断することにより得られた複数のチップのそれぞれを第1のシート上において互いに離間させた状態で、少なくとも第1のシートを帯電させる。この電気的な作用によって、チップの切断面に残存しているパーティクルは、チップの切断面に改質領域が形成されていても、チップの切断面から噴出することになる。従って、これらの加工対象物切断方法によれば、チップの切断面に残存しているパーティクルを確実に除去することができる。

40

【0009】

なお、切断の起点となる改質領域は、加工対象物にレーザ光を照射することにより、加工対象物において多光子吸収その他の光吸収を生じさせることで形成される。また、イオン流とは、プラスイオン及びマイナスイオンの少なくとも一方を含む複数のイオンの集まりを意味する。

【0010】

本発明に係る加工対象物切断方法においては、帯電工程では、チップを挟んで第1のシートと対向するように第2のシートを配置し、除電可能な第2のイオン流を少なくともチップと第2のシートとの間の領域に発生させることが好ましい。

【0011】

50

本発明に係る加工対象物切断方法においては、帯電工程では、チップを挟んで第1のシートと対向するように第2のシートを配置し、第1のイオン流と反対の極性に帯電可能な第2のイオン流を少なくとも第2のシートに照射することが好ましい。

【0012】

本発明に係る加工対象物切断方法においては、帯電工程では、チップのそれぞれを第1のシート上において互いに離間させると共に、チップを挟んで第1のシートと対向するように少なくともチップ間の離間部分を覆う第2のシートを配置した状態で、第1のイオン流を少なくとも第1のシートに照射することが好ましい。

【0013】

本発明に係る加工対象物切断方法においては、帯電工程では、チップのそれぞれを第1のシート上において互いに離間させると共に、チップを挟んで第1のシートと対向するように少なくともチップ間の離間部分を覆う多孔質の第2のシートを配置した状態で、第1のイオン流を少なくとも第1のシートに照射すると共に、第2のシートを介して少なくとも離間部分に対して吸引を行うことが好ましい。

【0014】

これらの場合、チップの切断面から噴出したパーティクルは、第2のシートに付着することになる。従って、これらの加工対象物切断方法によれば、チップの切断面から噴出したパーティクルがチップの機能素子等に付着するのを確実に防止することができる。

【0015】

本発明に係る加工対象物切断方法においては、帯電工程では、チップに対して第1のシートが鉛直方向において上側となるようにチップ及び第1のシートを位置させることが好ましい。この場合、チップの切断面から噴出したパーティクルが自重で落下することになるため、上述した第2のシートを用いたときは勿論、第2のシートを用いなくても、チップの切断面から噴出したパーティクルがチップの機能素子等に付着するのを確実に防止することができる。

【0016】

本発明に係る加工対象物切断方法においては、帯電工程では、第1のシートを基準としてチップが配置された側の反対側から第1のシートに第1のイオン流を照射することが好ましい。この場合、第1のシートの全面を確実に帯電させることができる。

【0017】

本発明に係る加工対象物切断方法においては、切断工程では、加工対象物の形成物質及び前記第1のシートの少なくとも一方の帯電量が略一定となるように加工対象物をチップに切断することが好ましい。この場合、チップの切断面から剥離したパーティクルがランダムに飛散するのを抑制して、チップの表面にパーティクルが付着するのを確実に防止することができる。なお、加工対象物の形成物質とは、改質領域が形成された加工対象物、加工対象物が切断されることで得られたチップ、そのチップの切断面から剥離したパーティクル等、加工対象物を形成している物質、或いは加工対象物を形成していた物質を意味する。また、略一定とすべき帯電量は、プラスやマイナスであってもよいし、0（ゼロ）であってもよい。

【0018】

本発明に係る加工対象物切断方法においては、加工対象物は半導体基板を備え、改質領域は溶融処理領域を含む場合がある。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、チップの切断面に残存しているパーティクルを確実に除去することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の好適な実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、各図において同一又は相当部分には同一符号を付し、重複する説明を省略する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

本実施形態に係る加工対象物切断方法においては、板状の加工対象物に集光点を合わせてレーザー光を照射することにより、切断予定ラインに沿って加工対象物に改質領域を形成する。

【 0 0 2 2 】

そこで、まず、本実施形態に係る加工対象物切断方法における改質領域の形成について、図 1 ~ 図 9 を参照して説明する。

【 0 0 2 3 】

図 1 に示すように、レーザー加工装置 100 は、レーザー光（加工用レーザー光）L をパルス発振するレーザー光源 101 と、レーザー光 L の光軸の向きを 90° 変えるように配置されたダイクロイックミラー 103 と、レーザー光 L を集光するための集光用レンズ 105 と、を備えている。また、レーザー加工装置 100 は、集光用レンズ 105 で集光されたレーザー光 L が照射される加工対象物 1 を支持するための支持台 107 と、支持台 107 を X、Y、Z 軸方向に移動させるためのステージ 111 と、レーザー光 L の出力やパルス幅等を調節するためにレーザー光源 101 を制御するレーザー光源制御部 102 と、ステージ 111 の移動を制御するステージ制御部 115 と、を備えている。

【 0 0 2 4 】

このレーザー加工装置 100 においては、レーザー光源 101 から出射されたレーザー光 L は、ダイクロイックミラー 103 によってその光軸の向きを 90° 変えられ、支持台 107 上に載置された加工対象物 1 の内部に集光レンズ 105 によって集光される。これと共に、ステージ 111 が移動させられ、加工対象物 1 がレーザー光 L に対して切断予定ライン 5 に沿って相対移動させられる。これにより、切断予定ライン 5 に沿って、切断の起点となる改質領域が加工対象物 1 に形成されることとなる。以下、この改質領域について詳細に説明する。

【 0 0 2 5 】

図 2 に示すように、板状の加工対象物 1 には、加工対象物 1 を切断するための切断予定ライン 5 が設定されている。切断予定ライン 5 は、直線状に延びた仮想線である。加工対象物 1 の内部に改質領域を形成する場合、図 3 に示すように、加工対象物 1 の内部に集光点 P を合わせた状態で、レーザー光 L を切断予定ライン 5 に沿って（すなわち、図 2 の矢印 A 方向に）相対的に移動させる。これにより、図 4 ~ 図 6 に示すように、改質領域 7 が切断予定ライン 5 に沿って加工対象物 1 の内部に形成され、切断予定ライン 5 に沿って形成された改質領域 7 が切断起点領域 8 となる。

【 0 0 2 6 】

なお、集光点 P とは、レーザー光 L が集光する箇所のことである。また、切断予定ライン 5 は、直線状に限らず曲線状であってもよいし、仮想線に限らず加工対象物 1 の表面 3 に実際に引かれた線であってもよい。また、改質領域 7 は、連続的に形成される場合もあるし、断続的に形成される場合もある。また、改質領域 7 は少なくとも加工対象物 1 の内部に形成されていけばよい。また、改質領域 7 を起点に亀裂が形成される場合があり、亀裂及び改質領域 7 は、加工対象物 1 の外表面（表面、裏面、若しくは外周面）に露出しているてもよい。

【 0 0 2 7 】

ちなみに、ここでは、レーザー光 L が、加工対象物 1 を透過すると共に加工対象物 1 の内部の集光点近傍にて特に吸収され、これにより、加工対象物 1 に改質領域 7 が形成される（すなわち、内部吸収型レーザー加工）。よって、加工対象物 1 の表面 3 ではレーザー光 L が殆ど吸収されないため、加工対象物 1 の表面 3 が溶融することはない。一般的に、表面 3 から溶融され除去されて穴や溝等の除去部が形成される（表面吸収型レーザー加工）場合、加工領域は表面 3 側から徐々に裏面側に進行する。

【 0 0 2 8 】

ところで、本実施形態に係る加工対象物切断方法にて形成される改質領域は、密度、屈折率、機械的強度やその他の物理的特性が周囲とは異なる状態になった領域をいう。例え

10

20

30

40

50

ば、(1) 溶融処理領域、(2) クラック領域、絶縁破壊領域、(3) 屈折率変化領域等があり、これらが混在した領域もある。

【0029】

本実施形態に係る加工対象物切断方法における改質領域は、レーザー光の局所的な吸収や多光子吸収という現象により形成される。多光子吸収とは、材料の吸収のバンドギャップ E_G よりも光子のエネルギー h が小さいと光学的に透明となるため、材料に吸収が生じる条件は $nh > E_G$ であるが、光学的に透明でも、レーザー光 L の強度を非常に大きくすると $nh > E_G$ の条件 ($n = 2, 3, 4, \dots$) で材料に吸収が生じる現象をいう。多光子吸収による溶融処理領域の形成は、例えば、溶接学会全国大会講演概要第66集(2000年4月)の第72頁～第73頁の「ピコ秒パルスレーザーによるシリコンの加工特性評価」に記載されている。

10

【0030】

また、D.Du, X.Liu, G.Korn, J.Squier, and G.Mourou, "Laser Induced Breakdown by Impact Ionization in SiO_2 with Pulse Widths from 7ns to 150fs", Appl Phys Lett 64(23), Jun. 6, 1994に記載されているようにパルス幅が数ピコ秒からフェムト秒の超短パルスレーザー光を利用することにより形成される改質領域を利用してもよい。

