

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4890746号
(P4890746)

(45) 発行日 平成24年3月7日(2012.3.7)

(24) 登録日 平成23年12月22日(2011.12.22)

(51) Int. Cl.	F I	
B 2 3 K 26/00 (2006.01)	B 2 3 K 26/00	D
B 2 3 K 26/08 (2006.01)	B 2 3 K 26/08	F
B 2 3 K 26/18 (2006.01)	B 2 3 K 26/18	
H O 1 L 21/301 (2006.01)	H O 1 L 21/78	B
B 2 3 K 101/40 (2006.01)	H O 1 L 21/78	L
請求項の数 2 (全 18 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2004-174978 (P2004-174978)
 (22) 出願日 平成16年6月14日(2004.6.14)
 (65) 公開番号 特開2005-353935 (P2005-353935A)
 (43) 公開日 平成17年12月22日(2005.12.22)
 審査請求日 平成19年5月25日(2007.5.25)

(73) 特許権者 000134051
 株式会社ディスコ
 東京都大田区大森北二丁目13番11号
 (74) 代理人 100075177
 弁理士 小野 尚純
 (74) 代理人 100113217
 弁理士 奥貫 佐知子
 (72) 発明者 吉川 敏行
 東京都大田区東糞谷2丁目14番3号 株
 式会社ディスコ内
 (72) 発明者 土屋 利夫
 東京都大田区東糞谷2丁目14番3号 株
 式会社ディスコ内
 審査官 山崎 孔徳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウエーハの加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ウエーハに形成されたストリートに沿ってレーザー光線を照射して加工を施すウエーハの加工方法であって、

ウエーハの加工面の法線に対して15～80度傾斜した入射角を持ってレーザー光線を下向きに照射し、発生するデブリをウエーハのレーザー光線に対して鈍角をなす側の加工面に飛散させるとともに、加工面がレーザー光線に対して鋭角をなす側から加工面がレーザー光線に対して鈍角をなす側に向けてウエーハを加工送りして、レーザー光線をストリートに沿って照射するレーザー光線照射工程を実施する、

ことを特徴とするウエーハの加工方法。

【請求項2】

該レーザー光線照射工程を実施する前にウエーハの加工面に水溶性樹脂に光吸収剤を混入した水溶性光吸収樹脂により樹脂被膜を被覆する樹脂被膜被覆工程を実施し、

該レーザー光線照射工程を実施した後にウエーハの加工面に被覆された該樹脂被膜を水によって溶解除去する樹脂被膜除去工程を実施する請求項1に記載のウエーハの加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体ウエーハや光デバイスウエーハ等のウエーハに形成されたストリート

に沿ってレーザー光線を照射して加工を施すウエーハの加工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

当業者には周知の如く、半導体デバイス製造工程においては、シリコン等の半導体基板の表面に絶縁膜と機能膜が積層された積層体によって複数のIC、LSI等の半導体チップをマトリックス状に形成した半導体ウエーハが形成される。このように形成された半導体ウエーハは上記半導体チップがストリートと呼ばれる分割予定ラインによって区画されており、このストリートに沿って分割することによって個々の半導体チップを製造している。また、サファイヤ基板等の表面に格子状に形成されたストリートによって複数の領域が区画され、この区画された領域に窒化ガリウム系化合物半導体等が積層された光デバイスが形成された光デバイスウエーハは、ストリートに沿って個々の発光ダイオード、レーザーダイオード等の光デバイスに分割され、電気機器に広く利用されている。

10

【0003】

このような半導体ウエーハや光デバイスウエーハ等のウエーハのストリートに沿った分割は、通常、ダイサーと称されている切削装置によって行われている。この切削装置は、被加工物である半導体ウエーハを保持するチャックテーブルと、該チャックテーブルに保持された半導体ウエーハを切削するための切削手段と、チャックテーブルと切削手段とを相対的に移動せしめる移動手段とを具備している。切削手段は、高速回転せしめられる回転スピンドルと該スピンドルに装着された切削ブレードを含んでいる。切削ブレードは円盤状の基台と該基台の側面外周部に装着された環状の切れ刃からなっており、切れ刃は例えば粒径3 μ m程度のダイヤモンド砥粒を電鍍によって固定し厚さ20 μ m程度に形成されている。

20

【0004】

近時においては、IC、LSI等の半導体チップの処理能力を向上するために、シリコン等の半導体基板の表面にSiOF、BSG(SiOB)等の無機物系の膜やポリイミド系、パリレン系等のポリマー膜である有機物系の膜からなる低誘電率絶縁体被膜(Low-k膜)と回路を形成する機能膜が積層された積層体によって半導体チップを形成せしめた形態の半導体ウエーハが実用化されている。

【0005】

また、半導体ウエーハのストリートにテストエレメントグループ(Teg)と称する金属パターンを部分的に配設し、半導体ウエーハを分割する前に金属パターンを通して回路の機能をテストするように構成した半導体ウエーハも実用化されている。

30

【0006】

上述したLow-k膜やテストエレメントグループ(Teg)はウエーハの素材と異なるため、切削ブレードによって同時に切削することが困難である。即ち、Low-k膜は雲母のように非常に脆いことから、切削ブレードによりストリートに沿って切削すると、Low-k膜が剥離し、この剥離が回路にまで達し半導体チップに致命的な損傷を与えるという問題がある。また、テストエレメントグループ(Teg)は金属によって形成されているため、切削ブレードによって切削するとバリが発生するとともに、切削ブレードの寿命が短くなるという問題がある。

40

【0007】

上記問題を解消するために、半導体ウエーハのストリートに沿ってレーザー光線を照射することによりストリートを形成するLow-k膜やストリートに配設されたテストエレメントグループ(Teg)を除去し、その除去した領域に切削ブレードを位置付けて切削する加工装置が提案されている。(例えば、特許文献1参照。)

【特許文献2】特開2003-320466号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

被加工物をレーザー加工する場合には、レーザー光線を被加工物の加工面に対して垂直

50

な方向に照射するので、レーザー光線が照射された加工点から熔融されたデブリが放射状に飛散する。この飛散したデブリが加工直前の未加工領域に堆積し、この堆積したデブリがレーザー光線を遮光するため未加工領域のLow-k膜やストリートに配設されたテストエレメントグループ(Teg)を確実に除去することができないという問題がある。

また、ウエーハに形成されたストリートに沿ってレーザー光線を照射して個々のチップに分割する場合においても、上記未加工領域に堆積したデブリによってレーザー光線が遮光され、レーザー光線のエネルギーがウエーハの加工点に十分吸収されないため、ウエーハを個々のチップに分割することができないという問題がある。

【0009】

本発明は上記事実に鑑みてなされたものであり、その主たる技術的課題は、ウエーハに形成されたストリートに沿ってレーザー光線を照射することにより発生するデブリの影響を防止することができるウエーハの加工方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記主たる技術課題を解決するため、本発明によれば、ウエーハに形成されたストリートに沿ってレーザー光線を照射して加工を施すウエーハの加工方法であって、

ウエーハの加工面の法線に対して15～80度傾斜した入射角を持ってレーザー光線を下向きに照射し、発生するデブリをウエーハのレーザー光線に対して鈍角をなす側の加工面に飛散させるとともに、加工面がレーザー光線に対して鋭角をなす側から加工面がレーザー光線に対して鈍角をなす側に向けてウエーハを加工送りして、レーザー光線をストリートに沿って照射するレーザー光線照射工程を実施する、

