

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-90534

(P2004-90534A)

(43) 公開日 平成16年3月25日(2004.3.25)

(51) Int. Cl.⁷

B28D 5/00
B81C 1/00
// HO1L 21/301

F I

B28D 5/00
B81C 1/00
HO1L 21/78

テーマコード(参考)

3C069

B

審査請求 有 請求項の数 25 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-257200(P2002-257200)

(22) 出願日 平成14年9月2日(2002.9.2)

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂五丁目3番6号

(74) 代理人 100095407

弁理士 木村 満

(72) 発明者 湯浅 光博

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放
送センター 東京エレクトロン株式会社内

Fターム(参考) 3C069 AA07 BA08 BB01 BB03 BB04
BC01 CA05 CB01 DA06 EA02
EA05

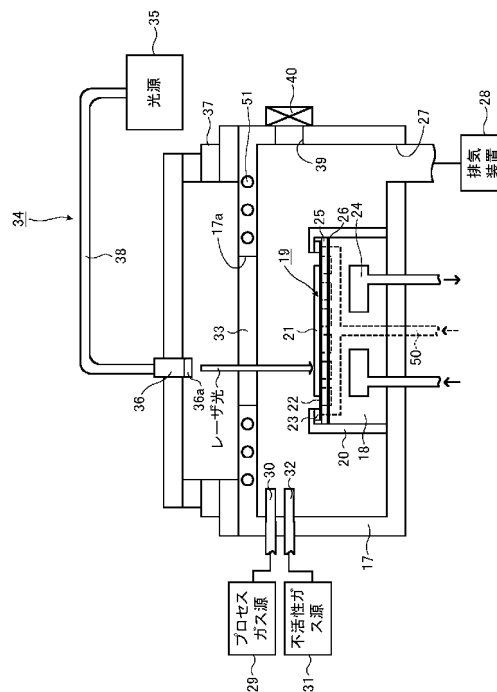
(54) 【発明の名称】 基板の加工装置および加工方法

(57) 【要約】

【課題】高い信頼性で、表面に微細構造を有する基板を加工可能な、基板の加工装置および加工方法を提供する。

【解決手段】SF₆とO₂とを含むプロセスガスを容器17内に供給した状態で、容器17の外部に配置したレーザー照射装置34を用い、半導体基板21にレーザー光を照射する。半導体基板21のレーザー照射部分では、シリコンが励起され、プロセスガスと反応してガス状物質に転換される。ステージ18上の半導体基板21は、冷媒流路24にチラーを通過させることにより所定温度に保持される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

チャンバと、
前記チャンバ内に設けられ、基板が載置されるステージと、
前記基板の材料と反応して、前記材料をガス状の物質に転換可能なプロセスガスを前記チャンバ内に供給するプロセスガス供給手段と、
照射部分の前記材料が励起し、前記プロセスガスと反応して前記ガス状物質に転換されるように、前記基板に所定波長のレーザー光を照射するレーザー光照射手段と、
を備える、ことを特徴とする基板の加工装置。

【請求項 2】

さらに、前記ガス状物質が気体として存在する圧力に前記チャンバ内を調整する圧力調整手段を備える、ことを特徴とする請求項 1 に記載の基板の加工装置。

【請求項 3】

前記ステージは、前記基板を所定温度に調節するための温度調節手段を備える、ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の基板の加工装置。

【請求項 4】

前記プロセスガスは、前記所定波長のレーザー光を吸収しない物質から構成されている、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の基板の加工装置。

【請求項 5】

さらに、前記チャンバ内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段を備える、ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の基板の加工装置。

【請求項 6】

前記ステージは、前記基板の載置面を構成し、光を透過可能な光透過層を備える、ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の基板の加工装置。

【請求項 7】

前記ステージの前記光透過層が設けられた部分には、レーザー光を乱反射可能な光乱反射手段が設けられている、ことを特徴とする請求項 6 に記載の基板の加工装置。

【請求項 8】

前記チャンバはレーザー光を透過可能な窓部材が設けられた窓を備え、
前記レーザー光照射手段は、前記チャンバの外部から前記窓を介して前記基板にレーザー光を照射する、
ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の基板の加工装置。

【請求項 9】

さらに、前記窓部材を所定温度に調節する温度調節手段を備える、ことを特徴とする請求項 8 に記載の基板の加工装置。

【請求項 10】

前記レーザー光照射手段は、
所定波長のレーザー光を発振する光源と、
前記光源に接続され、レーザー光を出射するレーザー光照射端と、
前記レーザー光照射端を所定パターンで駆動させる駆動手段と、
を備える、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の基板の加工装置。