(1) 改質領域が溶融処理領域を含む場合

【0031】

加工対象物(例えばシリコンのような半導体材料)の内部に集光点を合わせて、集光点における電界強度が 1×10^8 (W/cm^2) 以上で且つパルス幅が $1 \mu s$ 以下の条件でレーザー光 L を照射する。これにより、集光点近傍にてレーザー光 L が吸収されて加工対象物の内部が局所的に加熱され、この加熱により加工対象物の内部に溶融処理領域が形成される。

20

【0032】

溶融処理領域とは、一旦溶融後再固化した領域や、まさに溶融状態の領域や、溶融状態から再固化する状態の領域であり、相変化した領域や結晶構造が変化した領域ということもできる。また、溶融処理領域とは単結晶構造、非晶質構造、多結晶構造において、ある構造が別の構造に変化した領域ということもできる。つまり、例えば、単結晶構造から非晶質構造に変化した領域、単結晶構造から多結晶構造に変化した領域、単結晶構造から非晶質構造及び多結晶構造を含む構造に変化した領域を意味する。加工対象物がシリコン単結晶構造の場合、溶融処理領域は例えば非晶質シリコン構造である。

30

【0033】

図7は、レーザー光が照射されたシリコンウェハ(半導体基板)の一部における断面の写真を表した図である。図7に示すように、半導体基板11の内部に溶融処理領域13が形成されている。

【0034】

入射するレーザー光の波長に対して透過性の材料の内部に溶融処理領域13が形成されたことを説明する。図8は、レーザー光の波長とシリコン基板の内部の透過率との関係を示す線図である。ただし、シリコン基板の表面側と裏面側それぞれの反射成分を除去し、内部のみの透過率を示している。シリコン基板の厚さ t が $50 \mu m$ 、 $100 \mu m$ 、 $200 \mu m$ 、 $500 \mu m$ 、 $1000 \mu m$ の各々について上記関係を示した。

40

【0035】

例えば、Nd:YAGレーザーの波長である $1064 nm$ において、シリコン基板の厚さが $500 \mu m$ 以下の場合、シリコン基板の内部ではレーザー光 L が 80% 以上透過することが分かる。図7に示す半導体基板11の厚さは $350 \mu m$ であるので、溶融処理領域13は半導体基板11の中心付近、つまり表面から $175 \mu m$ の部分に形成される。この場合の透過率は、厚さ $200 \mu m$ のシリコンウェハを参考にすると、 90% 以上なので、レーザー光 L が半導体基板11の内部で吸収されるのは僅かであり、殆どが透過する。しかし、 1×10^8 (W/cm^2) 以上で且つパルス幅が $1 \mu s$ 以下の条件でレーザー光 L をシリコンウェハ内部に集光することで集光点とその近傍で局所的にレーザー光が吸収され溶融処理

50

領域 1 3 が半導体基板 1 1 の内部に形成される。

【 0 0 3 6 】

なお、シリコンウェハには、溶融処理領域を起点として亀裂が発生する場合がある。また、溶融処理領域に亀裂が内包されて形成される場合があり、この場合には、その亀裂が、溶融処理領域においての全面に渡って形成されていたり、一部分のみや複数部分に形成されていたりすることがある。更に、この亀裂は、自然に成長する場合もあるし、シリコンウェハに力が印加されることにより成長する場合もある。溶融処理領域から亀裂が自然に成長する場合には、溶融処理領域が溶融している状態から成長する場合と、溶融処理領域が溶融している状態から再固化する際に成長する場合とのいずれもある。ただし、どちらの場合も溶融処理領域はシリコンウェハの内部に形成され、切断面においては、図 7 に示すように、内部に溶融処理領域が形成されている。

10

(2) 改質領域がクラック領域を含む場合

【 0 0 3 7 】

加工対象物（例えばガラスや LiTaO_3 からなる圧電材料）の内部に集光点を合わせて、集光点における電界強度が 1×10^8 (W/cm^2) 以上で且つパルス幅が $1 \mu\text{s}$ 以下の条件でレーザー光 L を照射する。このパルス幅の大きさは、加工対象物の内部にレーザー光 L が吸収されてクラック領域が形成される条件である。これにより、加工対象物の内部には光学的損傷という現象が発生する。この光学的損傷により加工対象物の内部に熱ひずみが誘起され、これにより加工対象物の内部に、1 つ又は複数のクラックを含むクラック領域が形成される。クラック領域は絶縁破壊領域とも言える。

20

【 0 0 3 8 】

図 9 は電界強度とクラックの大きさとの関係の実験結果を示す線図である。横軸はピークパワー密度であり、レーザー光 L がパルスレーザー光なので電界強度はピークパワー密度で表される。縦軸は 1 パルスのレーザー光 L により加工対象物の内部に形成されたクラック部分（クラックスポット）の大きさを示している。クラックスポットが集まりクラック領域となる。クラックスポットの大きさは、クラックスポットの形状のうち、最大の長さとなる部分の大きさである。グラフ中の黒丸で示すデータは集光用レンズ (C) の倍率が 1 0 0 倍、開口数 (NA) が 0 . 8 0 の場合である。一方、グラフ中の白丸で示すデータは集光用レンズ (C) の倍率が 5 0 倍、開口数 (NA) が 0 . 5 5 の場合である。ピークパワー密度が 10^{11} (W/cm^2) 程度から加工対象物の内部にクラックスポットが発生し、ピークパワー密度が大きくなるに従いクラックスポットも大きくなることが分かる。

30

(3) 改質領域が屈折率変化領域を含む場合

【 0 0 3 9 】

加工対象物（例えばガラス）の内部に集光点を合わせて、集光点における電界強度が 1×10^8 (W/cm^2) 以上で且つパルス幅が 1ns 以下の条件でレーザー光 L を照射する。このように、パルス幅が極めて短い状態で加工対象物の内部にレーザー光 L が吸収されると、そのエネルギーが熱エネルギーに転化せず、加工対象物の内部にはイオン価数変化、結晶化又は分極配向等の永続的な構造変化が誘起され、屈折率変化領域が形成される。

【 0 0 4 0 】

なお、改質領域とは、溶融処理領域、絶縁破壊領域、屈折率変化領域等やそれらが混在した領域を含めて、その材料において改質領域の密度が非改質領域の密度と比較して変化した領域であったり、格子欠陥が形成された領域であったりする。これらをまとめて高密転移領域と言うこともできる。

40

【 0 0 4 1 】

また、溶融処理領域や屈折率変化領域、改質領域の密度が非改質領域の密度と比較して変化した領域、格子欠陥が形成された領域は、更にそれら領域の内部や改質領域と非改質領域との界面に亀裂（割れ、マイクロクラック）を内包している場合がある。内包される亀裂は改質領域の全面に渡る場合や一部分のみや複数部分に形成される場合がある。

【 0 0 4 2 】

ちなみに、加工対象物の結晶構造やその劈開性等を考慮して、改質領域を次のように形

50

成すれば、精度よく加工対象物を切断することが可能になる。

【0043】

すなわち、シリコン等のダイヤモンド構造の単結晶半導体からなる基板の場合は、(111)面(第1劈開面)や(110)面(第2劈開面)に沿った方向に改質領域を形成するのが好ましい。また、GaAs等の閃亜鉛鉱型構造のIII-V族化合物半導体からなる基板の場合は、(110)面に沿った方向に改質領域を形成するのが好ましい。更に、サファイア(Al_2O_3)等の六方晶系の結晶構造を有する基板の場合は、(0001)面(C面)を主面として(1120)面(A面)或いは(1100)面(M面)に沿った方向に改質領域を形成するのが好ましい。

【0044】

また、上述した改質領域を形成すべき方向(例えば、単結晶シリコン基板における(111)面に沿った方向)、或いは改質領域を形成すべき方向に直交する方向に沿って基板にオリエンテーションフラットを形成すれば、そのオリエンテーションフラットを基準とすることで、改質領域を容易且つ正確に基板に形成することが可能になる。

【0045】

次に、本実施形態に係る加工対象物切断方法について説明する。

[第1の実施形態]

【0046】

図10は、第1の実施形態に係る加工対象物切断方法が適用される加工対象物の平面図であり、図11は、図10の加工対象物の切断予定ラインに沿っての一部断面図である。図10, 11に示すように、板状の加工対象物1は、シリコンウェハ(半導体基板)11と、複数の機能素子15を含んでシリコンウェハ11の主面に形成された機能素子層16と、を備えている。第1の実施形態では、機能素子15は、結晶成長により形成された半導体動作層、フォトダイオード等の受光素子、レーザダイオード等の発光素子、或いは回路として形成された回路素子等であり、シリコンウェハ11のオリエンテーションフラット6に平行な方向及び垂直な方向にマトリックス状に多数形成されている。

【0047】

以上のように構成された加工対象物1に対して、第1の実施形態に係る加工対象物切断方法が適用される。

【0048】

まず、図12(a)に示すように、加工対象物1の裏面21にエキスパンドテープ(第1のシート)23を貼り付ける。続いて、機能素子層16を上側にして加工対象物1をレーザ加工装置の支持台(図示せず)上に固定する。そして、図10に示すように、隣り合う機能素子15, 15間を通る切断予定ライン5を、オリエンテーションフラット6に垂直な方向及び平行な方向に格子状に設定する。