ことを特徴とするウエーハの加工方法が提供される。

【0011】

上記入射角は、15～80度に設定されることが望ましい。

また、上記レーザー光線照射工程を実施する前にウエーハの加工面に溶剤によって溶解する樹脂により樹脂被膜を被覆する樹脂被膜被覆工程を実施し、上記レーザー光線照射工程を実施した後にウエーハの加工面に被覆された樹脂被膜を溶剤によって溶解除去する樹脂被膜除去工程を実施することが望ましく、上記樹脂被膜は水溶性樹脂に光吸収剤を混入した水溶性光吸収樹脂によって形成されることが望ましい。

【発明の効果】

【0012】

本発明によるウエーハの加工方法のレーザー光線照射工程においては、ウエーハの加工面の垂線に対して所定の傾斜角度を持ってレーザー光線を照射するとともに、ウエーハの加工面の垂線に対してレーザー光線が照射される側の一方から他方に向けてストリートに沿ってウエーハを加工送りするので、レーザー光線を照射することによって発生するデブリは加工された領域に飛散するが未加工領域に飛散することはない。従って、ウエーハの未加工領域にデブリが付着しないので、デブリの影響を受けることなくレーザー加工が実施される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明によるウエーハの加工方法について添付図面を参照して、更に詳細に説明する。

【0014】

図1には、本発明によるウエーハの加工方法によって加工される被加工物としての半導体ウエーハの斜視図が示されており、図2には図1に示す半導体ウエーハの要部拡大断面図が示されている。図1および図2に示す半導体ウエーハ2は、シリコン等の半導体基板20の表面に絶縁膜と回路を形成する機能膜が積層された積層体21によって複数のIC、LSI等の半導体チップ22がマトリックス状に形成されている。そして、各半導体チップ22は、格子状に形成されたストリート23によって区画されている。なお、図示の

10

20

30

40

50

実施形態においては、積層体 21 を形成する絶縁膜は、 SiO_2 膜または、 SiOF 、 BSG (SiOB) 等の無機物系の膜やポリイミド系、パリレン系等のポリマー膜である有機物系の膜からなる低誘電率絶縁体被膜 (Low-k 膜) からなっている。

【0015】

上述した半導体ウエーハ 2 をストリート 23 に沿って分割するには、半導体ウエーハ 2 を図 3 に示すように環状のフレーム 3 に装着された保護テープ 30 に貼着する。このとき、半導体ウエーハ 2 は、表面 2a を上にして裏面側を保護テープ 30 に貼着する。

【0016】

次に、半導体ウエーハ 2 のストリート 23 に沿ってレーザー光線を照射し、ストリート上の積層体 21 を除去するレーザー光線照射工程を実施する。このレーザー光線照射工程は、図 4 乃至図 7 に示すレーザー加工装置 4 を用いて実施する。図 4 乃至図 7 に示すレーザー加工装置 4 は、被加工物を保持するチャックテーブル 41 と、該チャックテーブル 41 上に保持された被加工物にレーザー光線を照射するレーザー光線照射手段 42 を具備している。チャックテーブル 41 は、被加工物を吸引保持するように構成されており、図示しない移動機構によって図 4 において矢印 X で示す加工送り方向および矢印 Y で示す割り出し送り方向に移動せしめられるようになっている。

【0017】

上記レーザー光線照射手段 42 は、実質上水平に配置された円筒形状のケーシング 421 を含んでいる。ケーシング 421 内には図 5 に示すようにパルスレーザー光線発振手段 422 と伝送光学系 423 とが配設されている。パルスレーザー光線発振手段 422 は、YAG レーザー発振器或いは YVO4 レーザー発振器からなるパルスレーザー光線発振器 422a と、これに付設された繰り返し周波数設定手段 422b とから構成されている。伝送光学系 423 は、ビームスプリッタの如き適宜の光学要素を含んでいる。上記ケーシング 421 の先端部には、それ自体は周知の形態でよい組レンズから構成される集光レンズ (図示せず) を収容した集光器 424 が回動筒 425 を介して回動可能に装着されている。上記パルスレーザー光線発振手段 422 から発振されたレーザー光線は、伝送光学系 423 を介して集光器 424 に至り、集光器 424 から上記チャックテーブル 41 に保持される被加工物に所定の集光スポット径 D で照射される。この集光スポット径 D は、図 6 に示すようにガウス分布を示すパルスレーザー光線が集光器 424 の対物集光レンズ 424a を通して照射される場合、 $D(\mu\text{m}) = 4 \times \lambda \times f / (\pi \times W)$ 、ここではパルスレーザー光線の波長 (μm)、W は対物集光レンズ 424a に入射されるパルスレーザー光線の直径 (mm)、f は対物集光レンズ 424a の焦点距離 (mm)、で規定される。

【0018】

図示のレーザー加工装置 4 は、図 7 に示すように上記集光器 424 のレーザー光線照射角度を調整するための角度調整手段 43 を備えている。角度調整手段 43 は、集光器 424 が装着された回動筒 425 の外周面に装着された被駆動歯車 431 と、該被駆動歯車 431 を噛み合う駆動歯車 432 と、該駆動歯車 432 と連結され駆動歯車 432 を回転駆動するためのパルスモータ 433 とからなっている。このように構成された角度調整手段 43 は、パルスモータ 433 を正転または逆転駆動することにより、集光器 424 を回動筒 425 を中心として図 7 において矢印で示す方向に回動せしめる。

【0019】

図示のレーザー加工装置 4 は、図 4 に示すように上記レーザー光線照射手段 42 を構成するケーシング 421 の先端部に装着された撮像手段 44 を備えている。この撮像手段 44 は、チャックテーブル 41 上に保持された被加工物を撮像する。撮像手段 44 は、図示の実施形態においては可視光線によって撮像する通常の撮像素子 (CCD) の外に、被加工物に赤外線を照射する赤外線照明手段と、該赤外線照明手段によって照射された赤外線を捕らえる光学系と、該光学系によって捕らえられた赤外線に対応した電気信号を出力する撮像素子 (赤外線 CCD) 等で構成されており、撮像した画像信号を図示しない制御手段に送る。

【0020】

10

20

30

40

50

上述したレーザー加工装置4を用いて実施するレーザー光線照射工程について、図4および図8乃至図11を参照して説明する。

このレーザー光線照射工程は、先ず上述した図4に示すレーザー加工装置4のチャックテーブル41上に半導体ウエーハ2を載置し、該チャックテーブル41上に半導体ウエーハ2を吸着保持する。このとき、半導体ウエーハ2は、表面2aを上側にして保持される。なお、図4においては、保護テープ30が装着された環状のフレーム3を省いて示しているが、環状のフレーム3はチャックテーブル41に配設された適宜のフレーム保持手段に保持されている。