【請求項 11】

前記レーザー光照射手段は、スポット状レーザー光を照射する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の基板の加工装置。

【請求項 12】

前記レーザー光照射手段は、さらに、スポット状レーザー光のスポット形状を整形可能な整形手段を備える、ことを特徴とする請求項 11 に記載の基板の加工装置。

【請求項 13】

前記整形手段は、スポット状レーザー光を楕円状または長方形に整形する、ことを特徴と

10

20

30

40

50

する請求項 1 2 に記載の基板の加工装置。

【請求項 1 4】

前記基板は、その前記ステージと対向する面においてシート状部材に貼着支持されている、ことを特徴とする請求項 1 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載の基板の加工装置。

【請求項 1 5】

前記基板は半導体材料を含んで構成されている、ことを特徴とする請求項 1 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載の基板の加工装置。

【請求項 1 6】

さらに、前記チャンバに気密に開閉可能なゲート部材を介して接続され、前記チャンバとの間で前記基板の搬入出を行う搬送装置が設けられる搬送チャンバと、
前記搬送チャンバに接続され、前記チャンバから搬送される前記基板を所定温度まで加熱するための加熱チャンバと、
を備える、ことを特徴とする請求項 1 乃至 1 5 のいずれか 1 項に記載の基板の加工装置。

10

【請求項 1 7】

基板をチャンバ内に配置する工程と、
前記基板の材料と反応して、前記材料をガス状の物質に転換可能なプロセスガスを前記チャンバ内に供給するプロセスガス供給工程と、
照射部分の前記材料が励起し、前記プロセスガスと反応して前記ガス状物質に転換されるように、前記基板に所定波長のレーザー光を照射するレーザー光照射工程と、
を備える、ことを特徴とする基板の加工方法。

20

【請求項 1 8】

さらに、前記ガス状物質が気体として存在する圧力に前記チャンバ内を調整する圧力調整工程を備える、ことを特徴とする請求項 1 7 に記載の基板の加工方法。

【請求項 1 9】

さらに、前記基板を所定温度に調節する工程を備える、ことを特徴とする請求項 1 7 または 1 8 に記載の基板の加工方法。

【請求項 2 0】

前記レーザー光照射工程では、前記チャンバの外部からレーザー光を照射する、ことを特徴とする請求項 1 7 乃至 1 9 のいずれか 1 項に記載の基板の加工方法。

【請求項 2 1】

前記レーザー光照射工程では、レーザー光の照射位置を所定パターンで移動させる、ことを特徴とする請求項 1 7 乃至 2 0 のいずれか 1 項に記載の基板の加工方法。

30

【請求項 2 2】

前記レーザー光照射工程は、楕円形状または長方形形状のスポット状レーザー光を照射する、ことを特徴とする請求項 1 7 乃至 2 1 のいずれか 1 項に記載の基板の加工方法。

【請求項 2 3】

さらに、前記チャンバ内に不活性ガスを供給する工程を備える、ことを特徴とする請求項 1 7 乃至 2 2 のいずれか 1 項に記載の基板の加工方法。

【請求項 2 4】

前記レーザー光照射工程では、少なくとも前記基板の表面領域を複数の領域に分割する、ことを特徴とする請求項 1 7 乃至 2 3 のいずれか 1 項に記載の基板の加工方法。

40

【請求項 2 5】

前記レーザー光照射工程では、前記基板を複数の断片に分割する、ことを特徴とする請求項 1 7 乃至 2 4 のいずれか 1 項に記載の基板の加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体基板等の基板の加工装置および加工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

50

半導体基板等の基板に分割等の加工を施す方法として、高速で回転するダイシングソーを用いる方法が広く用いられている。この方法では、基板を粘着シートに貼り付けた状態で、ダイヤモンド刃等からなるダイシングソーで切削して、所定の加工を施す。また、切削加工の他に、レーザ光を照射して照射部分を溶解させる方法が用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、半導体素子の1種に、MEMS (Micro Electro Mechanical System) 素子と呼ばれるものがある。MEMS素子は、内部に回路素子等が形成された半導体基板の表面に形成された機械的構造体を備える。このようなMEMS素子は多くの電子システムおよび電子光学システムに必要とされる合成電子機能部品、および機械部品で用いられている。MEMS素子としては、例えば、可動なカンチレバーを備える光スイッチ素子が挙げられる。

