

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6012185号  
(P6012185)

(45) 発行日 平成28年10月25日 (2016. 10. 25)

(24) 登録日 平成28年9月30日 (2016. 9. 30)

(51) Int. Cl.	F I	
HO 1 L 21/301 (2006. 01)	HO 1 L 21/78	B
HO 1 L 21/304 (2006. 01)	HO 1 L 21/78	Q
B 2 3 K 26/40 (2014. 01)	HO 1 L 21/304	6 2 1 B
B 2 3 K 26/00 (2014. 01)	B 2 3 K 26/40	
HO 1 L 21/322 (2006. 01)	B 2 3 K 26/00	H
請求項の数 6 (全 18 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2012-16802 (P2012-16802)  
 (22) 出願日 平成24年1月30日 (2012. 1. 30)  
 (65) 公開番号 特開2013-157451 (P2013-157451A)  
 (43) 公開日 平成25年8月15日 (2013. 8. 15)  
 審査請求日 平成27年1月26日 (2015. 1. 26)

(73) 特許権者 000236436  
 浜松ホトニクス株式会社  
 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1  
 (74) 代理人 100088155  
 弁理士 長谷川 芳樹  
 (74) 代理人 100113435  
 弁理士 黒木 義樹  
 (74) 代理人 100124291  
 弁理士 石田 悟  
 (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  
 (72) 発明者 佐野 いく  
 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】 半導体デバイスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の機能素子を形成するための表面及び前記表面と反対側の裏面を有する半導体基板に第1のレーザ光を照射して前記半導体基板の内部を改質することにより、不純物を捕獲するためのゲッタリング領域を前記半導体基板の内部に形成する第1の工程と、

前記第1の工程の後に、隣り合う前記機能素子が形成される位置の間を通過するように設定された切断予定ラインに沿って、前記半導体基板に第2のレーザ光を照射して前記半導体基板の内部を改質することにより、前記半導体基板の厚さ方向に亀裂を発生させるための切断起点領域を前記半導体基板の内部における前記ゲッタリング領域よりも前記表面側の位置に形成する第2の工程と、

前記第2の工程の後に、前記切断予定ラインに沿って、前記機能素子ごとに少なくとも前記半導体基板を切断し、一つの前記機能素子を含む半導体デバイスを複数得る第3の工程と、を備え、

前記第1のレーザ光を照射して前記半導体基板の内部を改質することによって形成される前記ゲッタリング領域として機能する改質領域は、前記半導体基板の厚さ方向における当該改質領域の改質スポットの幅が1～10μmとなるように形成され、

前記第2のレーザ光を照射して前記半導体基板の内部を改質することによって形成される前記切断起点領域として機能する改質領域を形成する場合における改質スポット距離は3.75～7.5μmを満たし、前記ゲッタリング領域として機能する改質領域を形成する場合における改質スポット距離は5～20μmを満たし、且つ、前記ゲッタリング領域

として機能する改質領域を形成する場合における前記改質スポット距離は前記切断起点領域として機能する改質領域を形成する場合における前記改質スポット距離よりも長い、半導体デバイスの製造方法。

【請求項 2】

前記第 1 の工程では、前記半導体デバイスとして形成されたときの前記半導体基板内部において当該半導体基板の厚さの中心位置よりも前記裏面側の位置に前記ゲッタリング領域を形成する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体デバイスの製造方法。

【請求項 3】

前記第 3 の工程では、半導体基板が所定の厚さとなるように前記半導体基板の前記裏面を研磨する、請求項 1 又は 2 に記載の半導体デバイスの製造方法。

10

【請求項 4】

前記第 2 の工程では、前記半導体基板の前記裏面をレーザー光入射面として前記半導体基板に前記第 2 のレーザー光を照射する、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項記載の半導体デバイスの製造方法。

【請求項 5】

前記第 2 の工程では、前記半導体基板に前記第 2 のレーザー光を照射することにより、前記切断起点領域から発生した前記亀裂を少なくとも前記半導体基板の前記表面に到達させる、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項記載の半導体デバイスの製造方法。

【請求項 6】

前記第 1 の工程では、前記切断予定ラインと交差しないように、前記ゲッタリング領域を前記半導体基板の内部に形成する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項記載の半導体デバイスの製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体デバイスの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体デバイスの製造工程において、半導体基板にレーザー光を照射して半導体基板の内部を改質することにより、重金属等の不純物を捕獲するためのゲッタリング領域を半導体基板の内部に形成する技術が知られている（例えば、特許文献 1 ~ 3 参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 272440 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 264194 号公報

【特許文献 3】特開昭 58 - 44726 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

このような半導体デバイスの製造工程において、半導体基板内にゲッタリング領域を形成し、更に、半導体基板にレーザー光を照射して半導体基板の内部を改質することで、半導体基板を切断する際の切断の起点となる切断起点領域を半導体基板内に形成することが考えられる。この場合、半導体基板内にゲッタリング領域と切断起点領域とが形成された状態となり、半導体基板を確実に切断するためには、これら 2 つの領域が形成される位置関係が重要となる。

【0005】

そこで、本発明は、半導体基板の切断をより確実に行うことができる半導体デバイスの製造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】

50

## 【0006】

本発明の半導体デバイスの製造方法は、複数の機能素子を形成するための表面及び表面と反対側の裏面を有する半導体基板に第1のレーザ光を照射して半導体基板の内部を改質することにより、不純物を捕獲するためのゲッタリング領域を半導体基板の内部に形成する第1の工程と、第1の工程の後に、隣り合う機能素子が形成される位置の間を通過するように設定された切断予定ラインに沿って、半導体基板に第2のレーザ光を照射して半導体基板の内部を改質することにより、半導体基板の厚さ方向に亀裂を発生させるための切断起点領域を半導体基板の内部におけるゲッタリング領域よりも表面側の位置に形成する第2の工程と、第2の工程の後に、切断予定ラインに沿って、機能素子ごとに少なくとも半導体基板を切断し、一つの機能素子を含む半導体デバイスを複数得る第3の工程と、を備え、第1のレーザ光を照射して半導体基板の内部を改質することによって形成されるゲッタリング領域として機能する改質領域は、半導体基板の厚さ方向における当該改質領域の改質スポットの幅が1～10 $\mu\text{m}$ となるように形成され、第2のレーザ光を照射して前記半導体基板の内部を改質することによって形成される前記切断起点領域として機能する改質領域を形成する場合における改質スポット距離は3.75～7.5 $\mu\text{m}$ を満たし、ゲッタリング領域として機能する改質領域を形成する場合における改質スポット距離は5～20 $\mu\text{m}$ を満たし、且つ、ゲッタリング領域として機能する改質領域を形成する場合における改質スポット距離は切断起点領域として機能する改質領域を形成する場合における改質スポット距離よりも長い。

10

## 【0007】

この半導体デバイスの製造方法では、ゲッタリング領域を形成した後に、半導体基板の内部におけるゲッタリング領域よりも表面側の位置に切断起点領域が形成される。これにより、切断起点領域を起点として生じる亀裂に加え、ゲッタリング領域も切断の起点とすることができ、半導体基板の切断をより確実に行うことができる。また、ゲッタリング領域を形成する場合、切断起点領域を形成する場合に比べて、レーザ光の調整などに高い精度が要求される。したがって、先にゲッタリング領域を形成することで、切断起点領域の影響を受けることなく、ゲッタリング領域を良好に形成することができる。また、切断起点領域を起点として半導体基板を切断すると、半導体デバイスの外面には切断起点領域が残ることとなる。したがって、半導体デバイスの外面に残る切断起点領域もゲッタリング領域と同じ機能を発揮し、不純物をより確実に捕捉することができる。