【0021】

上述したように半導体ウエーハ2を吸引保持したチャックテーブル41は、図示しない移動機構によって撮像手段44の直下に位置付けられる。チャックテーブル41が撮像手段44の直下に位置付けられると、撮像手段44および図示しない制御手段によって半導体ウエーハ2のレーザー加工すべき加工領域を検出するアライメント作業を実行する。即ち、撮像手段44および図示しない制御手段は、半導体ウエーハ2の所定方向に形成されているストリート23と、ストリート23に沿ってレーザー光線を照射するレーザー光線照射手段42の集光器424との位置合わせを行うためのパターンマッチング等の画像処理を実行し、レーザー光線照射位置のアライメントを遂行する。また、半導体ウエーハ2に形成されている上記所定方向に対して直角に延びるストリート23に対しても、同様にレーザー光線照射位置のアライメントが遂行される。

【0022】

以上のようにしてチャックテーブル41上に保持された半導体ウエーハ2に形成されているストリート23を検出し、レーザー光線照射位置のアライメントが行われたならば、図8で示すようにチャックテーブル41をレーザー光線を照射するレーザー光線照射手段42の集光器424が位置するレーザー光線照射領域に移動し、所定のストリート23を集光器424の直下に位置付ける。このとき、集光器424は、上記角度調整手段43を作動して半導体ウエーハ2の加工面である表面2aの法線Hに対に対して図において右側に所定角度傾斜した入射角を持って位置付けられている。なお、上記入射角は15～80度の範囲で設定してよい。そして、所定のストリート23の一端(図8において左端)表面を集光器424から照射されるレーザー光線Lの加工スポットSに合わせる。なお、この加工スポットSは、その径が集光器424から照射させるレーザー光線Lの集光スポット径(例えば9.2μm)より大きくなるように、例えば30～40μmに設定されている。従って、図示の実施形態においては、集光器424はレーザー光線Lの集光点Pが半導体ウエーハ2の加工面である表面2aより集光器424側に位置するように位置付けられる。

【0023】

次に、集光器424からパルスレーザー光線Lを照射しつつチャックテーブル41即ち半導体ウエーハ2を図8において矢印X1で示す方向に所定の送り速度で加工送りする。この加工送りは、半導体ウエーハ2の加工面である表面2aに対して鋭角をなしてレーザー光線Lが照射される側の一方(図において右方)から他方(図において左方)に向けてストリート23に沿って移動することになる。そして、図8において2点鎖線で示すように集光器424から照射されるレーザー光線の加工スポットSにストリート23の他端(図8において右端)が達したら、パルスレーザー光線Lの照射を停止するとともにチャックテーブル41即ち半導体ウエーハ2の移動を停止する。

【0024】

上記レーザー光線照射工程においては、チャックテーブル41即ち半導体ウエーハ2が半導体ウエーハ2の加工面である表面2aに対して鋭角をなしてレーザー光線Lが照射される側の一方(図において右方)から他方(図において左方)に向けて矢印X1で示す方向に加工送りされるので、図9に示すようにレーザー光線Lを照射することによって発生するデブリDはレーザー光線Lの加工スポットSより図において左方(既に加工された領域)に飛散する。従って、レーザー光線Lの加工スポットSより図9において右側の未加工領域

10

20

30

40

50

にデブリDが付着しないので、デブリDの影響を受けることなくレーザー加工が実施される。この結果、半導体ウエーハ2のストリート23に沿って照射されるレーザー光線Lのエネルギーは半導体ウエーハ2の表面に積層された積層体21に十分吸収され、図10に示すようにストリート23に沿って積層体21が除去されたレーザー加工溝25が形成される。

【0025】

なお、上記レーザー光線照射工程は、例えば以下の加工条件で行われる。

レーザー光線の光源 : YVO4レーザーまたはYAGレーザー
 波長 : 355nm
 繰り返し周波数 : 50~100kHz
 出力 : 0.3~5.0W
 集光スポット径 : 9.2μm
 加工スポット径 : 30~40μm
 加工送り速度 : 1~800mm/秒

10

【0026】

上述したように所定のストリートに沿ってレーザー光線照射工程を実行したら、チャックテーブル41、従ってこれに保持されている半導体ウエーハ2を矢印Yで示す方向にストリートの間隔だけ割り出し送りする(割り出し工程)。そして、図11で示すように上記角度調整手段43(図7参照)を作動して集光器424を半導体ウエーハ2の加工面である表面2aの法線Hに対して図において左側に所定角度傾斜した入射角を持って位置付ける。そして、集光器424からパルスレーザー光線Lを照射しつつチャックテーブル41即ち半導体ウエーハ2を図11において矢印X2で示す方向に所定の送り速度で加工送りする。この加工送りは、半導体ウエーハ2の加工面である表面2aに対して鋭角をなしレーザー光線Lが照射される側の一方(図において左方)から他方(図において右方)に向けてストリート23に沿って移動することになる。なお、加工条件は、上述したレーザー光線照射工程と同じでよい。この結果、半導体ウエーハ2の表面に積層された積層体21はストリート23に沿って除去され、図10に示すようにストリート23に沿ってレーザー加工溝25が形成される。

20

【0027】

このようにして半導体ウエーハ2の所定方向に延在する全てのストリート23についてレーザー光線照射工程と割り出し工程を遂行したならば、チャックテーブル41、従ってこれに保持されている半導体ウエーハ2を90度回転せしめて、上記所定方向に対して直角に延びる各ストリートに沿って上記レーザー光線照射工程と割り出し工程を実行することにより、半導体ウエーハ2に形成されている全てのストリート23に沿って積層体21を除去しレーザー加工溝25を形成することができる。

30

【0028】

上述したようにレーザー光線照射工程を実施したならば、半導体ウエーハ2のストリート23に形成されたレーザー加工溝25に沿って半導体ウエーハ2を切削する切削工程を実施する。この切削工程は、図12に示すようにダイシング装置として一般に用いられている切削装置5を用いることができる。即ち、切削装置5は、吸引保持手段を備えたチャックテーブル51と、切削ブレード521を備えた切削手段52と、チャックテーブル51上に保持された被加工物を撮像する撮像手段53を具備している。

40

【0029】

上述した切削装置5を用いて実施する切削工程について、図12乃至図14を参照して説明する。

即ち、図12に示すように切削装置5のチャックテーブル51上に上述したレーザー光線照射工程が実施された半導体ウエーハ2を表面2aを上側にして載置し、図示しない吸引手段によって半導体ウエーハ2をチャックテーブル51上に保持する。半導体ウエーハ2を吸引保持したチャックテーブル51は、図示しない移動機構によって撮像手段53の直下に位置付けられる。

50

【 0 0 3 0 】

チャックテーブル51が撮像手段53の直下に位置付けられると、撮像手段53および図示しない制御手段によって半導体ウエーハ2の切削すべき領域を検出するアライメント作業を実行する。即ち、撮像手段53および図示しない制御手段は、半導体ウエーハ2の所定方向に形成されているストリート23と、レーザー加工溝25に沿って切削する切削ブレード521との位置合わせを行うためのパターンマッチング等の画像処理を実行し、切削領域のアライメントを遂行する。また、半導体ウエーハ2に形成されている上記所定方向に対して直角に延びるストリート23に対しても、同様に切削領域のアライメントが遂行される。

【 0 0 3 1 】

以上のようにしてチャックテーブル51上に保持されている半導体ウエーハ2に形成されているストリート23を検出し、切削領域のアライメントが行われたならば、半導体ウエーハ2を保持したチャックテーブル51を切削領域の切削開始位置に移動する。このとき、図13の(a)で示すように半導体ウエーハ2は切削すべきストリート23の一端(図13において左端)が切削ブレード521の直下より所定量右側に位置するように位置付けられる。また、半導体ウエーハ2はストリート23に形成されたレーザー加工溝25の中央部に切削ブレード521が位置するように位置付けられる。