【0049】

続いて、加工対象物1の表面3をレーザ光入射面としてシリコンウェハ11の内部に集光点Pを合わせてレーザ光Lを照射し、支持台の移動によって、オリエンテーションフラット6に垂直な方向及び平行な方向に格子状に設定された各切断予定ライン5に沿って集光点Pを相対的に移動させる。これにより、1本の切断予定ライン5に対してシリコンウェハ11の内部に1列の溶融処理領域13が形成される。このとき、溶融処理領域13から加工対象物1の表面3又は裏面21に亀裂が発生する場合もある。また、溶融処理領域13には、クラックが混在する場合もある。

【0050】

なお、1本の切断予定ライン5に対してシリコンウェハ11の内部に形成される溶融処理領域13の列数は、シリコンウェハ11の厚さ等に応じて変化するものであり、1列に限定されず、複数列の場合もある。1本の切断予定ライン5に対してシリコンウェハ11の内部に複数列の溶融処理領域13を形成する場合には、各切断予定ライン5に沿った集光点Pの相対的な移動を1本の切断予定ライン5に対して複数回行う。このとき、集光点Pを合わせる位置の表面3からの距離を各回毎に変えることで、裏面21側から順に、1

10

20

30

40

50

本の切断予定ライン 5 に対して複数列の溶融処理領域 1 3 をシリコンウェハ 1 1 の内部に 1 列ずつ形成する。

【 0 0 5 1 】

続いて、図 1 2 (b) に示すように、イオン発生装置 5 1 によって除電可能なイオン流 (例えば、プラスイオン及びマイナスイオンを含むイオン流) を発生させて加工対象物 1 及びエキスパンドテープ 2 3 を除電しながら、エキスパンドテープ 2 3 を拡張させる。これにより、溶融処理領域 1 3 を切断の起点として加工対象物 1 が切断予定ライン 5 に沿って切断され、図 1 2 (c) に示すように、1 個の機能素子 1 5 を有する半導体チップ 2 5 が多数得られる。このとき、エキスパンドテープ 2 3 が拡張させられた状態にあるため、各半導体チップ 2 5 が互いに離間することになる。そして、この状態を維持するために、環状のフレーム 2 4 をエキスパンドテープ 2 3 の周縁部に固定して、半導体チップ支持ユニット 2 6 を構成する。

10

【 0 0 5 2 】

なお、エキスパンドテープ 2 3 を拡張させる際に、加工対象物 1 の形成物質 (溶融処理領域 1 3 が形成された加工対象物 1、加工対象物 1 が切断されることで得られた半導体チップ 2 5、その半導体チップ 2 5 の切断面から剥離したパーティクル等) やエキスパンドテープ 2 3 を除電しておく、半導体チップ 2 5 の切断面から剥離したパーティクルは、ランダムに飛散することなく、エキスパンドテープ 2 3 上に落下することになる。従って、エキスパンドテープ 2 3 の拡張時に半導体チップ 2 5 の機能素子 1 5 にパーティクルが付着するのを確実に防止することができる。

20

【 0 0 5 3 】

続いて、図 1 3 (a) に示すように、エキスパンドテープ 2 3 を上側にして半導体チップ支持ユニット 2 6 を支持し (すなわち、半導体チップ 2 5 に対してエキスパンドテープ 2 3 が鉛直方向において上側となるように半導体チップ 2 5 及びエキスパンドテープ 2 3 を位置させ)、半導体チップ 2 5 を挟んでエキスパンドテープ 2 3 と対向するように吸着テープ (第 2 のシート) 2 7 を配置する。そして、図 1 3 (b) に示すように、側方に配置されたイオン発生装置 5 2 によって除電可能なイオン流 (第 2 のイオン流) を半導体チップ 2 5 と吸着テープ 2 7 との間の領域に発生させる。このとき、イオン発生装置 5 2 によって発生させられた除電可能なイオン流は、半導体チップ 2 5 に及んでもよい。

【 0 0 5 4 】

続いて、図 1 4 (a) に示すように、イオン発生装置 5 2 によって除電可能なイオン流が半導体チップ 2 5 と吸着テープ 2 7 との間の領域に発生させられると共に、各半導体チップ 2 5 がエキスパンドテープ 2 3 上において互いに離間した状態で、イオン発生装置 5 3 によって帯電可能なイオン流 (第 1 のイオン流: 例えば、プラスイオン又はマイナスイオンを含むイオン流) を発生させて上方からエキスパンドテープ 2 3 に照射し、エキスパンドテープ 2 3 を帯電させる。このように、エキスパンドテープ 2 3 を基準として半導体チップ 2 5 が配置された側の反対側からエキスパンドテープ 2 3 に帯電可能なイオン流を照射することで、エキスパンドテープ 2 3 の全面を確実に帯電させることができる。エキスパンドテープ 2 3 の帯電は、プラスの帯電であっても、マイナスの帯電であってもよく、帯電量は例えば 4 k V / inch であり、帯電時間は例えば 1 秒である (帯電すれば瞬間的であってもよい)。

30

40

【 0 0 5 5 】

これにより、半導体チップ 2 5 の切断面から剥離せずに当該切断面に残存していたパーティクルは、半導体チップ 2 5 の切断面から噴出することになる。噴出したパーティクルは、図 1 4 (b) に示すように、イオン発生装置 5 2 により発生させられたイオン流によって除電され、重力の影響によって吸着テープ 2 7 上に落下する。そして、図 1 5 に示すように、半導体チップ 2 5 が製造される。

【 0 0 5 6 】

なお、イオン発生装置 5 1、5 2 としては、例えば、軟 X 線照射式除電機やコロナ放電式除電機等を用いることができる。また、イオン発生装置 5 3 としては、例えば、プラス

50

又はマイナスの極性のイオンを発生させるコロナ帯電ガンやコロナ帯電バー等を用いることができる。

【 0 0 5 7 】

以上説明したように、第 1 の実施形態に係る加工対象物切断方法では、板状の加工対象物 1 を切断予定ライン 5 に沿って切断することにより得られた複数の半導体チップ 2 5 のそれぞれをエキスパンドテープ 2 3 上において互いに離間させた状態で、エキスパンドテープ 2 3 を帯電させる。この電気的な作用によって、半導体チップ 2 5 の切断面に残存しているパーティクルは、半導体チップ 2 5 の切断面に熔融処理領域 1 3 が形成されていても、半導体チップ 2 5 の切断面から噴出することになる。このとき、半導体チップ 2 5 に対してエキスパンドテープ 2 3 が鉛直方向において上側となるように半導体チップ 2 5 及びエキスパンドテープ 2 3 を位置させているため、半導体チップ 2 5 の切断面から噴出したパーティクルが自重で落下することになる。従って、第 1 の実施形態に係る加工対象物切断方法によれば、半導体チップ 2 5 の切断面に残存しているパーティクルを確実に除去することができる。

10

【 0 0 5 8 】

また、第 1 の実施形態に係る加工対象物切断方法では、半導体チップ 2 5 を挟んでエキスパンドテープ 2 3 と対向するように吸着テープ 2 7 を配置し、除電可能なイオン流を半導体チップ 2 5 と吸着テープ 2 7 との間の領域に発生させる。これにより、半導体チップ 2 5 の切断面から噴出したパーティクルは、吸着テープ 2 7 に付着することになる。従って、第 1 の実施形態に係る加工対象物切断方法によれば、半導体チップ 2 5 の切断面から噴出したパーティクルが半導体チップ 2 5 の機能素子 1 5 に付着するのを確実に防止することができる。

20

【 0 0 5 9 】

ここで、実験結果について説明する。外形 5 0 mm × 5 0 mm、厚さ 6 2 5 mm の正方形薄板状のシリコンウェハを外形 2 mm × 2 mm、厚さ 6 2 5 mm の複数のチップに切断した。このとき、+ 3 . 8 k V / inch の帯電量でエキスパンドテープを帯電させると、帯電前は 0 個であったパーティクルの発生量が 2 2 5 個となった。一方、- 3 . 8 k V / inch の帯電量でエキスパンドテープを帯電させると、帯電前は 0 個であったパーティクルの発生量が 2 1 0 個となった。このことから、エキスパンドテープの帯電は、プラスの帯電であっても、マイナスの帯電であってもよいことが分かった。なお、プラスの帯電であっても、マイナスの帯電であっても、パーティクルを噴出させることができるのは、次の理由によると推測される。すなわち、エキスパンドテープを帯電させることにより、チップと共にパーティクル（シリコンダスト）も同じ極性にチャージされ、その結果、チップとパーティクルとの間に静電気による反発力が生じ、パーティクルが噴出すると推測される。

30

[第 2 の実施形態]

【 0 0 6 0 】

第 2 の実施形態は、半導体チップ支持ユニット 2 6 を構成する工程までは、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 6 1 】

半導体チップ支持ユニット 2 6 を構成した後、図 1 6 (a) に示すように、エキスパンドテープ 2 3 を上側にして半導体チップ支持ユニット 2 6 を支持し（すなわち、半導体チップ 2 5 に対してエキスパンドテープ 2 3 が鉛直方向において上側となるように半導体チップ 2 5 及びエキスパンドテープ 2 3 を位置させ）、半導体チップ 2 5 を挟んでエキスパンドテープ 2 3 と対向するように吸着テープ（第 2 のシート）2 7 を配置する。そして、図 1 6 (b) に示すように、イオン発生装置 5 4 によって帯電可能なイオン流（第 2 のイオン流：例えば、プラスイオン又はマイナスイオンを含むイオン流）を発生させて下方から吸着テープ 2 7 に照射し、吸着テープ 2 7 を帯電させる。