20

30

## 【0008】

第1の工程では、半導体デバイスとして形成されたときの半導体基板内部において当該半導体基板の厚さの中心位置よりも裏面側の位置にゲッタリング領域を形成する、ことが好ましい。これによれば、ゲッタリング領域と機能素子との間に切断起点領域を形成するためのスペースを確保することができ、切断起点領域を容易に形成することができる。

## 【0009】

第3の工程では、半導体基板が所定の厚さとなるように半導体基板の裏面を研磨することが好ましい。これによれば、切断起点領域から発生した亀裂に研磨面が到達しても、その亀裂によって切断された半導体基板の切断面が互いに密着した状態にあるため、研磨による半導体基板のチッピングやクラッキングの発生を抑制しつつ、半導体基板を薄化することができる。

40

## 【0010】

第2の工程では、半導体基板の裏面をレーザ光入射面として半導体基板に第2のレーザ光を照射する、ことが好ましい。これによれば、半導体基板の表面に形成される機能素子にレーザ光の照射による熱的影響等が及ぶことを抑制することができる。

## 【0011】

第2の工程では、半導体基板に第2のレーザ光を照射することにより、切断起点領域から発生した亀裂を少なくとも半導体基板の表面に到達させる、ことが好ましい。これによれば、半導体基板における機能素子側の部分の切断精度をより一層向上させることができる。

50

## 【 0 0 1 2 】

第1の工程では、切断予定ラインと交差しないように、ゲッタリング領域を半導体基板の内部に形成する、ことが好ましい。これによれば、半導体基板において切断予定ラインに沿った部分にゲッタリング領域の影響が及ぶのを抑制して、半導体基板を切断予定ラインに沿って精度良く切断することができる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 3 】

本発明によれば、半導体基板の切断をより確実に行うことができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 4 】

【 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 】 切断起点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。

【 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 】 ゲッタリング領域の形成が実施されている半導体基板の断面図である。

【 図 8 】 ゲッタリング領域が形成された半導体基板及び半導体デバイスの断面図である。

【 図 9 】 ゲッタリング領域が形成された半導体基板及び半導体デバイスの断面図である。

【 図 1 0 】 ゲッタリング領域の形成態様を示す平面図である。

【 図 1 1 】 本発明の一実施形態の半導体デバイスの製造方法が実施されている半導体基板の平面図及び断面図である。

【 図 1 2 】 本発明の一実施形態の半導体デバイスの製造方法が実施されている半導体基板の平面図及び断面図である。

【 図 1 3 】 本発明の一実施形態の半導体デバイスの製造方法が実施されている半導体基板の平面図及び断面図である。

【 図 1 4 】 本発明の一実施形態の半導体デバイスの製造方法が実施されている半導体基板の平面図及び断面図である。

【 図 1 5 】 本発明の一実施形態の半導体デバイスの製造方法が実施されている半導体基板の平面図及び断面図である。

【 図 1 6 】 本発明の他の実施形態の半導体デバイスの製造方法が実施されている半導体基板の平面図である。

【 図 1 7 】 本発明の他の実施形態の半導体デバイスの製造方法が実施されている半導体基板の平面図である。

【 図 1 8 】 本発明の他の実施形態の半導体デバイスの製造方法が実施されている半導体基板の平面図である。

【 図 1 9 】 本発明の他の実施形態の半導体デバイスの製造方法が実施されている半導体基板の平面図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 5 】

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。

## 【 0 0 1 6 】

本実施形態の半導体デバイスの製造方法では、半導体基板にレーザ光を照射して半導体基板の内部を改質することにより、切断予定ラインに沿って、半導体基板の厚さ方向に亀裂を発生させるための切断起点領域（すなわち、切断起点領域として機能する改質領域）を半導体基板の内部に形成する場合がある。そこで、半導体基板に限定せずに、板状の加工対象物に対する切断起点領域の形成について、図 1 ~ 図 6 を参照して説明する。

## 【 0 0 1 7 】

図 1 に示すように、レーザ加工装置 1 0 0 は、レーザ光 L をパルス発振するレーザ光源

10

20

30

40

50

101と、レーザ光Lの光軸（光路）の向きを90°変えるように配置されたダイクロミックミラー103と、レーザ光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、レーザ加工装置100は、集光用レンズ105で集光されたレーザ光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を移動させるためのステージ111と、レーザ光Lの出力やパルス幅等を調節するためにレーザ光源101を制御するレーザ光源制御部102と、ステージ111の駆動を制御するステージ制御部115と、を備えている。

#### 【0018】

このレーザ加工装置100においては、レーザ光源101から出射されたレーザ光Lは、ダイクロミックミラー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の内部に集光用レンズ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に沿った改質領域が加工対象物1に形成されることとなる。

10

#### 【0019】

加工対象物1としては、種々の材料（例えば、ガラス、半導体材料、圧電材料等）からなる板状の部材（例えば、基板、ウェハ等）が用いられる。図2に示すように、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、切断起点領域8として機能する改質領域7を切断予定ライン5に沿って加工対象物1の内部に形成する。

20

#### 【0020】

なお、集光点Pとは、レーザ光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は列状でも点状でもよく、要は、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ればよい。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）に露出していてもよい。

30

#### 【0021】

ちなみに、ここでのレーザ光Lは、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、内部吸収型レーザ加工）。よって、加工対象物1の表面3ではレーザ光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。

#### 【0022】

ところで、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。改質領域としては、例えば、溶融処理領域、クラック領域、絶縁破壊領域、屈折率変化領域等があり、これらが混在した領域もある。更に、改質領域としては、加工対象物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や、格子欠陥が形成された領域がある（これらをまとめて高密転移領域ともいう）。

40

#### 【0023】

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、マイクロクラック等）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。

50

加工対象物 1 としては、例えば、シリコン、ガラス、 $\text{LiTaO}_3$  又はサファイア ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) からなる基板やウェハ、又はそのような基板やウェハを含むものが挙げられる。

【0024】

また、改質領域 7 は、切断予定ライン 5 に沿って改質スポット (加工痕) が複数形成されたものである。改質スポットとは、パルスレーザー光の 1 パルスのショット (つまり 1 パルスのレーザー照射: レーザショット) で形成される改質部分であり、改質スポットが集まることにより改質領域 7 となる。改質スポットとしては、クラックスポット、熔融処理スポット若しくは屈折率変化スポット、又はこれらの少なくとも 1 つが混在するもの等が挙げられる。この改質スポットについては、要求される切断精度、要求される切断面の平坦性、加工対象物の厚さ、種類、結晶方位等を考慮して、その大きさや発生する亀裂の長さを適宜制御することが好ましい。

10

【0025】

また、本実施形態の半導体デバイスの製造方法では、半導体基板にレーザー光を照射して半導体基板の内部を改質することにより、不純物を捕獲するためのゲッタリング領域 (すなわち、ゲッタリング領域として機能する改質領域) を半導体基板の内部に形成する。そこで、半導体基板に対するゲッタリング領域の形成について、図 7 ~ 図 10 を参照して説明する。