【 0 0 3 2 】

このようにしてチャックテーブル51即ち半導体ウエーハ2が切削加工領域の切削開始位置に位置付けられたならば、切削ブレード521を図13の(a)において2点鎖線で示す待機位置から下方に切り込み送りし、図13の(a)において実線で示すように所定の切り込み送り位置に位置付ける。この切り込み送り位置は、図13の(a)および図14の(a)に示すように切削ブレード521の下端が半導体ウエーハ2の裏面に貼着された保護テープ30に達する位置に設定されている。

【 0 0 3 3 】

次に、切削ブレード521を所定の回転速度で回転せしめ、チャックテーブル51即ち半導体ウエーハ2を図13の(a)において矢印X1で示す方向に所定の切削送り速度で移動せしめる。そして、チャックテーブル51即ち半導体ウエーハ2が図13の(b)で示すようにストリート23の他端(図13において右端)が切削ブレード521の直下より所定量左側に位置するまで達したら、チャックテーブル51即ち半導体ウエーハ2の移動を停止する。このようにチャックテーブル51即ち半導体ウエーハ2を切削送りすることにより、図14の(b)で示すように半導体ウエーハ2はストリート23に形成されたレーザー加工溝25に沿って裏面に達する切削溝27が形成され切断される。この切削工程においては切削ブレード521によって半導体基板20だけが切削されることになる。従って、半導体基板20の表面に形成された積層体21を切削ブレード521により切削することによって発生する積層体21の剥離を未然に防止することができる。

【 0 0 3 4 】

なお、上記切削工程は、例えば以下の加工条件で行われる。

切削ブレード : 外径52mm、厚さ20 μ m

切削ブレードの回転速度 : 30000rpm

切削送り速度 : 50mm/秒

【 0 0 3 5 】

次に、切削ブレード521を図13の(b)において2点鎖線で示す待機位置に位置付け、チャックテーブル51即ち半導体ウエーハ2を図13の(b)において矢印X2で示す方向に移動して、図13の(a)に示す位置に戻す。そして、チャックテーブル51即ち半導体ウエーハ2を紙面に垂直な方向(割り出し送り方向)にストリート23の間隔に相当する量だけ割り出し送りし、次に切削すべきストリート23を切削ブレード521と対応する位置に位置付ける。このようにして、次に切削すべきストリート23を切削ブレード521と対応する位置に位置付けたならば、上述した切削工程を実施する。

【 0 0 3 6 】

10

20

30

40

50

上述した切削工程を半導体ウエーハ 2 に形成された全てのストリート 2 3 に実施する。この結果、半導体ウエーハ 2 はストリート 2 3 に形成されたレーザー加工溝 2 5 に沿って切断され、個々の半導体チップ 2 2 に分割される。

【 0 0 3 7 】

次に、光デバイスウエーハを個々の光デバイスに分割するための加工方法について、図 1 5 乃至図 1 9 を参照して説明する。

図 1 5 には、光デバイスウエーハ 1 0 の斜視図が示されている。図 1 5 に示す光デバイスウエーハ 1 0 は、サファイヤ基板の表面 1 0 a に複数のストリート 1 0 1 が格子状に形成されているとともに該複数のストリート 1 0 1 によって区画された複数の領域に窒化ガリウム系化合物半導体等が積層された光デバイス 1 0 2 が形成されている。このように構成された光デバイスウエーハ 1 0 を個々の光デバイス 1 0 2 に分割するには、表面 1 0 a に保護テープ 1 1 を貼着する。

10

【 0 0 3 8 】

上記のように光デバイスウエーハ 1 0 の表面 1 0 a に保護テープ 1 1 を貼着したならば、光デバイスウエーハ 1 0 のストリート 1 0 1 に沿ってレーザー光線を照射するレーザー光線照射工程を実施する。このレーザー光線照射工程は上述した図 4 乃至図 7 に示すレーザー加工装置 4 を用いて実施する。即ち、図 1 6 に示すようにレーザー加工装置 4 のチャックテーブル 4 1 上に光デバイスウエーハ 1 0 を保護テープ 1 1 が貼着されている側を載置し、該チャックテーブル 4 1 上に光デバイスウエーハ 1 0 を吸着保持する。従って光デバイスウエーハ 1 0 は、裏面 1 0 b が上側となる。そして、光デバイスウエーハ 1 0 に形成されたストリート 1 0 1 とレーザー光線照射手段 4 2 の集光器 4 2 4 との位置合わせを行いレーザー光線照射位置のアライメントを遂行する。このとき、光デバイスウエーハ 1 0 のストリート 1 0 1 が形成されている表面 1 0 a は下側に位置しているが、撮像手段は赤外線撮像して裏面 1 0 b 側からアライメントすることができる。

20

【 0 0 3 9 】

次に、光デバイスウエーハ 1 0 に形成された所定のストリート 1 0 1 をレーザー光線照射手段 4 2 の集光器 4 2 4 が位置するレーザー光線照射領域に移動し、所定のストリート 2 3 を集光器 4 2 4 の直下に位置付ける。このとき、集光器 4 2 4 は、上記角度調整手段 4 3 を作動して光デバイスウエーハ 1 0 の加工面である裏面 1 0 b の法線 H に対に対して図において右側に所定角度傾斜した入射角 θ を持って位置付けられている。なお、照射角度 θ は、光デバイスウエーハ 1 0 を形成するサファイヤ基板のブルスター角度に設定することが望ましい。そして、所定のストリート 1 0 1 の一端（図 1 8 において左端）を集光器 4 2 4 から照射されるレーザー光線 L の集光点 P に合わせる。

30

【 0 0 4 0 】

次に、集光器 4 2 4 からパルスレーザー光線 L を照射しつつチャックテーブル 4 1 即ち光デバイスウエーハ 1 0 を図 1 6 において矢印 X 1 で示す方向に所定の送り速度で加工送りする。この加工送りは、上記図 8 で示す実施形態と同様に光デバイスウエーハ 1 0 の加工面である裏面 1 0 b に対して鋭角をなしてレーザー光線 L が照射される側の一方（図において右方）から他方（図において左方）に向けてストリート 1 0 1 に沿って移動する。そして、図 1 6 において 2 点鎖線で示すように集光器 4 2 4 から照射されるレーザー光線 L の集光点 P にストリート 1 0 1 の他端（図 1 6 において右端）が達したら、パルスレーザー光線 L の照射を停止するとともにチャックテーブル 4 1 即ち光デバイスウエーハ 1 0 の移動と停止する。

40

【 0 0 4 1 】

上記レーザー光線照射工程においては、チャックテーブル 4 1 即ち光デバイスウエーハ 1 0 が光デバイスウエーハ 1 0 の加工面である裏面 1 0 b に対して鋭角をなしてレーザー光線 L が照射される側の一方（図 1 7 において右方）から他方（図 1 7 において左方）に向けて矢印 X 1 で示す方向に加工送りされるので、図 1 7 に示すようにレーザー光線 L を照射することによって発生するデブリ D はレーザー光線 L の集光点 P より図において左方（既に加工された領域）に飛散する。従って、レーザー光線 L の集光点 P より図 1 7 において