40

【 0 0 6 2 】

続いて、図 1 7 に示すように、イオン発生装置 5 4 によって帯電可能なイオン流が吸着

50

テープ 27 に照射されると共に、各半導体チップ 25 がエキスパンドテープ 23 上において互いに離間した状態で、イオン発生装置 53 によって帯電可能なイオン流（第 1 のイオン流：例えば、プラスイオン又はマイナスイオンを含むイオン流）を発生させて上方からエキスパンドテープ 23 に照射し、エキスパンドテープ 23 を帯電させる。このように、エキスパンドテープ 23 を基準として半導体チップ 25 が配置された側の反対側からエキスパンドテープ 23 に帯電可能なイオン流を照射することで、エキスパンドテープ 23 の全面を確実に帯電させることができる。なお、イオン発生装置 54 によって発生させられるイオン流は、イオン発生装置 53 によって発生させられるイオン流と反対の極性に帯電可能なものである。また、吸着テープ 27 の帯電量の絶対値は、エキスパンドテープ 23 の帯電量の絶対値よりも大きくされている。

10

【 0 0 6 3 】

これにより、半導体チップ 25 の切断面から剥離せずに当該切断面に残存していたパーティクルは、半導体チップ 25 の切断面から噴出することになる。噴出したパーティクルは、重力の影響によって落下し、イオン発生装置 54 により発生させられたイオン流によって帯電させられた吸着テープ 27 に吸着される。続いて、図 18 (a) に示すように、イオン発生装置 51 によって除電可能なイオン流を発生させて半導体チップ支持ユニット 26 を除電する。これにより、図 18 (b) に示すように、半導体チップ 25 が製造される。

【 0 0 6 4 】

以上説明したように、第 2 の実施形態に係る加工対象物切断方法によれば、第 1 の実施形態に係る加工対象物切断方法と同様に、半導体チップ 25 の切断面に残存しているパーティクルを確実に除去することができる。

20

【 0 0 6 5 】

また、第 2 の実施形態に係る加工対象物切断方法では、半導体チップ 25 を挟んでエキスパンドテープ 23 と対向するように吸着テープ 27 を配置し、エキスパンドテープ 23 に照射した帯電可能なイオン流と反対の極性に帯電可能なイオン流を吸着テープ 27 に照射する。これにより、半導体チップ 25 の切断面から噴出したパーティクルは、吸着テープ 27 に付着することになる。従って、第 2 の実施形態に係る加工対象物切断方法によれば、半導体チップ 25 の切断面から噴出したパーティクルが半導体チップ 25 の機能素子 15 に付着するのを確実に防止することができる。

30

[第 3 の実施形態]

【 0 0 6 6 】

第 3 の実施形態では、加工対象物 1 は、いわゆる MEMS ウェハである。機能素子 15 は、機械要素部品、センサ、アクチュエータ、電子回路等であり、シリコンウェハ 11 のオリエンテーションフラット 6 に平行な方向及び垂直な方向にマトリックス状に多数形成されている。

【 0 0 6 7 】

まず、図 19 (a) に示すように、加工対象物 1 の裏面 21 にエキスパンドテープ（第 1 のシート）23 を貼り付ける。続いて、機能素子層 16 を上側にして加工対象物 1 をレーザ加工装置の支持台（図示せず）上に固定する。そして、図 10 に示すように、隣り合う機能素子 15, 15 間を通る切断予定ライン 5 を、オリエンテーションフラット 6 に垂直な方向及び平行な方向に格子状に設定する。

40

【 0 0 6 8 】

続いて、加工対象物 1 の表面 3 をレーザ光入射面としてシリコンウェハ 11 の内部に集光点 P を合わせてレーザ光 L を照射し、支持台の移動によって、オリエンテーションフラット 6 に垂直な方向及び平行な方向に格子状に設定された各切断予定ライン 5 に沿って集光点 P を相対的に移動させる。これにより、1 本の切断予定ライン 5 に対してシリコンウェハ 11 の内部に 1 列の溶融処理領域 13 が形成される。

【 0 0 6 9 】

続いて、図 19 (b) に示すように、機能素子 15 の破損を防止するために各機能素子

50

15と対応するように保護孔28aが設けられた保護テープ(第2のシート)28を加工対象物1の表面3に貼り付け、エキスパンドテープ23と共に拡張させる。これにより、溶融処理領域13を切断の起点として加工対象物1が切断予定ライン5に沿って切断され、図19(c)に示すように、1個の機能素子15を有する半導体チップ25が多数得られる。このとき、エキスパンドテープ23及び保護テープ28が拡張させられた状態にあるため、各半導体チップ25が互いに離間することになる。そして、この状態を維持するために、環状のフレーム24をエキスパンドテープ23の周縁部と保護テープ28の周縁部との間に固定して、半導体チップ支持ユニット29を構成する。

【0070】

続いて、図20(a)に示すように、エキスパンドテープ23を上側にして半導体チップ支持ユニット29を支持する(すなわち、半導体チップ25に対してエキスパンドテープ23が鉛直方向において上側となるように半導体チップ25及びエキスパンドテープ23を位置させる)。そして、図20(b)に示すように、各半導体チップ25がエキスパンドテープ23上において互いに離間すると共に、半導体チップ25を挟んでエキスパンドテープ23と対向するように半導体チップ25、25間の離間部分を覆う保護テープ28が配置された状態で、イオン発生装置53によって帯電可能なイオン流(第1のイオン流:例えば、プラスイオン又はマイナスイオンを含むイオン流)を発生させて上方からエキスパンドテープ23に照射し、エキスパンドテープ23を帯電させる。このように、エキスパンドテープ23を基準として半導体チップ25が配置された側の反対側からエキスパンドテープ23に帯電可能なイオン流を照射することで、エキスパンドテープ23の全面を

【0071】

これにより、半導体チップ25の切断面から剥離せずに当該切断面に残存していたパーティクルは、半導体チップ25の切断面から噴出することになる。噴出したパーティクルは、重力の影響によって吸着テープ27上に落下する。続いて、図21(a)に示すように、イオン発生装置51によって除電可能なイオン流を発生させて半導体チップ支持ユニット29を除電する。そして、保護テープ28を取り除くことにより、図21(b)に示すように、半導体チップ25が製造される。

【0072】

以上説明したように、第3の実施形態に係る加工対象物切断方法によれば、第1の実施形態に係る加工対象物切断方法と同様に、半導体チップ25の切断面に残存しているパーティクルを確実に除去することができる。

【0073】

また、第3の実施形態に係る加工対象物切断方法では、各半導体チップ25をエキスパンドテープ23上において互いに離間させると共に、半導体チップ25を挟んでエキスパンドテープ23と対向するように半導体チップ25、25間の離間部分を覆う保護テープ28を配置した状態で、帯電可能なイオン流をエキスパンドテープ23に照射する。これにより、半導体チップ25の切断面から噴出したパーティクルは、保護テープ28に付着することになる。従って、第3の実施形態に係る加工対象物切断方法によれば、半導体チップ25の切断面から噴出したパーティクルが半導体チップ25の機能素子15に付着するのを確実に防止することができる。

【0074】

なお、図22(a)に示すように、加工対象物1の表面3に保護テープ28を貼り付けた状態で、加工対象物1の裏面21をレーザ光入射面として溶融処理領域13を形成し、その後、図22(b)に示すように、加工対象物1の裏面21にエキスパンドテープ23を貼り付けてもよい。また、エキスパンドテープ23がレーザ光Lに対して透過性を有する場合には、図23に示すように、加工対象物1の表面3に保護テープ28を貼り付けると共に、加工対象物1の裏面21にエキスパンドテープ23を貼り付けた状態で、加工対象物1の裏面21をレーザ光入射面として溶融処理領域13を形成してもよい。更に、図24(a)に示すように、加工対象物1の表面3に保護テープ28を貼り付けた状態で

、加工対象物 1 の裏面 2 1 をレーザー光入射面として溶融処理領域 1 3 を形成し、図 2 4 (b) に示すように、保護テープ 2 8 を拡張させて加工対象物 1 を多数の半導体チップ 2 5 に切断し、その後に、図 2 4 (c) に示すように、加工対象物 1 の裏面 2 1 にエキスパンドテープ 2 3 を貼り付けてもよい。

[第 4 の実施形態]

【 0 0 7 5 】

第 4 の実施形態は、半導体チップ支持ユニット 2 6 を構成する工程までは、第 1 の実施形態と同様である。

【 0 0 7 6 】

半導体チップ支持ユニット 2 6 を構成した後、図 2 5 (a) に示すように、エキスパンドテープ 2 3 を上側にして半導体チップ支持ユニット 2 6 を、吸引装置 5 5 上に配置された多孔質のポラスシート (第 2 のシート) 3 1 上に配置する (すなわち、半導体チップ 2 5 に対してエキスパンドテープ 2 3 が鉛直方向において上側となるように半導体チップ 2 5 及びエキスパンドテープ 2 3 を位置させる) 。ポラスシート 3 1 は、機能素子 1 5 を保護する機能やパーティクルを吸着する機能を有することが好ましく、第 4 の実施形態では、半導体チップ 2 5 の全てを覆っているが、少なくとも半導体チップ 2 5 , 2 5 間の離間部分を覆えばよい。