10

【0004】

MEMS素子を備える部品の製造工程において、MEMS素子チップ(ダイ)は、通常の素子基板と同様に、基板から上述した基板加工方法で切り出される。しかし、MEMS素子基板は、表面に機械的構造体が露出しており、上記のような従来の加工方法を用いた場合、以下のような問題が発生する。

【0005】

まず、ダイシングソーを用いて切削加工する場合、発生する微細な切削粉が機械的構造体に付着し、その機能を損なわせるおそれがある。例えば、カンチレバーと基板表面との間の隙間に微細な切削粉が入り込み、スイッチ機能を損なわせるおそれがある。

20

【0006】

また、切削粉の付着および基板の過熱を防ぐため、切削加工時にはダイシングブレードとの接触部分およびその近傍には純水が流される。このため、基板表面に露出する機械的構造体が水の流れによってダメージを受けるおそれがある。

【0007】

さらに、水が蒸発する際の表面張力により、機械的構造体の機能が損なわれるおそれがある。すなわち、例えば、カンチレバーが基板表面に貼り付き、スイッチ機能が失われるおそれがある。

【0008】

このように、MEMS素子が形成された基板を、上記した従来の方法を用いて加工する場合には、基板表面に露出する機械的構造体およびその機能がダメージを受けるおそれがあった。このため、基板加工の信頼性および製造歩留まりが低下するおそれがあった。

30

【0009】

上記と同様の問題は、MEMS素子基板に限らず、表面に微細構造が形成された基板に、切断等の加工を施す場合にも発生する。

【0010】

上記事情を鑑みて、本発明は、高い信頼性で、表面に微細構造を有する基板を加工可能な、基板の加工装置および加工方法を提供することを目的とする。

また、本発明は、表面に微細構造を有する基板を、その微細構造およびその機能へのダメージを低減しつつ加工可能な、基板の加工装置および加工方法を提供することを目的とする。

40

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の第1の観点に係る基板の加工装置は、チャンバと、

前記チャンバ内に設けられ、基板が載置されるステージと、

前記基板の材料と反応して、前記材料をガス状の物質に転換可能なプロセスガスを前記チャンバ内に供給するプロセスガス供給手段と、

照射部分の前記材料が励起し、前記プロセスガスと反応して前記ガス状物質に転換される

50

ように、前記基板に所定波長のレーザ光を照射するレーザ光照射手段と、
を備える、ことを特徴とする。

【0012】

上記構成の装置は、さらに、前記ガス状物質が気体として存在する圧力に前記チャンバ内を調整する圧力調整手段を備えてもよい。

【0013】

上記構成の装置において、前記ステージは、前記基板を所定温度に調節するための温度調節手段を備えることが好ましい。

【0014】

上記構成の装置において、前記プロセスガスは、前記所定波長のレーザ光を吸収しない物質から構成されていることが好ましい。 10

【0015】

上記構成の装置は、さらに、前記チャンバ内に不活性ガスを供給する不活性ガス供給手段を備えてもよい。

【0016】

上記構成の装置において、前記ステージは、前記基板の載置面を構成し、光を透過可能な光透過層を備えてもよい。

【0017】

上記構成の装置において、前記ステージの前記光透過層が設けられた部分には、レーザ光を乱反射可能な光乱反射手段が設けられていてもよい。 20

【0018】

上記構成の装置は、前記チャンバはレーザ光を透過可能な窓部材が設けられた窓を備えてもよく、

前記レーザ光照射手段は、前記チャンバの外部から前記窓を介して前記基板にレーザ光を照射してもよい。

上記構成の装置は、さらに、前記窓部材を所定温度に調節する温度調節手段を備えてもよい。

【0019】

上記構成の装置において、前記レーザ光照射手段は、
所定波長のレーザ光を発振する光源と、 30

前記光源に接続され、レーザ光を出射するレーザ光照射端と、
前記レーザ光照射端を所定パターンで駆動させる駆動手段と、

を備えてもよい。

【0020】

上記構成の装置において、前記レーザ光照射手段は、例えば、スポット状レーザ光を照射する。

前記レーザ光照射手段は、さらに、スポット状レーザ光のスポット形状を整形可能な整形手段を備えてもよい。

前記整形手段は、例えば、スポット状レーザ光を楕円状または長形状に整形する。

【0021】 40

上記構成の装置において、前記基板は、その前記ステージと対向する面においてシート状部材に貼着支持されていてもよい。

【0022】

上記構成の装置において、例えば、前記基板は半導体材料を含んで構成されている。

【0023】

上記構成の装置は、さらに、前記チャンバに気密に開閉可能なゲート部材を介して接続され、前記チャンバとの間で前記基板の搬入出を行う搬送装置が設けられる搬送チャンバと、