50

右側の未加工領域にデブリDが付着しないので、デブリDの影響を受けることなくレーザー加工が実施される。この結果、光デバイス102のストリート101に沿って照射されるレーザー光線Lのエネルギーは光デバイス102を形成するサファイヤ基板に十分吸収され、図18に示すように光デバイス102にはストリート101に沿ってレーザー加工溝103が形成される。なお、このレーザー光線照射工程における加工条件は、上述した図8におけるレーザー光線照射工程と同様でよい。

【0042】

上述したように所定のストリートに沿ってレーザー光線照射工程を実行したら、チャックテーブル41、従ってこれに保持されている光デバイスウエーハ10を矢印Y(図4参照)で示す方向にストリートの間隔だけ割り出し送りする(割り出し工程)。そして、図19で示すように上記角度調整手段43(図7参照)を作動して集光器424を光デバイス102の加工面である裏面10bの法線Hに対して図において左側に所定角度傾斜した入射角を持って位置付ける。そして、集光器424からパルスレーザー光線Lを照射しつつチャックテーブル41即ち光デバイス102を図19において矢印X2で示す方向に所定の送り速度で加工送りする。なお、加工条件は、上述したレーザー光線照射工程と同じでよい。この結果、光デバイス102にはストリート101に沿ってレーザー加工溝103が形成される。

【0043】

このようにして光デバイス102の所定方向に延在する全てのストリート101についてレーザー光線照射工程と割り出し工程を遂行したならば、チャックテーブル41、従ってチャックテーブル41に保持されている光デバイス102を90度回転せしめて、上記所定方向に対して直角に延びる各ストリートに沿って上記レーザー光線照射工程と割り出し工程を実行することにより、光デバイス102に形成されている全てのストリート101に沿って図18に示すようにレーザー加工溝103を形成することができる。なお、上記レーザー光線照射工程において、レーザー光線Lの入射角を光デバイスウエーハ10を形成するサファイヤ基板のブルースター角度に設定することにより、レーザー光線の吸収が良好となりレーザー加工溝103の深さを深く形成することができる。

【0044】

上述したレーザー光線照射工程を光デバイスウエーハ10に形成されている全てのストリート101に沿って実施したならば、光デバイスウエーハ10をストリート101に形成されたレーザー加工溝103に沿って分割する分割行程を実行する。この分割行程は、例えば図20の(a)に示すように光デバイスウエーハ10をレーザー加工溝103が形成された裏面10bを下側にして互いに並行に配列された円柱状の複数の支持部材12上に載置する。このとき、支持部材12と12の間にレーザー加工溝103を位置付ける。そして、光デバイスウエーハ10の表面10aに貼着された保護シート11側から押圧部材13によりレーザー加工溝103即ちストリート101に沿って押圧する。この結果、光デバイスウエーハ10にはレーザー加工溝103即ちストリート101に沿って曲げ荷重が作用して裏面10bに引っ張り応力が発生し、図20の(b)に示すように光デバイスウエーハ10は所定方向に形成されたレーザー加工溝103即ちストリート101に沿って分割部104が形成され分割される。そして、所定方向に形成されたレーザー加工溝103即ちストリート101に沿って分割したならば、光デバイスウエーハ10を90度回転せしめて、上記所定方向に対して直角に形成されたレーザー加工溝103即ちストリート101に沿って上記分割作業を実施することにより、光デバイスウエーハ10は個々の光デバイス102に分割することができる。なお、個々の分割された光デバイス102は、表面10aに保護シート11が貼着されているので、バラバラにはならず光デバイスウエーハ10の形態が維持されている。

【0045】

次に、本発明によるウエーハの加工方法の他の実施形態について、図21乃至図26を参照して説明する。この実施形態においては、上記図1乃至図14の実施形態におけるレーザー光線照射工程の前に、半導体ウエーハ2の加工面である表面2aにレーザー光線を

10

20

30

40

50

吸収する樹脂被膜を被覆する樹脂被膜被覆工程を実施する。この樹脂被膜被覆工程は、図 2 1 に示すようにスピコター 6 によって半導体ウエーハ 2 の表面 2 a にレーザー光線を吸収する樹脂を被覆する。即ち、スピコター 6 は、吸引保持手段を備えたチャックテーブル 6 1 と、該チャックテーブル 6 1 の中心部上方に配置されたノズル 6 2 を具備している。このスピコター 6 のチャックテーブル 6 1 上に半導体ウエーハ 2 を表面 2 a を上側にして載置し、チャックテーブル 6 1 を回転しつつノズル 6 2 から液状の樹脂を半導体ウエーハ 2 の表面中心部に滴下することにより、液状の樹脂が遠心力によって外周部まで流動し半導体ウエーハ 2 の表面を被覆する。この液状の樹脂は経時的に硬化して、図 2 2 に示すように半導体ウエーハ 2 の表面 2 a に厚さ 1 ~ 5 μm 程度の樹脂被膜 2 4 を形成する。なお、半導体ウエーハ 2 の表面 2 a を被覆する樹脂としては水溶性のレジストが望ましい。

10

【 0 0 4 6 】

ここで、上記樹脂被膜 2 4 を形成する樹脂について説明する。この樹脂は上述したようにレーザー光線を吸収する性質を有することが重要であり、光吸収係数が 1 , 0 0 0 / c m 以上であることが望ましい。また、上記樹脂被膜 2 4 を形成する樹脂は水溶性であることが望ましく、このような樹脂としては、ポリビニルアルコールに光吸収剤として二酸化チタンを混入したものをを用いることができる。なお、光吸収剤としては、二酸化チタンの外に酸化セリウム、カーボンブラック、酸化亜鉛、シリコン粉末、黄色酸化鉄、硫化物顔料、ニトロソ顔料、ニトロ顔料、アゾレーキ顔料、レーキ顔料、フタロシアニン顔料、スレン顔料、キナクリドン顔料等を使用するレーザー光線の波長によって適宜選択することができる。

20

【 0 0 4 7 】

上述した樹脂被膜被覆工程を実施することによって半導体ウエーハ 2 の表面 2 a に樹脂被膜 2 4 を形成したならば、図 2 3 に示すように半導体ウエーハ 2 を環状のフレーム 3 に装着された保護テープ 3 0 に裏面側を貼着される。従って、半導体ウエーハ 2 は、表面に形成された樹脂被膜 2 4 が上側となる。

【 0 0 4 8 】

半導体ウエーハ 2 を環状のフレーム 3 に装着された保護テープ 3 0 に貼着したならば、上記図 8 乃至図 1 0 に示すレーザー光線照射工程を実施する。

本実施形態によるレーザー光線照射工程においては、図 2 4 で示すようにパルスレーザー光線 L が樹脂被膜 2 4 を通してストリート 2 3 を形成する積層体 2 1 に照射される。このとき、樹脂被膜 2 4 は光レーザー光線 L を吸収する性質を有しているため、樹脂被膜 2 4 が加工起点となり、その後積層体 2 1 および半導体基板 2 0 がパルスレーザー光線 L の照射によって加工され、図 2 5 に示すように半導体ウエーハ 2 にはストリート 2 3 に沿ってレーザー加工溝 2 5 が形成される。なお、レーザー光線照射工程は上記図 8 乃至図 1 0 に示すレーザー光線照射工程と同様に実施されるので、未加工領域にはデブリは付着しない。一方、図 2 5 に示すように積層体 2 1 および半導体基板 2 0 がパルスレーザー光線 L の照射によって加工される際に発生し加工された領域に飛散したデブリ D は、樹脂被膜 2 4 の表面には付着するが半導体チップ 2 2 に付着することはない。