【0026】

図 7 に示すように、シリコンウェハ等の半導体基板 2 を準備する。半導体基板 2 は、複数の機能素子 25 を形成するための表面 2a と、表面 2a と反対側の裏面 2b と、を有している。なお、機能素子 25 とは、フォトダイオード等の受光素子やレーザー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を意味する。

20

【0027】

続いて、半導体基板 2 の表面 2a をレーザー光入射面として半導体基板 2 の内部に集光点 P を合わせてレーザー光 L を照射することにより、ゲッタリング領域 18 として機能する改質領域 17 を半導体基板 2 の内部に形成する。より詳細には、半導体基板 2 の厚さ方向において、それぞれの機能素子 25 の形成領域 15a (半導体基板 2 の表面 2a においてそれぞれの機能素子 25 が形成される領域) に対向するように、半導体基板 2 の内部にゲッタリング領域 18 を形成する。なお、ゲッタリング領域 18 の形成に際しては、半導体基板 2 の裏面 2b をレーザー光入射面としてもよい。また、ゲッタリング領域 18 は、少なくともそれぞれの形成領域 25a に対向していれば、連続的に形成されてもよいし、断続的に形成されてもよい。

30

【0028】

続いて、半導体基板 2 の表面 2a に複数の機能素子 25 を形成し、その後、機能素子 25 ごとに半導体基板 2 を切断して、複数の半導体デバイスを得る。なお、ゲッタリング領域 18 の形成は、機能素子 25 の形成の後に行ってもよいし、機能素子 25 の形成の前及び後の両方に行ってもよい。

【0029】

以上のように形成されたゲッタリング領域 18 は、半導体基板 2 の内部において、重金属等の不純物を集めて捕獲するゲッタリング効果を発揮する。これにより、重金属等の不純物によって機能素子 25 に悪影響が及ぶのを抑制することができる。ここで、ゲッタリング領域 18 として機能する改質領域 17 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であり、例えば熔融処理領域である。

40

【0030】

なお、半導体基板 2 を所定の厚さに薄化する必要がある場合には、機能素子 25 の形成の後、半導体基板 2 の切断の前に、半導体基板 2 が所定の厚さとなるように半導体基板 2 の裏面 2b を研磨する。このとき、図 8 の (a) に示すように、研磨終了予定面 16 に対して半導体基板 2 の表面 2a 側にゲッタリング領域 18 を形成すれば、図 8 の (b) に示すように、半導体デバイス 20 にゲッタリング領域 18 が残存する。一方、図 9 の (a) に示すように、研磨終了予定面 16 に対して半導体基板 2 の裏面 2b 側にゲッタリング領

50

域 18 を形成すれば、図 9 の ( b ) に示すように、半導体デバイス 20 にゲッタリング領域 18 が残存しない。ここで、研磨とは、機械研磨 ( 切削、研削、ドライポリッシュ等 )、化学研磨 ( ケミカルエッチング等 )、化学機械研磨 ( C M P ) 等の一つ或いは複数の組合せからなる薄化处理である。

#### 【 0 0 3 1 】

ところで、ゲッタリング領域 18 の形成に際しては、上述したレーザ加工装置 100 を用いることができる。ただし、切断起点領域 8 として機能する改質領域 7 は、半導体基板 2 の厚さ方向に亀裂を発生させ易いものであることを要するのに対し、ゲッタリング領域 18 として機能する改質領域 17 は、そのような亀裂を発生させ難いものであることを要する。そこで、切断起点領域 8 として機能する改質領域 7 を形成する場合と、ゲッタリング領域 18 として機能する改質領域 17 を形成する場合とでは、レーザ光 L の照射条件を異ならせる必要がある。

10

#### 【 0 0 3 2 】

例えば、切断起点領域 8 として機能する改質領域 7 を形成する場合におけるレーザ光 L の出力は  $10 \sim 40 \mu\text{J}$  程度であるのに対し、ゲッタリング領域 18 として機能する改質領域 17 を形成する場合におけるレーザ光 L の出力は  $0.2 \sim 3 \mu\text{J}$  程度である。これにより、ゲッタリング領域 18 として機能する改質領域 17 では、半導体基板 2 の厚さ方向における改質スポットの幅が  $1 \sim 10 \mu\text{m}$  ( より好ましくは  $4 \sim 6 \mu\text{m}$  ) となる。このような幅を有する改質スポットからなる改質領域 17 は、半導体基板 2 の厚さ方向に亀裂を発生させ難く、且つゲッタリング効果を十分に発揮するものとなる。以上により、ゲッタリング領域 18 として機能する改質領域 17 を形成する場合におけるレーザ光 L の出力は、切断起点領域 8 として機能する改質領域 7 を形成する場合におけるレーザ光 L の出力よりも低いことが好ましい。

20

#### 【 0 0 3 3 】

また、例えば、切断起点領域 8 として機能する改質領域 7 を形成する場合における改質スポット距離 ( 最も近い改質スポットの間の距離 ) は  $3.75 \sim 7.5 \mu\text{m}$  程度であるのに対し、ゲッタリング領域 18 として機能する改質領域 17 を形成する場合における改質スポット距離は  $5 \sim 20 \mu\text{m}$  程度である。このような改質スポット距離を有する改質スポットからなる改質領域 17 は、最も近い改質スポットの間に渡って亀裂を伸展させ難く、且つゲッタリング効果を十分に発揮するものとなる。以上により、ゲッタリング領域 18 として機能する改質領域 17 を形成する場合における改質スポット距離は、切断起点領域 8 として機能する改質領域 7 を形成する場合における改質スポット距離よりも長いことが好ましい。

30

#### 【 0 0 3 4 】

なお、ゲッタリング領域 18 として機能する改質領域 17 を形成する場合における改質スポット距離の調整は、次のように行うことができる。例えば、図 10 の ( a ) に示すように、レーザ光 L の移動方向 ( 半導体基板 2 に対してレーザ光 L の集光点 P を相対的に移動させる方向 ) に沿って複数の改質スポット 17 a を一列に並ばせる場合には、亀裂を伸展させ難く且つゲッタリング効果を十分に発揮し得る改質スポット距離  $d$  となるように、レーザ光 L のパルスピッチ ( レーザ光 L の相対的な移動速度 / レーザ光 L の繰り返し周波数 ) を設定すればよい。

40

#### 【 0 0 3 5 】

また、図 10 の ( b ) に示すように、レーザ光 L の移動方向に交差する方向に沿って一つのレーザ光 L を分岐して複数箇所集光させ、各箇所集光させ改質スポット 17 a を形成する場合には、上述した改質スポット距離  $d$  となるように、一つのレーザ光 L を分岐して複数箇所集光させればよい。また、図 10 の ( c ) に示すように、レーザ光 L の移動方向に沿って複数の改質スポット 17 a を複数列に並ばせる場合には、上述した改質スポット距離  $d$  となるように、隣り合う列に渡る改質スポット 17 a の間の距離を設定すればよい。これらの場合には、レーザ光 L の移動方向においては、隣り合う改質スポット 17 a の間の距離を長くすることができるので、当該方向に沿って亀裂を伸展させ難くすることがで