【 0 0 7 7 】

続いて、図 2 5 (b) に示すように、吸引装置 5 5 によって、ポラスシート 3 1 を介して少なくとも半導体チップ 2 5 , 2 5 間の離間部分に対して吸引を行う。このとき、図 2 6 に示すように、各半導体チップ 2 5 がエキスパンドテープ 2 3 上において互いに離間すると共に、半導体チップ 2 5 を挟んでエキスパンドテープ 2 3 と対向するように少なくとも半導体チップ 2 5 , 2 5 間の離間部分を覆うポラスシート 3 1 が配置された状態で、イオン発生装置 5 3 によって帯電可能なイオン流 (第 1 のイオン流 : 例えば、プラスイオン又はマイナスイオンを含むイオン流) を発生させて上方からエキスパンドテープ 2 3 に照射し、エキスパンドテープ 2 3 を帯電させる。このように、エキスパンドテープ 2 3 を基準として半導体チップ 2 5 が配置された側の反対側からエキスパンドテープ 2 3 に帯電可能なイオン流を照射することで、エキスパンドテープ 2 3 の全面を確実に帯電させることができる。

【 0 0 7 8 】

これにより、半導体チップ 2 5 の切断面から剥離せずに当該切断面に残存していたパーティクルは、半導体チップ 2 5 の切断面から噴出することになる。噴出したパーティクルは、重力の影響によって落下し、吸引装置 5 5 による吸引作用によってポラスシート 3 1 に吸着される。続いて、第 2 の実施形態と同様に、イオン発生装置 5 1 によって除電可能なイオン流を発生させて半導体チップ支持ユニット 2 6 を除電する。これにより、半導体チップ 2 5 が製造される。

【 0 0 7 9 】

以上説明したように、第 4 の実施形態に係る加工対象物切断方法によれば、第 1 の実施形態に係る加工対象物切断方法と同様に、半導体チップ 2 5 の切断面に残存しているパーティクルを確実に除去することができる。

【 0 0 8 0 】

また、第 4 の実施形態に係る加工対象物切断方法では、各半導体チップ 2 5 をエキスパンドテープ 2 3 上において互いに離間させると共に、半導体チップ 2 5 を挟んでエキスパンドテープ 2 3 と対向するように少なくとも半導体チップ 2 5 , 2 5 間の離間部分を覆う多孔質のポラスシート 3 1 を配置した状態で、帯電可能なイオン流をエキスパンドテープ 2 3 に照射すると共に、ポラスシート 3 1 を介して少なくとも半導体チップ 2 5 , 2 5 間の離間部分に対して吸引を行う。これにより、半導体チップ 2 5 の切断面から噴出したパーティクルは、ポラスシート 3 1 に付着することになる。従って、第 4 の実施形態に係る加工対象物切断方法によれば、半導体チップ 2 5 の切断面から噴出したパーティクルが半導体チップ 2 5 の機能素子 1 5 に付着するのを確実に防止することができる。

【 0 0 8 1 】

本発明は、上述した第 1 ~ 第 4 の実施形態に限定されるものではない。

【 0 0 8 2 】

例えば、上記各実施形態では、帯電可能なイオン流をエキスパンドテープ 2 3 に照射することによりエキスパンドテープ 2 3 を帯電させたが、エキスパンドテープ 2 3 から別のテープを剥離したり、エキスパンドテープ 2 3 に治具を擦り付けたり、或いはエキスパンドテープ 2 3 に帯電物を接触させたりすることにより、エキスパンドテープ 2 3 を帯電させてもよい。

【 0 0 8 3 】

また、半導体チップ 2 5 に対してエキスパンドテープ 2 3 が鉛直方向において上側となるように半導体チップ 2 5 及びエキスパンドテープ 2 3 を位置させれば、半導体チップ 2 5 を挟んでエキスパンドテープ 2 3 と対向するように、吸着テープ 2 7、保護テープ 2 8、ポラスシート 3 1 等を配置しなくてもよい。半導体チップ 2 5 の切断面から噴出したパーティクルが自重で落下し、半導体チップ 2 5 の切断面に残存しているパーティクルが確実に除去されるからである。

【 0 0 8 4 】

また、上記各実施形態では、加工対象物が備える半導体基板の内部に溶融処理領域を形成したが、ガラスや圧電材料等、他の材料からなる加工対象物の内部に、クラック領域や屈折率変化領域等、他の改質領域を形成してもよい。

【 0 0 8 5 】

次に、切断工程（すなわち、加工対象物にレーザ光を照射することにより、切断予定ラインに沿って加工対象物に改質領域を形成し、改質領域を切断の起点として加工対象物をチップに切断する工程）におけるエキスパンドテープの拡張時に、切断時の帯電による作用によりチップ上にパーティクルが付着するのを防止するための他の技術について説明する。

【 0 0 8 6 】

図 2 7 は、円柱状のエキスパンダを用いた場合におけるエキスパンドテープの帯電量の变化及びチップ上のダスト量の変化を示す表である。

【 0 0 8 7 】

まず、図 2 7 (a) に示すように、加工対象物 1 の裏面にエキスパンドテープ 2 3 を貼り付け、環状のフレーム 3 2 をエキスパンドテープ 2 3 の周縁部に固定する。そして、図 2 7 (b) に示すように、加工対象物 1 の表面をレーザ光入射面として加工対象物 1 の内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、切断予定ライン 5 に沿って加工対象物 1 の内部に改質領域 7 を形成する。

【 0 0 8 8 】

続いて、図 2 7 (c) に示すように、金属からなる円柱状のエキスパンダ 3 3 上にエキスパンドテープ 2 3 を接触させた状態でフレーム 3 2 を固定する。そして、図 2 7 (d) に示すように、フレーム 3 2 に対してエキスパンダ 3 3 を上昇させて、エキスパンドテープ 2 3 を拡張させる。これにより、改質領域 7 を切断の起点として加工対象物 1 がチップ 2 5 に切断されて、各チップ 2 5 が互いに離間する。

【 0 0 8 9 】

続いて、図 2 7 (e) に示すように、エキスパンドテープ 2 3 が拡張させられた状態で、フレーム 3 2 の内側においてエキスパンドテープ 2 3 に環状のフレーム 2 4 を固定して、フレーム 2 4 の外側でエキスパンドテープ 2 3 を切断し、チップ支持ユニット 2 6 を構成する。そして、図 2 7 (f) に示すように、チップ支持ユニット 2 6 をエキスパンダ 3 3 上から離間させ、搬送する。

【 0 0 9 0 】

ここで、図 2 7 (a) , (b) の各状態においてエキスパンドテープ 2 3 がプラスに帯電しており、その帯電量が + 2 0 k V / inchであった場合、図 2 7 (c) ~ (e) の各状態においては、エキスパンドテープ 2 3 とエキスパンダ 3 3 との接触面積が大きいため、

10

20

30

40

50

エキスパンドテープ 23 の帯電量は 0 kV/inch となった。なお、図 27 (d) の状態においては、チップ 25, 25 同士の剥離によって瞬間的にエキスパンドテープ 23 の帯電量が変化するため、チップ 25 の切断面から剥離したパーティクルが僅かに飛散してチップ 25 上に付着し、チップ 25 上のダスト量が総計で 4 個となった。

【0091】

図 27 (c) ~ (e) の各状態においてエキスパンドテープ 23 の帯電量は 0 kV/inch であったが、図 27 (f) の状態においては、エキスパンドテープ 23 がエキスパンダ 33 から離間するため、エキスパンドテープ 23 が急速に再度プラスに帯電し、その帯電量が $+20 \text{ kV/inch}$ に戻った。これにより、チップ 25 の切断面から剥離したパーティクルが大きく飛散してチップ 25 上に付着し、チップ 25 上のダスト量が総計で 114 個

10

【0092】

このようにチップ 25 上へのパーティクルの多量の付着が発生するのは、図 27 (a), (b) の各状態においてエキスパンドテープ 23 がマイナスに帯電しており、その帯電量が -20 kV/inch であった場合も同様である。また、図 27 (a), (b) の各状態においてエキスパンドテープ 23 が帯電していなかった場合には、図 27 (f) の状態においてエキスパンドテープ 23 が急速に帯電することがないため、図 27 (d) の状態においてチップ 25 の切断面から剥離したパーティクルが僅かに飛散してチップ 25 上に付着しただけであった。

【0093】

図 28 は、円筒状のエキスパンダを用いた場合におけるエキスパンドテープの帯電量の変化及びチップ上のダスト量の変化を示す表である。

20

【0094】

図 28 (a) ~ (f) の各状態は、円筒状のエキスパンダ 34 を用いている点でのみ、円柱状のエキスパンダ 33 を用いている図 27 (a) ~ (f) の各状態と異なっている。

【0095】

ここで、図 28 (a), (b) の各状態においてエキスパンドテープ 23 がプラスに帯電しており、その帯電量が $+20 \text{ kV/inch}$ であった場合、図 28 (c) ~ (e) の各状態においても、エキスパンドテープ 23 とエキスパンダ 33 との接触面積が小さいため、エキスパンドテープ 23 の帯電量は $+20 \text{ kV/inch}$ のままとなった。なお、図 28 (d) の状態においては、チップ 25, 25 同士の剥離によって瞬間的にエキスパンドテープ 23 の帯電量が変化するため、チップ 25 の切断面から剥離したパーティクルが僅かに飛散してチップ 25 上に付着し、チップ 25 上のダスト量が総計で 4 個となった。