30

【 0 0 4 9 】

上述したようにレーザー光線照射工程を実施したならば、半導体ウエーハ 2 の表面 2 a に被覆された樹脂被膜 2 4 を除去する樹脂被膜除去工程を実施する。この樹脂被膜除去工程は、上述したように樹脂被膜 2 4 が水溶性の樹脂によって形成されているので、図 2 6 に示すように水によって樹脂被膜 2 4 を洗い流すことができる。このとき、上述したレーザー光線照射工程において発生し樹脂被膜 2 4 の表面に付着したデブリ D も樹脂被膜 2 4 とともに流される。このように、図示の実施形態においては樹脂被膜 2 4 が水溶性の樹脂によって形成されているので、水によって洗い流すことができるため、樹脂被膜 2 4 の除去が極めて容易となる。

40

【 0 0 5 0 】

上述したように樹脂被膜除去工程を実施したならば、半導体ウエーハ 2 のストリート 2

50

3に形成されたレーザー加工溝25に沿って半導体ウエーハ2を切削する切削工程を実施する。この切削工程は、上記図12乃至図14に示す切削工程と同様に実施する。

【0051】

次に、本発明によるウエーハの加工方法の更に他の実施形態について、図27乃至図29を参照して説明する。この実施形態においては、上記図15乃至図20の実施形態におけるレーザー光線照射工程の前に、光デバイスウエーハ10の加工面である裏面10bにレーザー光線を吸収する樹脂被膜を被覆する樹脂被膜被覆工程を実施する。この樹脂被膜被覆工程は上記図21に示す樹脂被膜被覆工程と同様でよい。このレーザー光線照射工程においては、図27に示すように集光器424から照射されるパルスレーザー光線Lの集光点Pを光デバイスウエーハ10の裏面b(上面)に合わせて実施する。

10

【0052】

上記レーザー光線照射工程においては、図27で示すようにパルスレーザー光線Lが樹脂被膜24を通して光デバイスウエーハ10に照射される。樹脂被膜24は光レーザー光線を吸収する性質を有しているため、樹脂被膜24が加工起点となり、その後光デバイスウエーハ10がパルスレーザー光線Lの照射によって加工され、図28に示すように光デバイスウエーハ10には裏面10bからストリート101に沿ってレーザー加工溝103が形成される。なお、レーザー光線照射工程は上記図16乃至図18に示すレーザー光線照射工程と同様に実施されるため、未加工領域にはデブリは付着しない。一方、図28に示すように光デバイスウエーハ10がパルスレーザー光線Lの照射によって加工される際に発生し加工された領域に飛散したデブリDは、樹脂被膜24の表面には付着するが光デバイス102の裏面10bに付着することはない。

20

【0053】

上述したレーザー光線照射工程を光デバイスウエーハ10に形成されている全てのストリート101に沿って実施したならば、光デバイスウエーハ10の裏面10bに被覆された樹脂被膜24を除去する上述した樹脂被膜除去工程を実施する。この樹脂被膜除去工程を実施することにより、図29に示すように光デバイスウエーハ10の裏面10bに被覆された樹脂被膜24および上述したレーザー光線照射工程において発生し樹脂被膜24に付着したデブリも除去される。

【0054】

上述したように樹脂被膜除去工程を実施したならば、光デバイスウエーハ10をストリート101に形成されたレーザー加工溝103に沿って分割する分割行程を実行する。この分割行程は、上記図20に示す分割工程と同様でよい。

30

【0055】

以上、本発明を半導体ウエーハおよび光デバイスウエーハを分割する実施形態に基づいて説明したが、本発明は他のウエーハの種々のレーザー加工に適用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】本発明によるウエーハの加工方法によって加工される半導体ウエーハを示す斜視図。

40

【図2】図1に示す半導体ウエーハの断面拡大図。

【図3】図1に示す半導体ウエーハが環状のフレームに保護テープを介して支持された状態を示す斜視図。

【図4】本発明によるウエーハの加工方法におけるレーザー光線照射工程を実施するレーザー加工装置の要部斜視図。

【図5】図4に示すレーザー加工装置に装備されるレーザー光線照射手段の構成を簡略に示すブロック図。

【図6】レーザー光線の集光スポット径を説明するための簡略図。

【図7】図4に示すレーザー加工装置に装備されるレーザー光線照射手段を構成する集光器のレーザー光線照射角度を調整するための角度調整手段を示す斜視図。

50

【図 8】本発明によるウエーハの加工方法におけるレーザー光線照射工程の一実施形態を示す説明図。

【図 9】図 8 に示すレーザー光線照射工程における加工状態を示す説明図。

【図 10】図 8 に示すレーザー光線照射工程によって半導体ウエーハに形成されたレーザー加工溝を示す半導体ウエーハの要部拡大断面図。

【図 11】本発明によるウエーハの加工方法におけるレーザー光線照射工程の一実施形態を示す説明図。

【図 12】本発明によるウエーハの加工方法におけるレーザー光線照射工程を実施した後に切削工程を実施するための切削装置の要部斜視図。

【図 13】図 12 に示す切削装置によってレーザー光線照射工程を実施した後の半導体ウエーハに切削工程を実施する状態を示す説明図。

【図 14】図 13 に示す切削工程によってレーザー加工溝に沿って半導体ウエーハが切削される状態を示す説明図。

【図 15】本発明によるウエーハの加工方法によって加工される光デバイスウエーハを示す斜視図。

【図 16】本発明によるウエーハの加工方法におけるレーザー光線照射工程の他の実施形態を示す説明図。

【図 17】図 16 に示すレーザー光線照射工程における加工状態を示す説明図。

【図 18】本発明によるウエーハの加工方法におけるレーザー光線照射工程によって光デバイスウエーハに形成されたレーザー加工溝を示す光デバイスウエーハの要部拡大断面図

【図 19】本発明によるウエーハの加工方法におけるレーザー光線照射工程の他の実施形態を示す説明図。

【図 20】本発明によるウエーハの加工方法におけるレーザー光線照射工程を実施した後に実施する分割行程の説明図。

【図 21】本発明によるウエーハの加工方法における樹脂被膜被覆工程の一実施形態を示す説明図。

【図 22】図 21 に示す保護被膜被覆工程によって樹脂被膜が被覆された半導体ウエーハの要部拡大断面図。

【図 23】樹脂被膜が被覆された半導体ウエーハが環状のフレームに保護テープを介して支持された状態を示す斜視図。

【図 24】本発明によるウエーハの加工方法のレーザー光線照射工程における他の実施形態のレーザー光線照射位置を示す説明図。

【図 25】本発明によるウエーハの加工方法におけるレーザー光線照射工程によって半導体ウエーハに形成されたレーザー加工溝を示す半導体ウエーハの要部拡大断面図。

【図 26】本発明によるウエーハの加工方法における樹脂被膜除去工程によって半導体ウエーハの表面に被覆された樹脂被膜を除去した状態を示す半導体ウエーハの要部拡大断面図。