50

きる。

【0036】

次に、本発明の一実施形態の半導体デバイスの製造方法について説明する。まず、図1に示すように、半導体基板2を準備する。半導体基板2は、複数の機能素子25を形成するための表面2aと、表面2aと反対側の裏面2bと、を有している。そして、半導体基板2のオリエンテーションフラット(以下、「OF」という)19に対して略平行な方向及び略垂直な方向に沿ってマトリックス状に並ぶように、半導体基板2の表面2aに機能素子25の形成領域25aを設定する。なお、半導体基板2は、例えば、直径12インチ、厚さ775µmのシリコンウェハである。

【0037】

続いて、上述したレーザ加工装置100を用いて、次のように、半導体基板2の内部にゲッタリング領域18を形成する。すなわち、半導体基板2の表面2aがレーザ光入射面となるようにレーザ加工装置100の支持台107上に半導体基板2を載置し、ゲッタリング領域18を形成するための形成予定ライン15を格子状に設定する。ここでは、形成予定ライン15は、OF19に対して略平行な方向に並ぶ形成領域25aの列のそれぞれ、及びOF19に対して略垂直な方向に並ぶ形成領域25aの列のそれぞれに沿って、各形成領域25aの中央部を通過している。

【0038】

そして、半導体基板2の表面2aをレーザ光入射面として半導体基板2の内部(ここでは、研磨終了予定面16に対して半導体基板2の表面2a側)に集光点P1を合わせて、ゲッタリング領域18として機能する改質領域17を形成する場合における照射条件で、半導体基板2にレーザ光(第1のレーザ光)L1を照射する。このとき、レーザ光L1の光軸を各形成予定ライン15上に位置させつつ、各形成予定ライン15に沿ってレーザ光L1の集光点P1を移動させる。ただし、形成予定ライン15と切断予定ライン5とが交差する部分をレーザ光L1の光軸が通過する際には、レーザ光L1の照射をOFFとし、各形成領域25aをレーザ光L1の光軸が通過する際には、レーザ光L1の照射をONとする。なお、切断予定ライン5は、隣り合う機能素子25の間(すなわち、隣り合う形成領域25aの間)を通るように後工程において格子状に設定される。

【0039】

なお、ゲッタリング領域18は、半導体基板2の表面aから研磨終了予定面16までの距離の中心位置Tよりも裏面2b側の位置、すなわち、半導体デバイス20として形成されたときの半導体基板2の内部において当該半導体基板2の厚さの中心位置Tよりも裏面2b側の位置に形成される。

【0040】

以上のように、半導体基板2にレーザ光L1を照射して半導体基板2の内部を改質することにより、半導体基板2の厚さ方向から見た場合に切断予定ライン5と交差しないように、半導体基板2の内部にゲッタリング領域18を形成する(第1の工程)。ここでは、研磨終了予定面16に対して半導体基板2の表面2a側に集光点P1を合わせたので、ゲッタリング領域18も研磨終了予定面16に対して半導体基板2の表面2a側に形成される。なお、半導体基板2に対してレーザ光L1の集光点P1を相対的に移動させるために、支持台107を移動させてもよいし、レーザ光源101側(レーザ光源101、ダイクロイックミラー103及び集光用レンズ105等)を移動させてもよいし、或いは、支持台107及びレーザ光源101側の両方を移動させてもよい。

【0041】

続いて、図12に示すように、半導体基板2の表面2aに複数の機能素子25を形成する。このとき、機能素子25の形成領域25aのそれぞれには、形成予定ライン15に沿って十字状に形成されたゲッタリング領域18が、半導体基板2の厚さ方向において対向している。

【0042】

続いて、図13に示すように、上述したレーザ加工装置100を用いて、次のように、

10

20

30

40

50



半導体基板 2 の内部に切断起点領域 8 を形成する。すなわち、全ての機能素子 2 5 を覆うように保護フィルム 2 2 を半導体基板 2 の表面 2 a に貼り付けた後、半導体基板 2 の裏面 2 b がレーザ光入射面となるようにレーザ加工装置 1 0 0 の支持台 1 0 7 上に半導体基板 2 を載置し、隣り合う機能素子 2 5 の間（すなわち、隣り合う形成領域 2 5 a の間）を断るように切断予定ライン 5 を格子状に設定する。

【 0 0 4 3 】

そして、半導体基板 2 の裏面 2 b をレーザ光入射面として半導体基板 2 の内部（ここでは、ゲッタリング領域 1 8 よりも表面 2 a 側、すなわち、ゲッタリング領域 1 8 と機能素子 2 5 との間）に集光点 P 2 を合わせて、切断起点領域 8 として機能する改質領域 7 を形成する場合におけるレーザ光の照射条件で、半導体基板 2 にレーザ光（第 2 のレーザ光）L 2 を照射する。このとき、レーザ光 L 2 の光軸を各切断予定ライン 5 上に位置させつつ、各切断予定ライン 5 に沿ってレーザ光 L 2 の集光点 P 2 を移動させる。

10

【 0 0 4 4 】

以上のように、半導体基板 2 にレーザ光 L 2 を照射して半導体基板 2 の内部を改質することにより、切断予定ライン 5 に沿って、半導体基板 2 の内部に切断起点領域 8 を形成する（第 2 の工程）。そして、半導体基板 2 にレーザ光 L 2 を照射することにより、切断起点領域 8 から発生した亀裂 2 1 を半導体基板 2 の表面 2 a に到達させる。なお、半導体基板 2 に対してレーザ光 L 2 の集光点 P 2 を相対的に移動させるために、支持台 1 0 7 を移動させてもよいし、レーザ光源 1 0 1 側を移動させてもよいし、或いは、支持台 1 0 7 及びレーザ光源 1 0 1 側の両方を移動させてもよい。

20

【 0 0 4 5 】

続いて、図 1 4 に示すように、保護フィルム 2 2 が貼り付けられた半導体基板 2 を研磨装置の支持台 2 0 7 上に載置し、半導体基板 2 の裏面 2 b が研磨終了予定面 1 6 に到達するまで半導体基板 2 の裏面 2 b を研磨する。これにより、切断起点領域 8 から発生して半導体基板 2 の裏面 2 b 側に伸展した亀裂 2 1 に研磨面が到達し、切断予定ライン 5 に沿って半導体基板 2 が切断される。なお、研磨後の半導体基板 2 の厚さは、例えば 7 5  $\mu\text{m}$  である。

【 0 0 4 6 】

続いて、図 1 5 に示すように、半導体基板 2 の裏面 2 b にエキスパンドフィルム 2 3 を貼り付け、その後に、半導体基板 2 の表面 2 a から保護フィルム 2 2 を取り除く。そして、半導体基板 2 が切断されて得られた複数の半導体デバイス 2 0 をピックアップするために、エキスパンドフィルム 2 3 を径方向外側に拡張させて、複数の半導体デバイス 2 0 を互いに離間させる。以上のように、切断起点領域 8 が残存しないように半導体基板 2 の裏面 2 b を研磨すると共に、切断予定ライン 5 に沿って機能素子 2 5 ごとに半導体基板 2 を切断し、一つの機能素子 2 5 を含む半導体デバイス 2 0 を複数得る（第 3 の工程）。