30

【0096】

図 28 (c) ~ (e) の各状態において $+20 \text{ kV/inch}$ のままであったエキスパンドテープ 23 の帯電量は、図 27 (f) の状態においても、殆ど変化せず $+20 \text{ kV/inch}$ のままであった。これにより、チップ 25 の切断面から剥離したパーティクルが大きく飛散することはなく、チップ 25 上のダスト量は総計で 4 個のままであった。

【0097】

このようにチップ 25 上へのパーティクルの多量の付着が防止されるのは、図 28 (a), (b) の各状態においてエキスパンドテープ 23 がマイナスに帯電しており、その帯電量が -20 kV/inch であった場合も同様である。また、図 28 (a), (b) の各状態においてエキスパンドテープ 23 が帯電していなかった場合には、図 28 (f) の状態においてエキスパンドテープ 23 が急速に帯電することがないため、図 28 (d) の状態においてチップ 25 の切断面から剥離したパーティクルが僅かに飛散してチップ 25 上に付着しただけであった。

40

【0098】

図 29 は、帯電防止機能を有するエキスパンドテープを用いた場合におけるエキスパンドテープの帯電量の変化及びチップ上のダスト量の変化を示す表である。

【0099】

50

図29(a1)～(f1)の各状態は、帯電防止機能を有するエキスパンドテープ35を用いている点でのみ、帯電防止機能を有しないエキスパンドテープ23を用いている図27(a)～(f)の各状態と異なっている。また、図29(a2)～(f2)の各状態は、帯電防止機能を有するエキスパンドテープ35を用いている点でのみ、帯電防止機能を有しないエキスパンドテープ23を用いている図28(a)～(f)の各状態と異なっている。

【0100】

なお、図29(g1)、(g2)に示すように、帯電防止機能を有するエキスパンドテープ35から、帯電防止機能を有しないエキスパンドテープ23へのチップ25の転写を行う。これは、上述したように帯電工程(すなわち、チップ25、25同士をエキスパンドテープ23上において互いに離間させた状態で、少なくともエキスパンドテープ23を帯電させる工程)が切断工程後に控えているからである。

10

【0101】

ここで、図29(a1)～(f1)の各状態及び図29(a2)～(f2)の各状態においては、エキスパンドテープ35が帯電防止機能を有しているため、その帯電量は0kV/inchであった。また、図29(g1)の状態及び図29(g2)の状態においても、エキスパンドテープ23の帯電量は0kV/inchであった。これにより、チップ25の切断面から剥離したパーティクルが大きく飛散することはなく、チップ25上のダスト量は、図29(d1)の状態及び図29(d2)の状態において僅かに飛散するパーティクルのチップ25上への付着分だけであり、総計で4個であった。

20

【0102】

以上説明したように、円筒状のエキスパンダ34を用いたり、帯電防止機能を有するエキスパンドテープ35を用いたりすると(図28、29の場合)、切断工程において、チップ25の切断面から剥離したパーティクルがランダムに飛散するのを抑制して、エキスパンドテープ23又はエキスパンドテープ35の拡張時にチップ25上にパーティクルが付着するのを確実に防止することができる。

【0103】

なお、円柱状のエキスパンダ33としては、「株式会社テクノビジョン TEX-21(8inch用)」があり、円筒状のエキスパンダ34としては、「キャノンマシナリー株式会社 300mm対応ダイボンダー BESTEM-D02」がある。また、帯電防止機能を有するエキスパンドテープ35としては、「住友ベークライト株式会社 FSL-N4000(帯電防止グレード)」や「リンテック株式会社 Adwill D-820」がある。

30

【0104】

更に、上記各実施形態では、切断工程において、軟X線照射式除電機やコロナ放電式除電機等を用いて加工対象物1の形成物質やエキスパンドテープ23を除電することで、加工対象物1の形成物質の帯電量が略0(ゼロ)となるように加工対象物1を半導体チップ25に切断したが、これに限定されない。例えば、上述したように、円筒状のエキスパンダ34を用いたり、帯電防止機能を有するエキスパンドテープ35を用いたりすることで、エキスパンドテープの帯電量が略一定(帯電防止機能を有するエキスパンドテープを使用した場合は略0(ゼロ))となるように加工対象物1を半導体チップ25に切断してもよい。この場合にも、半導体チップ25の切断面から剥離したパーティクルがランダムに飛散するのを抑制して、半導体チップ25の表面にパーティクルが付着するのを確実に防止することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0105】

【図1】改質領域の形成に用いられるレーザ加工装置の概略構成図である。

【図2】改質領域の形成の対象となる加工対象物の平面図である。

【図3】図2の加工対象物のIII-III線に沿っての断面図である。

【図4】レーザ加工後の加工対象物の平面図である。

50

【図5】図4の加工対象物のV-V線に沿っての断面図である。

【図6】図4の加工対象物のVI-VI線に沿っての断面図である。

【図7】レーザ加工後のシリコンウェハの切断面の写真を表した図である。

【図8】レーザ光の波長とシリコン基板の内部の透過率との関係を示すグラフである。

【図9】レーザ光のピークパワー密度とクラックスポットの大きさとの関係を示すグラフである。

【図10】第1の実施形態に係る加工対象物切断方法が適用される加工対象物の平面図である。

【図11】図10の加工対象物の切断予定ラインに沿っての一部断面図である。

【図12】第1の実施形態に係る加工対象物切断方法を説明するための加工対象物の一部断面図である。

10

【図13】第1の実施形態に係る加工対象物切断方法を説明するための加工対象物の一部断面図である。

【図14】第1の実施形態に係る加工対象物切断方法を説明するための加工対象物の一部断面図である。

【図15】第1の実施形態に係る加工対象物切断方法を説明するための加工対象物の一部断面図である。

【図16】第2の実施形態に係る加工対象物切断方法を説明するための加工対象物の一部断面図である。

【図17】第2の実施形態に係る加工対象物切断方法を説明するための加工対象物の一部断面図である。

20

【図18】第2の実施形態に係る加工対象物切断方法を説明するための加工対象物の一部断面図である。

【図19】第3の実施形態に係る加工対象物切断方法を説明するための加工対象物の一部断面図である。

【図20】第3の実施形態に係る加工対象物切断方法を説明するための加工対象物の一部断面図である。

【図21】第3の実施形態に係る加工対象物切断方法を説明するための加工対象物の一部断面図である。

【図22】第3の実施形態に係る加工対象物切断方法を説明するための加工対象物の一部断面図である。

30

【図23】第3の実施形態に係る加工対象物切断方法を説明するための加工対象物の一部断面図である。

【図24】第3の実施形態に係る加工対象物切断方法を説明するための加工対象物の一部断面図である。

【図25】第4の実施形態に係る加工対象物切断方法を説明するための加工対象物の一部断面図である。

【図26】第4の実施形態に係る加工対象物切断方法を説明するための加工対象物の一部断面図である。

【図27】円柱状のエキスパンダを用いた場合におけるエキスパンドテープの帯電量の変化及びチップ上のダスト量の変化を示す表である。

40

【図28】円筒状のエキスパンダを用いた場合におけるエキスパンドテープの帯電量の変化及びチップ上のダスト量の変化を示す表である。

【図29】帯電防止機能を有するエキスパンドテープを用いた場合におけるエキスパンドテープの帯電量の変化及びチップ上のダスト量の変化を示す表である。

【符号の説明】

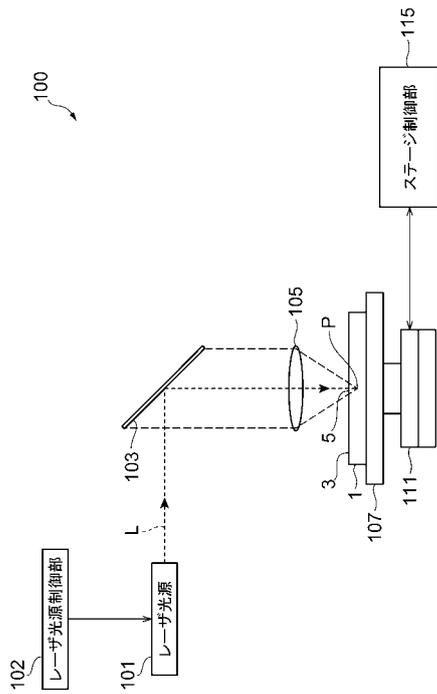
【0106】

1...加工対象物、5...切断予定ライン、7...改質領域、11...シリコンウェハ(半導体基板)、13...溶融処理領域、23...エキスパンドテープ(第1のシート)、25...半導体チップ(チップ)、27...吸着テープ(第2のシート)、28...保護テープ(第2のシ