【図 27】本発明によるウエーハの加工方法のレーザー光線照射工程における更に他の実施形態のレーザー光線照射位置を示す説明図。

【図 28】本発明によるウエーハの加工方法におけるレーザー光線照射工程によって光デバイスウエーハに形成されたレーザー加工溝を示す光デバイスウエーハの要部拡大断面図

【図 29】本発明によるウエーハの加工方法における樹脂被膜除去工程によって半導体ウエーハの表面に被覆された樹脂被膜を除去した状態を示す半導体ウエーハの要部拡大断面図。

【符号の説明】

【0057】

2：半導体ウエーハ

20：基板

10

20

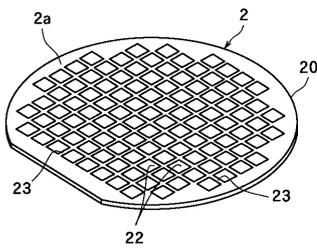
30

40

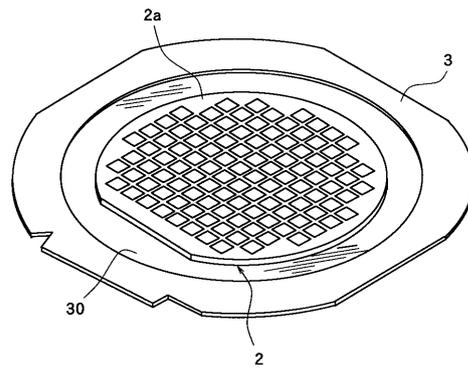
50

- 2 1 : 積層体
- 2 2 : 半導体チップ
- 2 3 : ストリート
- 2 4 : 樹脂被膜
- 2 5 : レーザー加工溝
- 2 7 : 切削溝
- 3 : 環状のフレーム
- 3 0 : 保護テープ
- 4 : レーザー加工装置
- 4 1 : レーザー加工装置のチャックテーブル
- 4 2 : レーザー光線照射手段
- 4 2 4 : 集光器
- 4 3 : 角度調整手段
- 5 : 切削装置
- 5 1 : 切削装置のチャックテーブル
- 5 2 : 切削手段
- 6 : スピンコーター
- 1 0 : 光デバイスウエーハ
- 1 0 2 : 光デバイス