30

【 0 0 4 7 】

以上説明したように、半導体デバイス 2 0 の製造方法では、ゲッタリング領域 1 8 を形成した後に、半導体基板 2 の内部におけるゲッタリング領域 1 8 よりも表面 2 a 側の位置に切断起点領域 8 が形成される。これにより、切断起点領域 8 を起点として生じる亀裂 2 1 に加え、ゲッタリング領域 1 8 も切断の起点とすることができ、半導体基板 2 の切断をより確実に行うことができる。切断起点領域 8 を起点として生じる亀裂 2 1 に加え、ゲッタリング領域 1 8 も切断の起点として用いることで、厚みの厚い半導体基板 2 であっても、確実に分割することができる。

40

【 0 0 4 8 】

また、ゲッタリング領域 1 8 を形成する場合には、切断起点領域 8 を形成する場合に比べて、レーザ光 L 1 の調整などに高い精度が要求される。したがって、先にゲッタリング領域 1 8 を形成することで、切断起点領域 8 の影響を受けることなく、ゲッタリング領域 1 8 を良好に形成することができる。また、切断起点領域 8 を起点として半導体基板 2 を切断すると、半導体デバイス 2 0 の外面には切断起点領域 8 が残ることとなる。したがって、半導体デバイス 2 0 の外面に残る切断起点領域 8 もゲッタリング領域 1 8 と同じ機能

50

を發揮し、切断起点領域 8 によって不純物をより確実に捕捉することができる。

【 0 0 4 9 】

また、半導体デバイス 2 0 として形成されたときの半導体基板 2 の内部において当該半導体基板 2 の厚さの中心位置 T よりも裏面 2 b 側の位置にゲッタリング領域 1 8 を形成することで、ゲッタリング領域 1 8 と機能素子 2 5 との間に切断起点領域 8 を形成するためのスペースを確保することができ、切断起点領域 8 を容易に形成することができる。

【 0 0 5 0 】

また、半導体基板 2 の裏面 2 b を研磨終了予定面 1 6 の位置まで研磨する。これにより、切断起点領域 8 から発生した亀裂 2 1 に研磨面が到達しても、その亀裂 2 1 によって切断された半導体基板 2 の切断面が互いに密着した状態にあるため、研磨による半導体基板 2 のチップングやクラッキングの発生を抑制しつつ、半導体基板 2 を薄化することができる。

10

【 0 0 5 1 】

また、切断起点領域を形成する際には、半導体基板 2 の裏面 2 b をレーザー光入射面として半導体基板 2 にレーザー光 L 2 を照射する。これにより、半導体基板 2 の表面 2 a に形成される機能素子 2 5 にレーザー光 L 2 の照射による熱的影響等が及ぶことを抑制することができる。

【 0 0 5 2 】

また、切断起点領域 8 を形成する際には、半導体基板 2 にレーザー光 L 2 を照射することにより、切断起点領域 8 から発生した亀裂 2 1 を少なくとも半導体基板 2 の表面 2 a に到達させる。これにより、半導体基板 2 における機能素子 2 5 側の部分の切断精度をより一層向上させることができる。

20

【 0 0 5 3 】

また、切断予定ライン 5 と交差しないように、ゲッタリング領域 1 8 を半導体基板 2 の内部に形成する。これにより、半導体基板 2 において切断予定ライン 5 に沿った部分にゲッタリング領域 1 8 の影響が及ぶのを抑制して、半導体基板 2 を切断予定ライン 5 に沿って精度良く切断することができる。

【 0 0 5 4 】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、切断予定ライン 5 に沿って半導体基板 2 を切断する際に、隣り合う機能素子 2 5 の間に渡るように半導体基板 2 の表面 2 a に酸化膜等の積層部が形成されていてもよい。その場合には、切断予定ライン 5 に沿って半導体基板 2 と共に積層部を切断すればよい。

30

【 0 0 5 5 】

また、上記実施形態では、半導体基板 2 の裏面 2 b を研磨する前に、半導体基板 2 が切断予定ライン 5 に沿って完全に切断されておらず、半導体基板 2 の裏面 2 b を研磨した後に、半導体基板 2 が切断予定ライン 5 に沿って完全に切断されたが、これに限定されない。つまり、半導体基板 2 の裏面 2 b の研磨と切断予定ライン 5 に沿った半導体基板 2 の切断とが同時に進行してもよいし、当該研磨の後に当該切断が行われてもよいし、当該切断の後に当該研磨が行われてもよい。そのうち、半導体基板 2 の裏面 2 b を研磨する前に、半導体基板 2 が切断予定ライン 5 に沿って完全に切断された場合であっても、切断起点領域 8 として機能する改質領域 7 から発生した亀裂 2 1 を伸展させて半導体基板 2 を切断すれば、その亀裂 2 1 によって切断された半導体基板 2 の切断面が互いに密着した状態となる。そのため、研磨による半導体基板 2 のチップングやクラッキングの発生を抑制しつつ、半導体基板 2 を薄化することができる。

40

【 0 0 5 6 】

また、ゲッタリング領域 1 8 として機能する改質領域 1 7、及び切断起点領域 8 として機能する改質領域 7 は、多光子吸収のみに起因して形成される場合に限定されず、多光子吸収に相当する光吸収等その他の光吸収や熱的影響に起因して形成される場合もある。つまり、多光子吸収は、改質領域を形成し得る現象の一例である。

50

## 【 0 0 5 7 】

また、ゲッタリング領域 1 8 として機能する改質領域 1 7 は、半導体基板 2 の厚さ方向において機能素子 2 5 の形成領域 2 5 a に対向するものであれば、機能素子 2 5 の形成パターンに応じて様々な形状を採ることができる。

## 【 0 0 5 8 】

一例として、図 1 6 に示すように、一つの形成領域 2 5 a に対してゲッタリング領域 1 8 を縦横に複数列ずつ形成してもよい。また、図 1 7 の ( a ) に示すように、半導体基板 2 を回転させつつ半導体基板 2 の径方向にレーザ光 L 1 を移動させて、図 1 7 の ( b ) に示すように、一つの形成領域 2 5 a に対して曲線状のゲッタリング領域 1 8 を少なくとも一列形成してもよい。このように、ゲッタリング領域 1 8 を形成するための形成予定ライン 1 5 が半導体基板 2 に対して渦巻状となる場合には、改質スポット距離（最も近い改質スポットの間の距離）が略一定となるように、半導体基板 2 の回転速度やレーザ光 L 1 の繰り返し周波数を変化させることが望ましい。そして、図 1 6 及び図 1 7 に示すいずれの場合にも、レーザ光 L 1 の ON / OFF 制御を行うことで、半導体基板 2 の厚さ方向から見た場合に切断予定ライン 5 と交差しないように、半導体基板 2 の内部にゲッタリング領域 1 8 を形成すればよい。