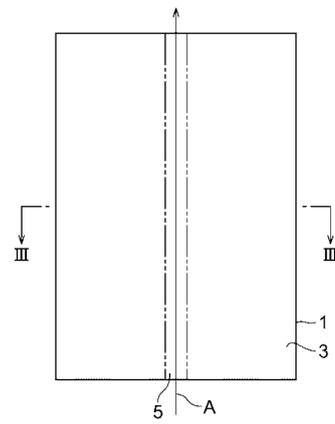
50

ート)、3 1 ... ポーラスシート (第 2 のシート)、L ... レーザ光。

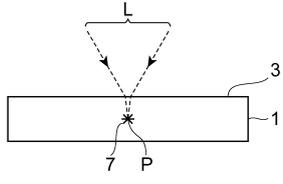
【図 1】



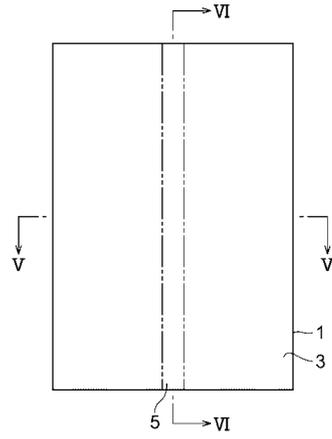
【図 2】



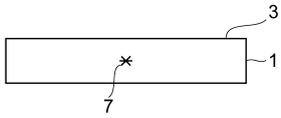
【 図 3 】



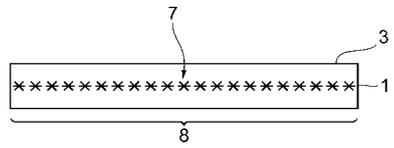
【 図 4 】



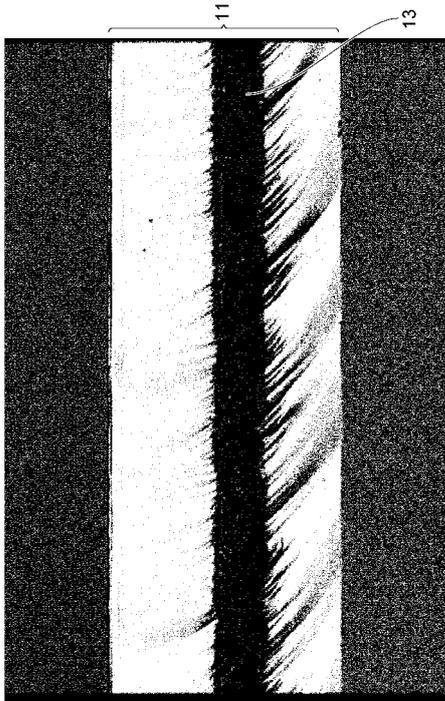
【 図 5 】



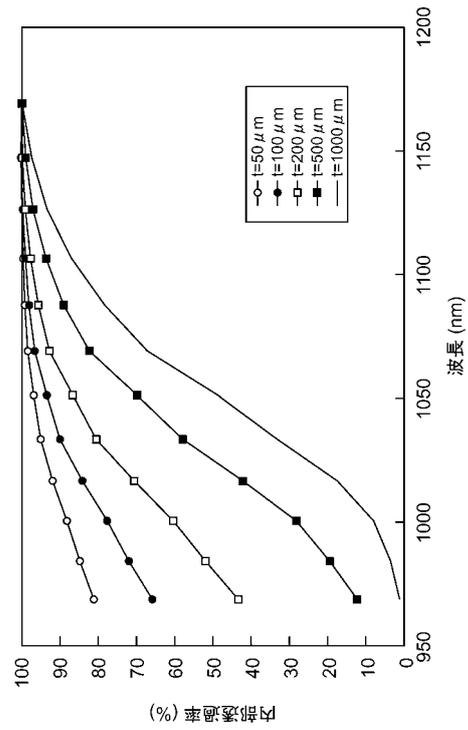
【 図 6 】



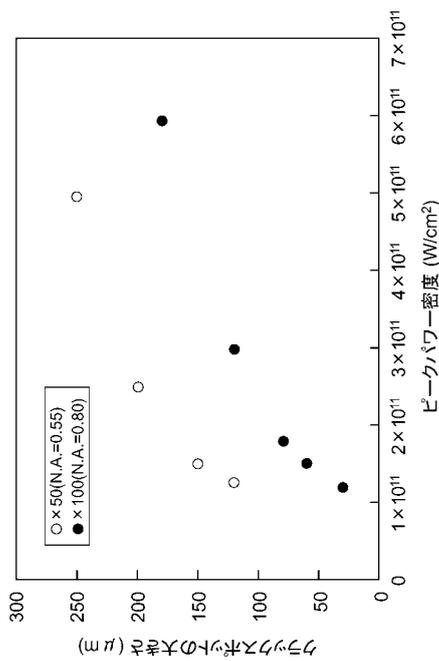
【図7】



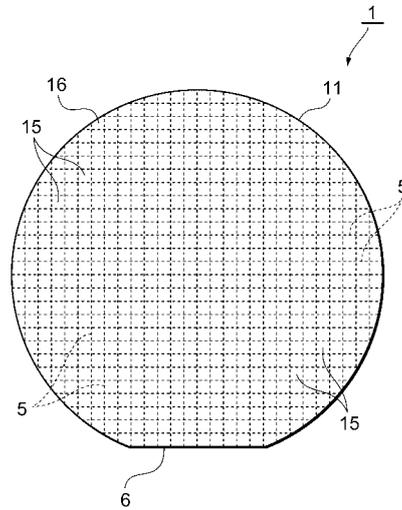
【図8】



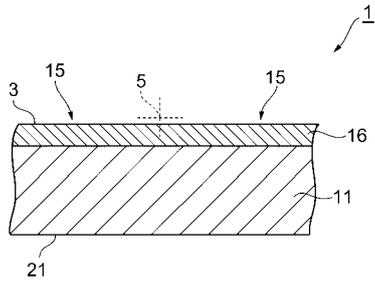
【図9】



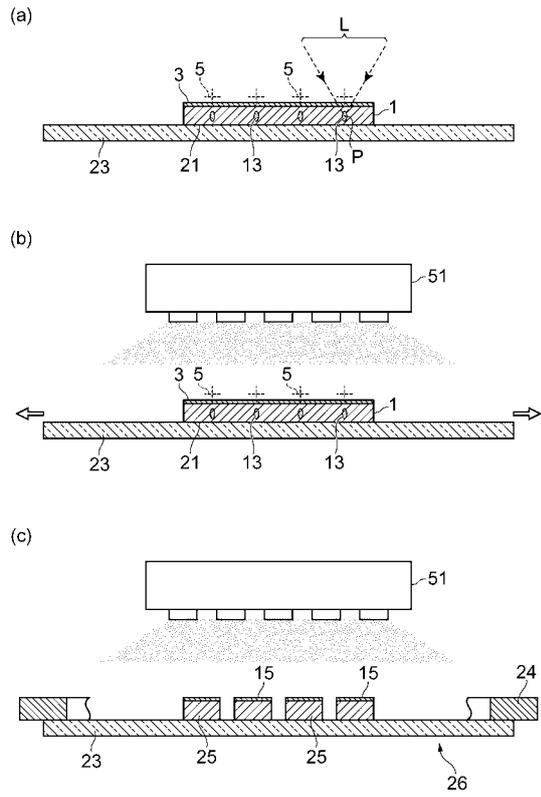
【図10】



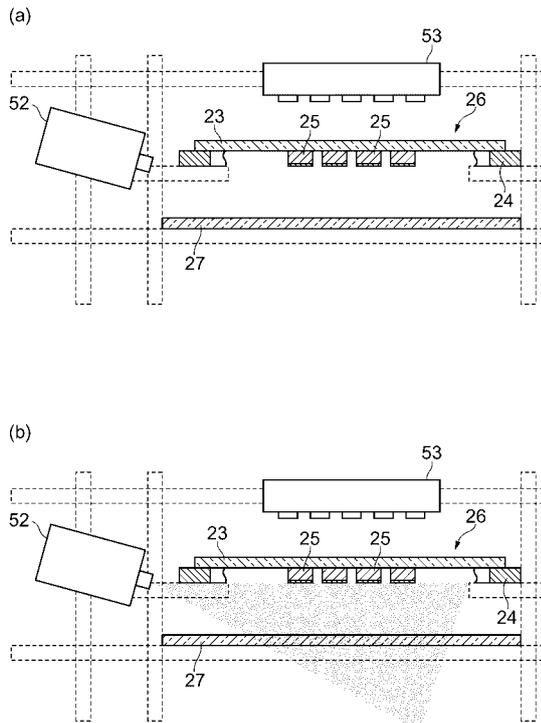
【図 1 1】



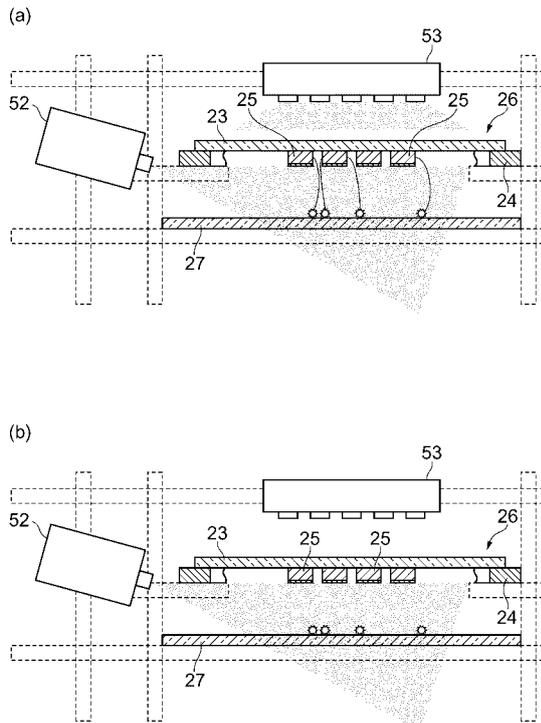
【図 1 2】



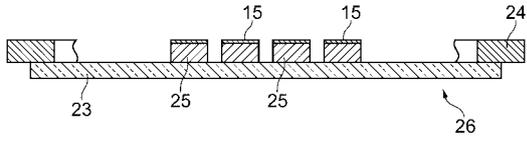
【図 1 3】



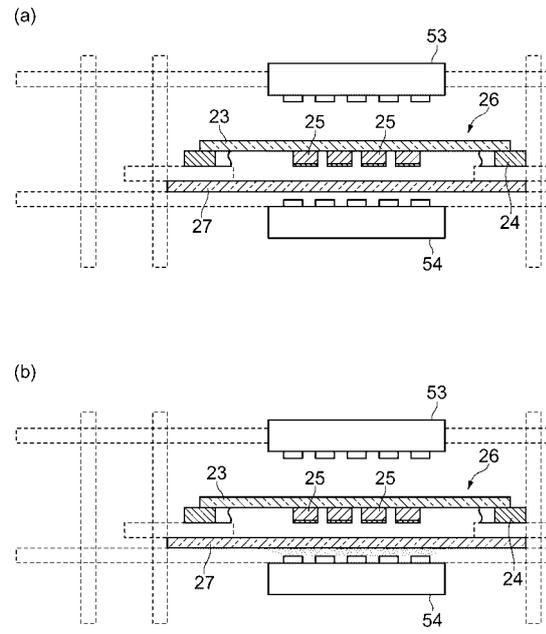
【図 1 4】



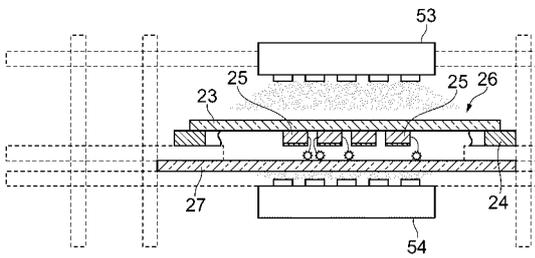
【図 15】



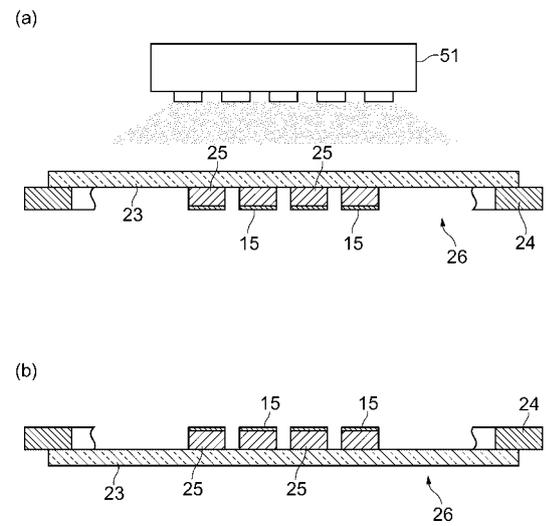
【図 16】



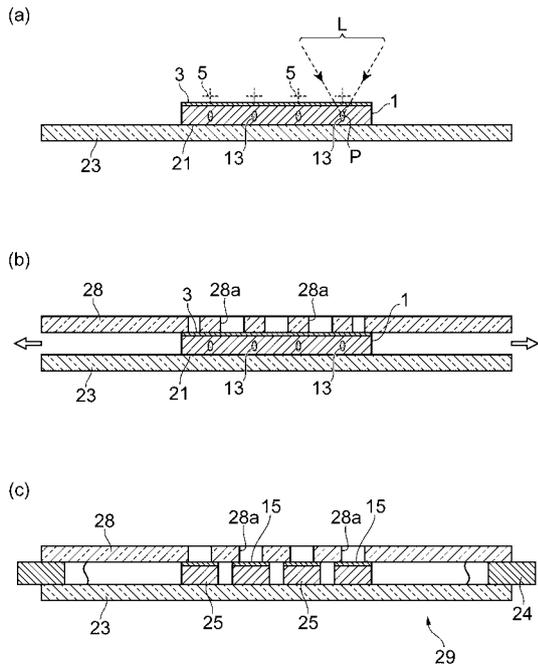
【図 17】



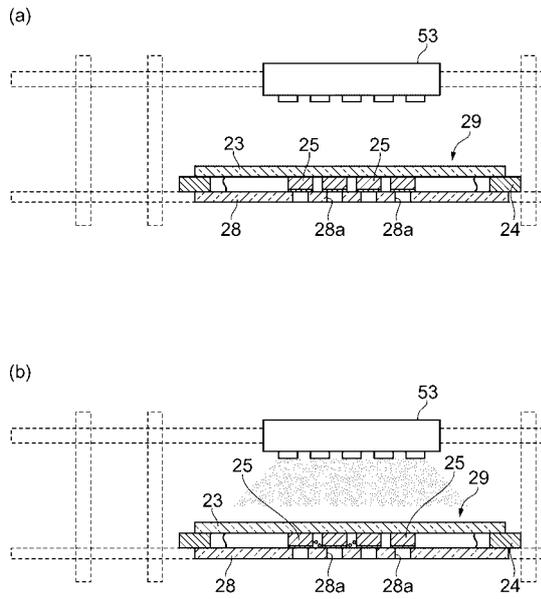
【図 18】



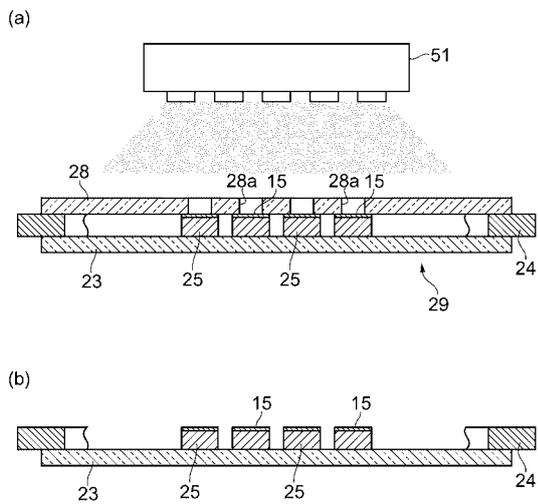
【図 19】



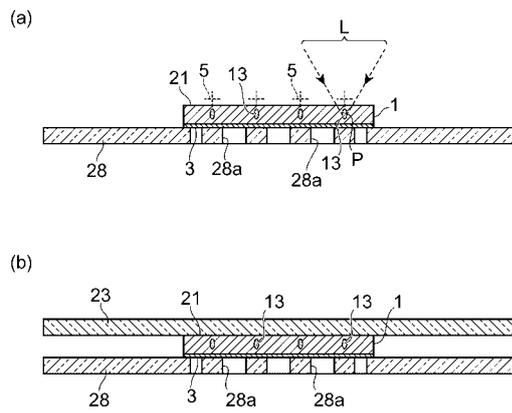