前記搬送チャンバに接続され、前記チャンバから搬送される前記基板を所定温度まで加熱するための加熱チャンバと、

を備えてもよい。

【0024】

上記目的を達成するため、本発明の第2の観点に係る基板の加工方法は、基板をチャンバ内に配置する工程と、前記基板の材料と反応して、前記材料をガス状の物質に転換可能なプロセスガスを前記チャンバ内に供給するプロセスガス供給工程と、照射部分の前記材料が励起し、前記プロセスガスと反応して前記ガス状物質に転換されるように、前記基板に所定波長のレーザー光を照射するレーザー光照射工程と、を備える、ことを特徴とする。

【0025】

上記構成の方法は、さらに、前記ガス状物質が気体として存在する圧力に前記チャンバ内を調整する圧力調整工程を備えてもよい。

【0026】

上記構成の方法は、さらに、前記基板を所定温度に調節する工程を備えてもよい。

【0027】

上記構成の方法において、前記レーザー光照射工程では、前記チャンバの外部からレーザー光を照射してもよい。

【0028】

上記構成の方法において、前記レーザー光照射工程では、レーザー光の照射位置を所定パターンで移動させてもよい。

【0029】

上記構成の方法において、前記レーザー光照射工程は、例えば、楕円形状または長方形形状のスポット状レーザー光を照射する。

【0030】

上記構成の方法は、さらに、前記チャンバ内に不活性ガスを供給する工程を備えてもよい。

【0031】

上記構成の方法において、前記レーザー光照射工程では、例えば、少なくとも前記基板の表面領域を複数の領域に分割する。

【0032】

上記構成の方法において、前記レーザー光照射工程では、例えば、前記基板を複数の断片に分割する。

【0033】

【発明の実施の形態】

本実施の形態にかかる基板の加工装置および加工方法について、以下、図面を参照して説明する。本実施の形態では、半導体基板に分割加工を施すダイシング装置およびダイシング方法について適用した場合を例として説明する。

【0034】

本実施の形態に係る加工装置11の構成を、図1に示す。

図1に示すように、加工装置11は、カセットチャンバ12と、搬送室13と、プロセスチャンバ14と、加熱チャンバ15と、を備える。

【0035】

カセットチャンバ12は、加工装置11のカセットの搬入出ポートとして機能する。カセットチャンバ12はカセット台等を備え、内部に所定数のカセットを配置可能に構成されている。カセットには、粘着シートによってフレームに貼り付けられた半導体基板（以下、被処理体）が収容されている。カセットには、所定枚数の被処理体が収容されている。また、カセットチャンバ12は、その内部雰囲気真空引き可能に構成されている。

【0036】

ここで、半導体基板はシリコン単結晶基板から構成されている。半導体基板には、いわゆるMEMS (Micro Electro Mechanical System) 素子

10

20

30

40

50

、例えば、光スイッチ素子が形成されており、その表面には微細な機械的構造体、例えば、可動なカンチレバーが露出状態で形成されている。

【0037】

搬送室13は、カセットチャンバ12と、プロセスチャンバ14と、加熱チャンバ15と、にそれぞれ接続されている。搬送室13には、図示しないアーム等を備えた搬送機構16が配置されている。搬送室13を介して、上記各チャンバとの間で被処理体の搬送が行われる。搬送室13は、その内部雰囲気を真空引き可能に構成されている。

【0038】

プロセスチャンバ14は、後述するように、半導体基板に所定の加工処理、本例では、その全厚を切断して所定数の部分(ダイ)に分割する、分割処理を施すための空間を構成する。

10

【0039】

図2にプロセスチャンバ14の構成を示す。図2に示すように、プロセスチャンバ14は、例えば、略円筒状に形成された容器17を備える。容器17は、ステンレス鋼、アルミニウム等から構成されている。

【0040】

容器17は、その底部から略垂直に起立するステージ18を備える。ステージ18の上には、被処理体19が載置される。ステージ18は、その周囲に図示しない昇降機構によって昇降可能に構成されたクランプ20を備え、クランプ20により、ステージ18上の被処理体19は固定される。