10

## 【 0 0 5 9 】

また、切断起点領域 8 として機能する改質領域 7 は、1 本の切断予定ライン 5 に対して、半導体基板 2 の厚さ方向に並ぶように複数列形成されてもよい。

## 【 0 0 6 0 】

また、上記実施形態では、半導体基板 2 にレーザ光 L 2 を照射して切断起点領域 8 を形成した後、半導体基板 2 の裏面 2 b を研磨することによって、半導体基板 2 を切断したが、これ以外の方法で半導体基板 2 を切断してもよい。すなわち、図 1 8 ( a ) に示すように、半導体基板 2 内に切断起点領域 8 を形成する前に、半導体基板 2 の裏面 2 b を研磨終了予定面 1 6 まで研磨する。そして、図 1 8 ( b ) に示すように、半導体基板 2 の表面 2 a 側にエキスパンドフィルム 2 3 を貼り付けて、半導体基板 2 の内部（ここでは、ゲッタリング領域 1 8 と機能素子 2 5 との間）に切断起点領域 8 を形成する。そして、エキスパンドフィルム 2 3 を径方向外側に拡張させて、切断起点領域 8 及び亀裂 2 1 を起点として半導体基板 2 を切断することで、複数の半導体デバイス 2 0 を得ることもできる。

20

## 【 0 0 6 1 】

また、上記実施形態では、切断予定ライン 5 と交差しないようにゲッタリング領域 1 8 を形成するものとしたが、ゲッタリング領域 1 8 を切断予定ライン 5 と交差するように形成してもよい。

30

## 【 0 0 6 2 】

また、上記実施形態では、図 1 1 及び図 1 2 に示すように、半導体基板 2 にゲッタリング領域 1 8 を形成した後、機能素子 2 5 を形成するものとしたが、機能素子 2 5 を形成するタイミングは、これに限定されない。たとえば、図 1 9 に示すように、まず、半導体基板 2 の表面 2 a に機能素子 2 5 を形成し、全ての機能素子 2 5 を覆うように保護フィルム 2 2 を半導体基板 2 の表面 2 a に貼り付ける。その後、半導体基板 2 の裏面 2 b をレーザ光 L 1 の入射面として半導体基板 2 の内部（ここでは、研磨終了予定面 1 6 に対して半導体基板 2 の表面 2 a 側）に、ゲッタリング領域 1 8 として機能する改質領域 1 7 を形成してもよい。

40

## 【 0 0 6 3 】

なお、上記実施形態により、次のようなレーザ加工方法の発明、半導体デバイスの製造方法の発明も成立する。

## 【 0 0 6 4 】

すなわち、レーザ加工方法の発明は、複数の機能素子を形成するための表面及び前記表面と反対側の裏面を有する半導体基板に第 1 のレーザ光を照射して前記半導体基板の内部を改質することにより、不純物を捕獲するためのゲッタリング領域を前記半導体基板の内部に形成する工程を備える、レーザ加工方法である。このレーザ加工方法によれば、後の

50

工程において、半導体基板の表面に複数の機能素子を形成する際に、ゲッタリング効果を十分に発揮させることができる。

【 0 0 6 5 】

また、他のレーザ加工方法の発明は、複数の機能素子を形成するための表面及び前記表面と反対側の裏面を有する半導体基板に第 1 のレーザ光を照射して前記半導体基板の内部を改質することにより、不純物を捕獲するためのゲッタリング領域が内部に形成された前記半導体基板を準備し、隣り合う前記機能素子が形成される位置の間を通るように設定された切断予定ラインに沿って、前記半導体基板に第 2 のレーザ光を照射して前記半導体基板の内部を改質することにより、前記半導体基板の厚さ方向に亀裂を発生させるための切断起点領域を前記半導体基板の内部における前記ゲッタリング領域よりも前記表面側の位置に形成する工程を備える、レーザ加工方法である。このレーザ加工方法によれば、半導体基板の内部におけるゲッタリング領域よりも表面側の位置に切断起点領域が形成される。これにより、後の工程において半導体基板を切断する際に、切断起点領域を起点として生じる亀裂に加え、ゲッタリング領域も切断の起点とすることができ、半導体基板の切断をより確実に行うことができる。

10

【 0 0 6 6 】

また、半導体デバイスの製造方法の発明は、複数の機能素子を形成するための表面及び前記表面と反対側の裏面を有する半導体基板に第 1 のレーザ光を照射して前記半導体基板の内部を改質することにより、不純物を捕獲するためのゲッタリング領域が内部に形成され、且つ隣り合う前記機能素子が形成される位置の間を通るように設定された切断予定ラインに沿って、前記半導体基板に第 2 のレーザ光を照射して前記半導体基板の内部を改質することにより、前記半導体基板の内部における前記ゲッタリング領域よりも前記表面側の位置に前記半導体基板の厚さ方向に亀裂を発生させるための切断起点領域が形成された前記半導体基板を準備し、前記切断予定ラインに沿って、前記機能素子ごとに少なくとも前記半導体基板を切断し、一つの前記機能素子を含む半導体デバイスを複数得る工程を備える、半導体デバイスの製造方法である。この半導体デバイスの製造方法によれば、半導体基板を切断する際に、切断起点領域を起点として生じる亀裂に加え、ゲッタリング領域も切断の起点とすることができ、半導体基板の切断をより確実に行うことができる。

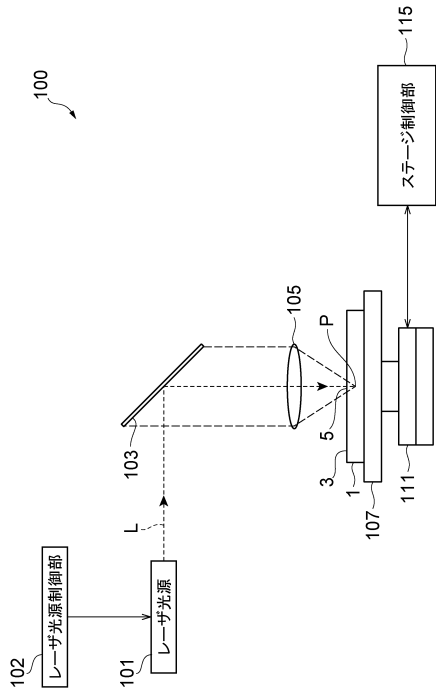
20

【 0 0 6 7 】

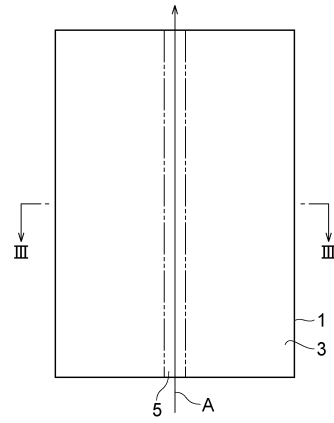
2 ... 半導体基板、 2 a ... 表面、 2 b ... 裏面、 5 ... 切断予定ライン、 8 ... 切断起点領域、 1 8 ... ゲッタリング領域、 2 0 ... 半導体デバイス、 2 1 ... 亀裂、 2 5 ... 機能素子、 L 1 ... レーザ光（第 1 のレーザ光）、 L 2 ... レーザ光（第 2 のレーザ光）、 T ... 中心位置。