【図 20】



【図 21】



【図 22】



【図 27】

	プラスの帯電あり		マイナスの帯電あり		帯電なし	
	帯電量	ダスト量	帯電量	ダスト量	帯電量	ダスト量
(a)	+20	0 (総計0)	-20	0 (総計0)	0	0 (総計0)
(b)	+20	0 (総計0)	-20	0 (総計0)	0	0 (総計0)
(c)	0	0 (総計0)	0	0 (総計0)	0	0 (総計0)
(d)	0	4 (総計4)	0	4 (総計4)	0	4 (総計4)
(e)	0	0 (総計4)	0	0 (総計4)	0	0 (総計4)
(f)	+20	110 (総計114)	-20	110 (総計114)	0	0 (総計4)

【図 28】

	プラスの帯電あり		マイナスの帯電あり		帯電なし	
	帯電量	ダスト量	帯電量	ダスト量	帯電量	ダスト量
(a)	+20	0 (総計0)	-20	0 (総計0)	0	0 (総計0)
(b)	+20	0 (総計0)	-20	0 (総計0)	0	0 (総計0)
(c)	+20	0 (総計0)	-20	0 (総計0)	0	0 (総計0)
(d)	+20	4 (総計4)	-20	4 (総計4)	0	4 (総計4)
(e)	+20	0 (総計4)	-20	0 (総計4)	0	0 (総計4)
(f)	+20	0 (総計4)	-20	0 (総計4)	0	0 (総計4)

【図 29】

	帯電量		ダスト量
	帯電量	ダスト量	
(a1)	0	0 (総計0)	0
(b1)	0	0 (総計0)	0
(c1)	0	0 (総計0)	0
(d1)	0	4 (総計4)	4
(e1)	0	0 (総計4)	0
(f1)	0	0 (総計4)	0
(g1)	0	0 (総計4)	0

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 3 K 101/40 (2006.01) B 2 3 K 101:40

審査官 馬場 進吾

(56)参考文献 特開2007-141997(JP,A)
特開2007-142206(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 2 3 K 2 6 / 3 8
B 2 3 K 2 6 / 4 0
B 2 8 D 5 / 0 0
B 2 8 D 7 / 0 2
H 0 1 L 2 1 / 3 0 1
B 2 3 K 1 0 1 / 4 0