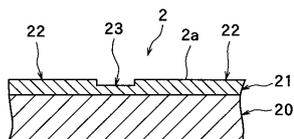
【図1】



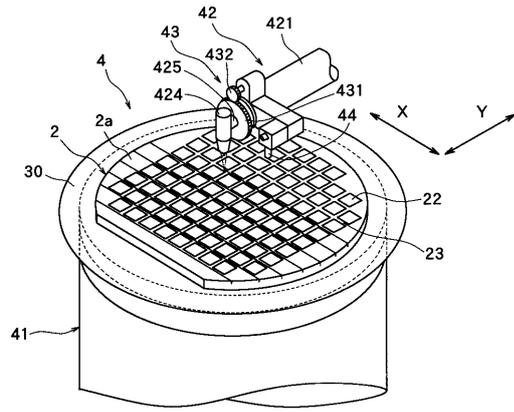
【図3】



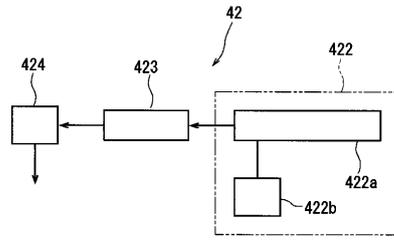
【図2】



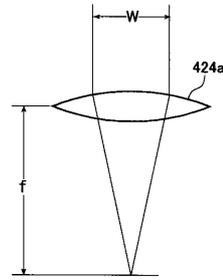
【 図 4 】



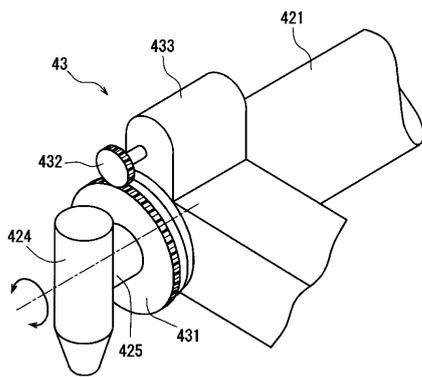
【 図 5 】



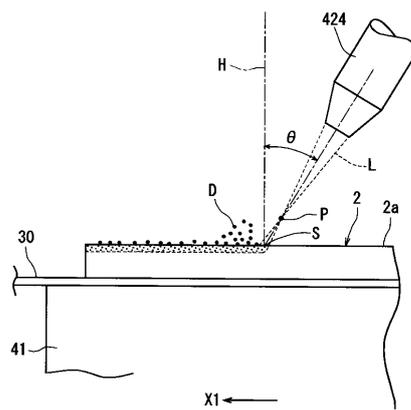
【 図 6 】



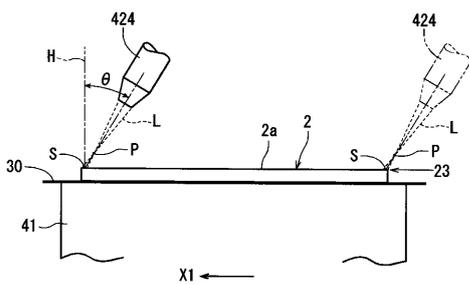
【 図 7 】



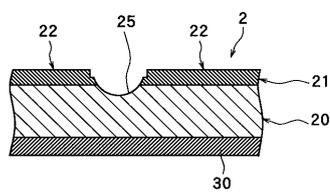
【 図 9 】



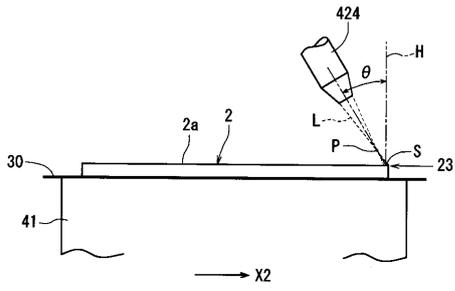
【 図 8 】



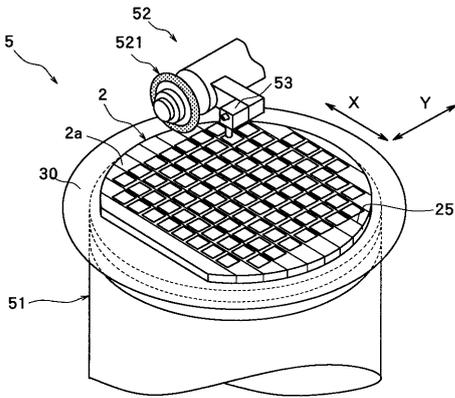
【 図 10 】



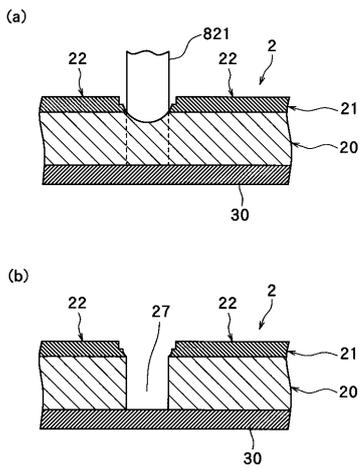
【 図 1 1 】



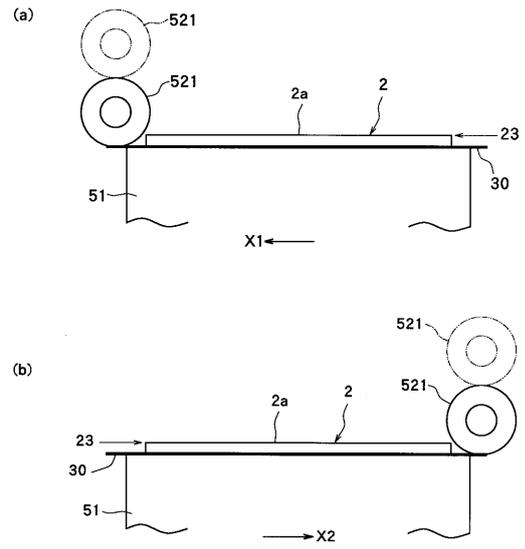
【 図 1 2 】



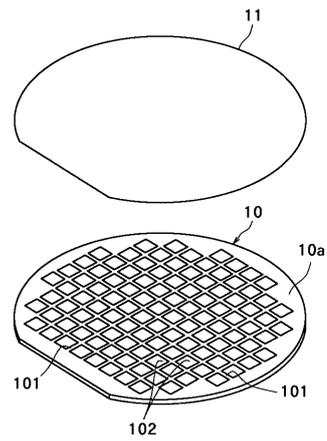
【 図 1 4 】



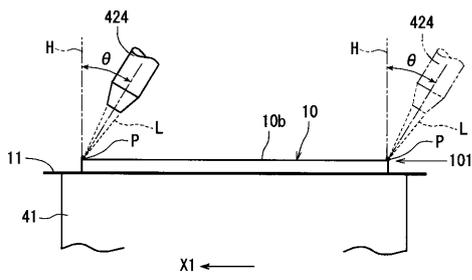
【 図 1 3 】



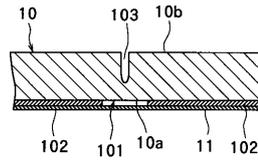
【 図 1 5 】



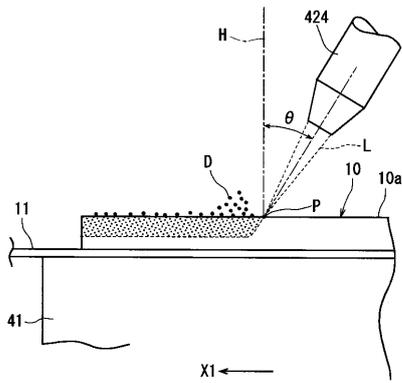
【図16】



【図18】

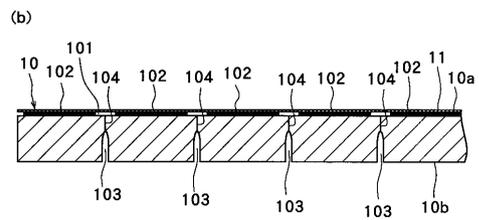
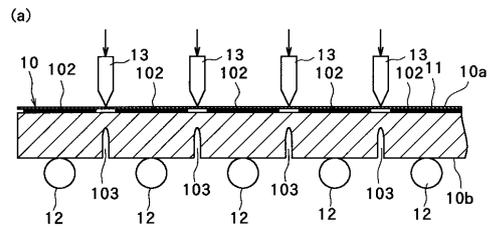
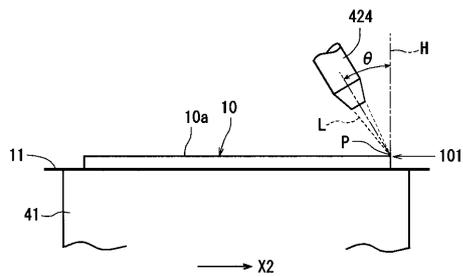


【図17】

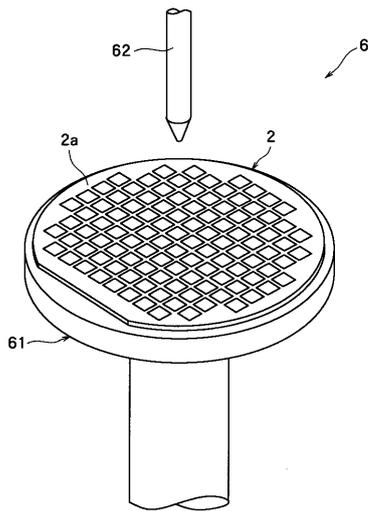


【図20】

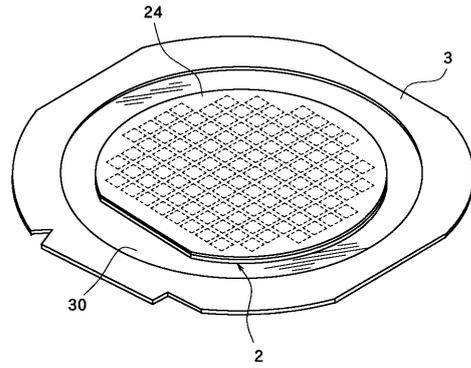
【図19】



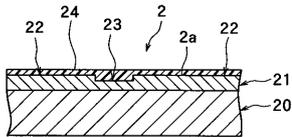
【図 2 1】



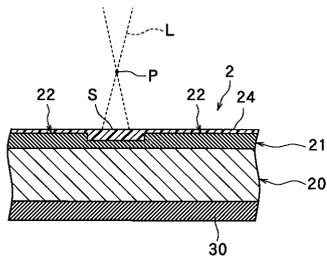
【図 2 3】



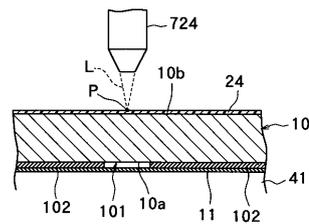
【図 2 2】



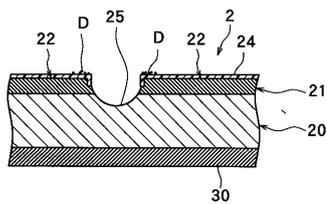
【図 2 4】



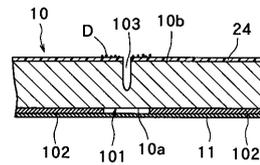
【図 2 7】



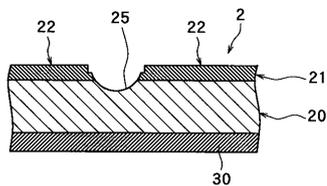
【図 2 5】



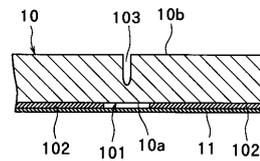
【図 2 8】



【図 2 6】



【図 2 9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

B 2 3 K 101:40

(56)参考文献 特開昭60-037283(JP,A)
特開2003-285175(JP,A)
特開2004-022936(JP,A)
特開2003-080391(JP,A)
特開平05-330046(JP,A)
特開平05-211381(JP,A)
特開昭58-070767(JP,A)
実開昭56-006588(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 3 K 26/00 - 26/42
H 0 1 L 21/301
B 2 3 K 101/40