30

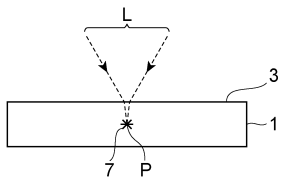
【図 1】



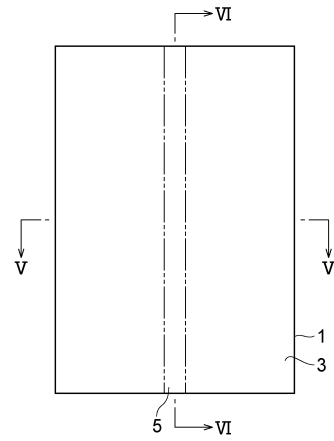
【図 2】



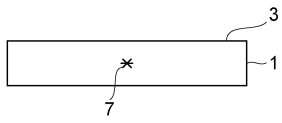
【図 3】



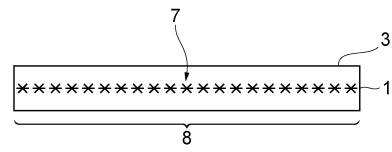
【図 4】



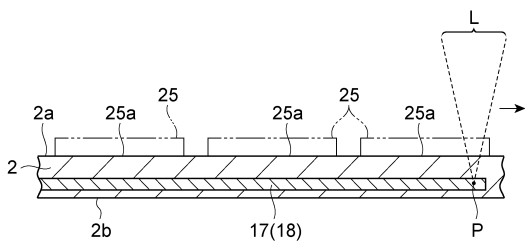
【 図 5 】



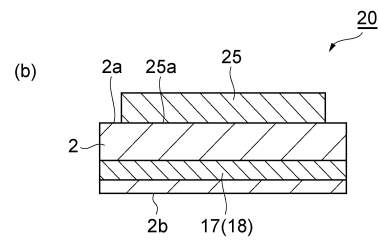
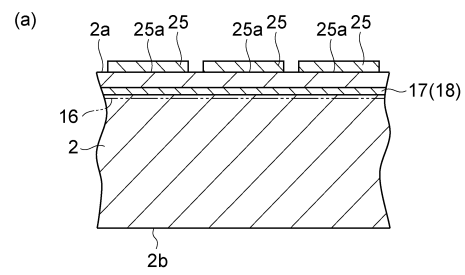
【 図 6 】



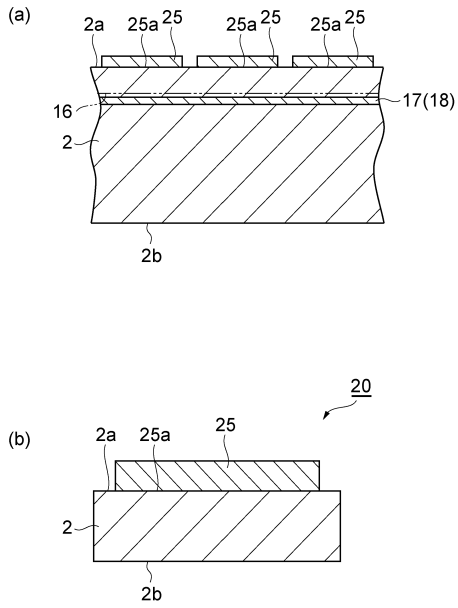
【 図 7 】



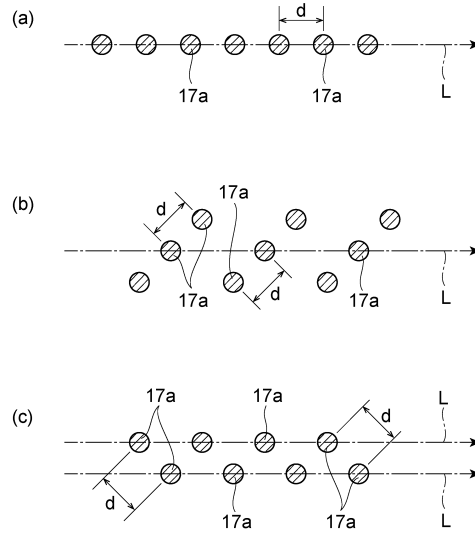
【 図 8 】



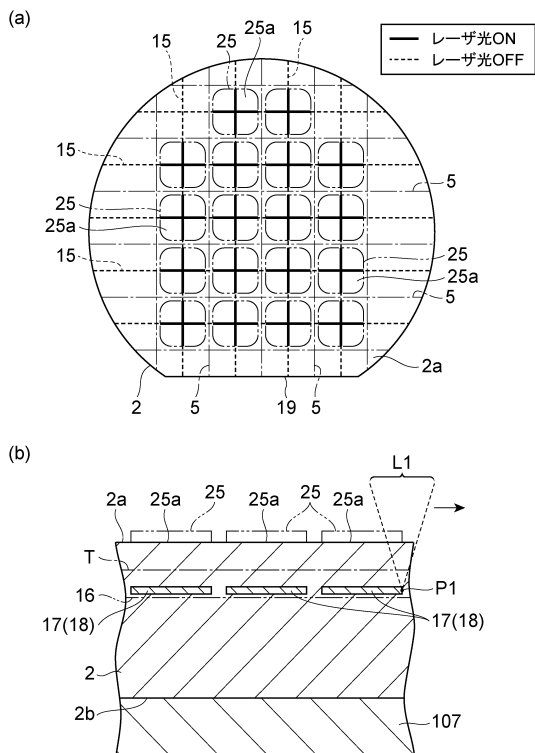
【図9】



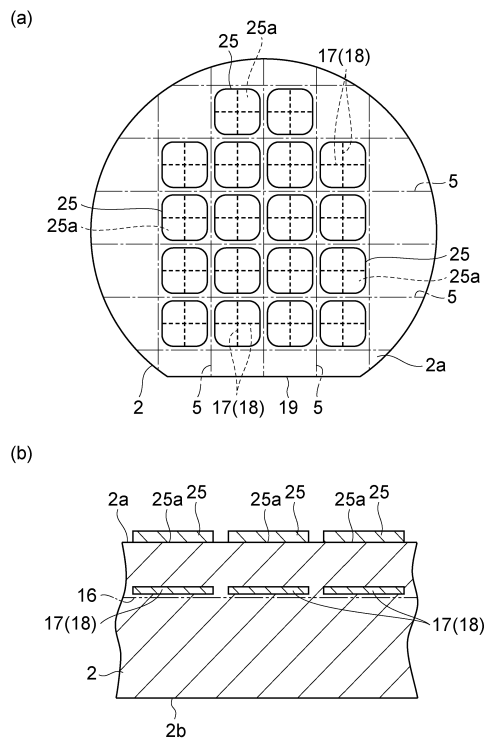
【図10】



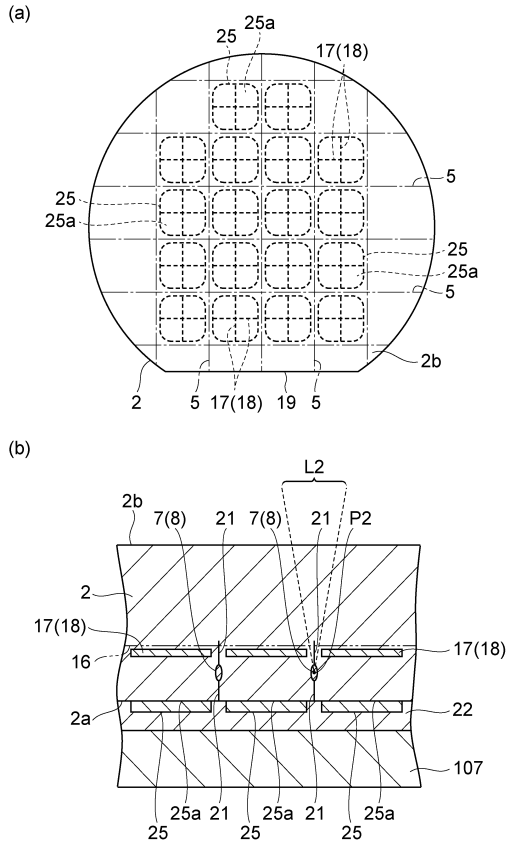
【図11】



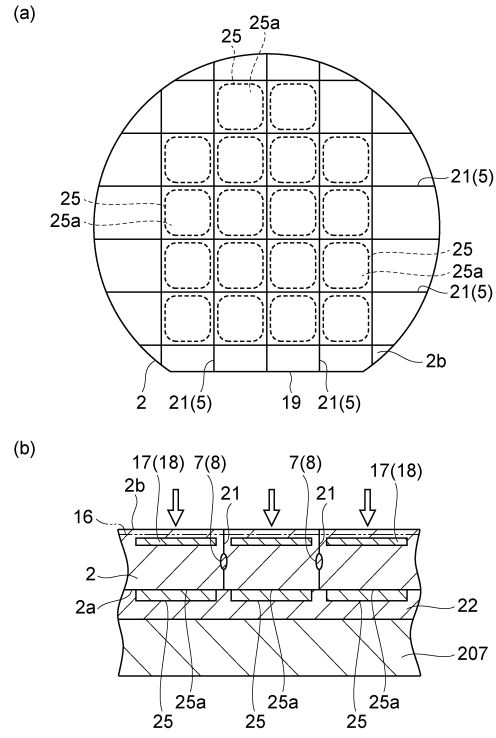
【図12】



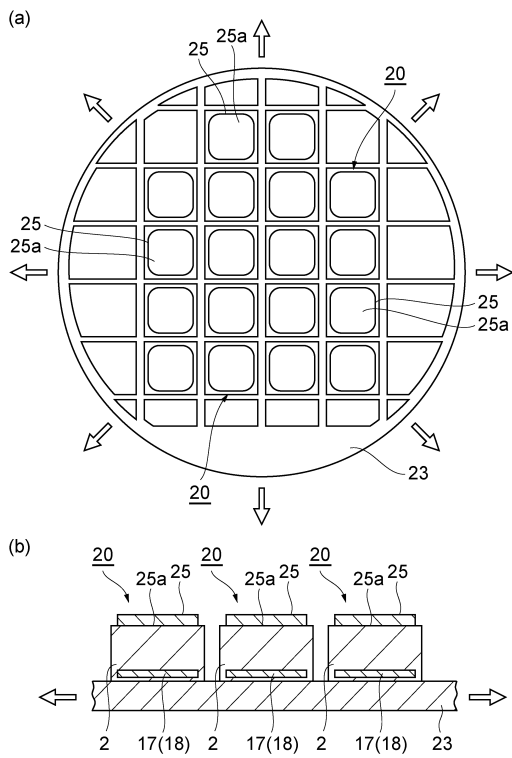
【図 13】



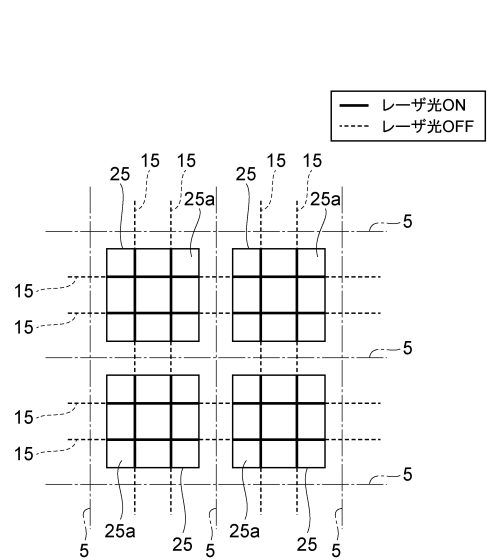
【図 14】



【図 15】



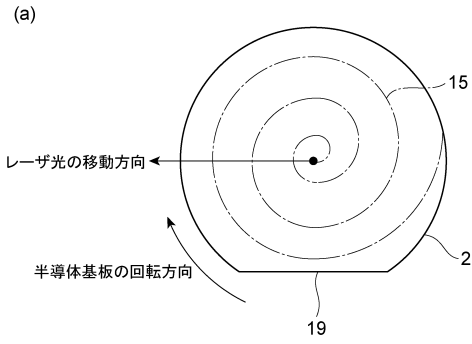
【図 16】



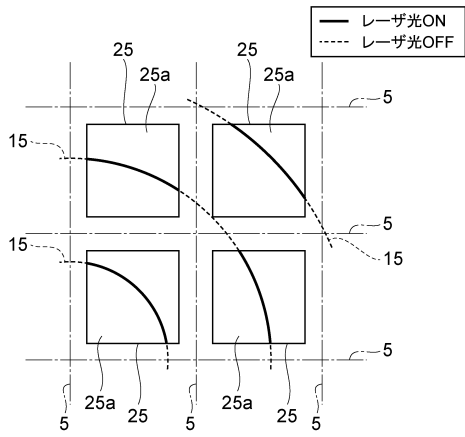
— レーザ光ON  
 - - - - レーザ光OFF



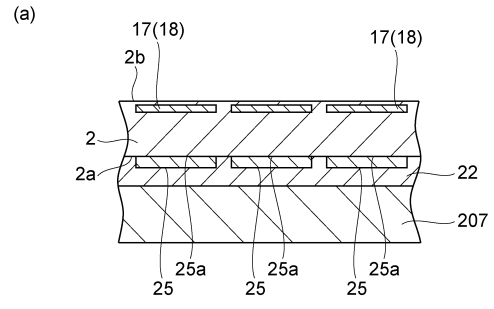
【図17】



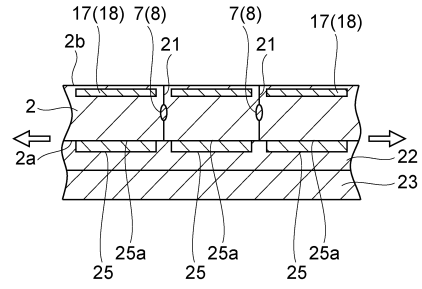
(b)



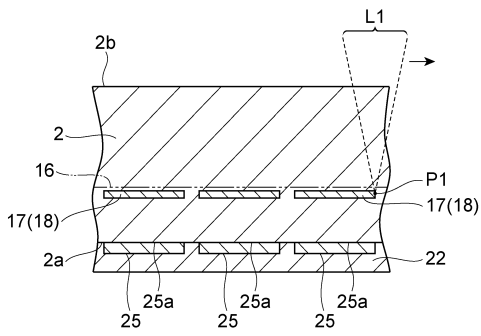
【図18】



(b)



【図19】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 1 L 21/322 E

審査官 竹口 泰裕

(56)参考文献 特開2010-161107(JP,A)  
国際公開第03/077295(WO,A1)  
特開2010-283220(JP,A)  
特開2011-108856(JP,A)  
特開2002-192368(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H 0 1 L 2 1 / 3 0 1、2 1 / 7 8