20

【0041】

上述したように、被処理体19は、半導体基板21が粘着シート22によってフレーム23に貼り付けられて構成されており、被処理体19は、粘着シート22とステージ18とが対向するようにステージ18上に配置される。

ステージ18上の被処理体19は、図示しないリフトピン等のリフト機構によって昇降可能となっている。

【0042】

ステージ18の内部には、冷媒流路24が形成されている。冷媒流路24には、一般的なチラーが通流され、ステージ18およびこれに載置される被処理体19(半導体基板21)を所定の温度に維持する。冷媒流路24により、加工処理の間、ステージ18は、例えば、-50程度に維持される。

30

【0043】

ステージ18の上部には、被処理体19の載置面を構成する、光透過層25が設けられている。光透過層25は、石英ガラス等の光透過性材料から構成されている。光透過層25は、例えば、10mm程度で形成され、ステージ18の上部に固定されている。光透過層25の上面は平坦に形成され、これに被処理体19が載置される。

ステージ18には、光透過層25の上面に通じる熱伝導ガスライン50が設けられており、被処理体19と光透過層25との間に、ヘリウム等の不活性ガスを供給する。熱伝導ガスライン50から供給されるガスにより、真空の容器17中でも被処理体19と光透過層25との間の熱伝導が効率よく行われる。

40

【0044】

光透過層25の下には、光乱反射部26が設けられている。光乱反射部26は、例えば、図3に示すような、所定角を有する多数の円錐状突起26aを表面に備える反射材料層から構成されている。光乱反射部26は、光透過層25を透過してその表面に入射した光を乱反射する。円錐状突起26aは、例えば、レーザー光の入射方向に対して±80°程度の角度を形成するように設けられている。

【0045】

光透過層25は、後述するように、レーザー光照射時の被処理体19の載置面における発熱を防ぐ機能を有する。レーザー光が半導体基板21の全厚を切断した場合、レーザー光を吸収しない粘着シート22を通過して載置面にレーザー光が照射される。このとき、レーザー光は

50

光透過層 25 を透過するため、載置面付近では吸収されない。このため、載置面付近における温度上昇は避けられ、粘着シート 22 の熱変性等は避けられる。

【0046】

また、光透過層 25 に入射したレーザー光は、光乱反射部 26 により乱反射される。レーザー光が散乱されることにより、光透過層 25 を通過したレーザー光によるステージ 18 の局所的な加熱は防止される。照射部分の、散乱されて弱められた熱エネルギーは、冷媒流路 24 に吸収される。

【0047】

容器 17 の底部には、排気ポート 27 が設けられている。排気ポート 27 は、排気装置 28 に接続されており、容器 17 内を所定の減圧雰囲気まで排気減圧する。ここで、容器 17 内は、後述するように、半導体基板 21 とプロセスガスとの反応により生成する物質が気体として存在する圧力、真空圧力に設定される。

10

【0048】

容器 17 には、プロセスガス源 29 に接続されるプロセスガス供給ノズル 30 が設けられている。プロセスガス供給ノズル 30 は、例えば、容器 17 の側壁に設けられている。なお、プロセスガス供給ノズル 30 は、容器 17 の天井部に設けられていても良い。

【0049】

プロセスガス源 29 からは、半導体基板 21 を構成するシリコンと反応性を有するプロセスガスが供給される。プロセスガスとしては、加熱励起されたシリコンと反応して、所定の圧力下で気相の物質を生成する物質から構成されている。本例では、プロセスガスは、6フッ化硫黄 (SF_6) と酸素 (O_2) とを含んで構成されている。

20

【0050】

プロセスガスは、事前に混合して 1 本のプロセスガス供給ノズル 30 から容器 17 内に供給され、あるいは、2 本のプロセスガス供給ノズルから別々に供給される。

【0051】

また、容器 17 には、不活性ガス源 31 に接続された不活性ガス供給ノズル 32 が設けられている。不活性ガス供給ノズル 32 は、例えば、容器 17 の側壁に設けられている。なお、不活性ガス供給ノズル 32 は、容器 17 の天井部に設けられていても良い。

【0052】

不活性ガス源 31 からは、He、Ne、窒素等の不活性ガスが供給される。使用される不活性ガスは、少なくとも、シリコンおよび反応ガスに不活性であるものが用いられる。不活性ガスは、後述するように、加工処理後の容器 17 内をパージする。

30

【0053】

容器 17 の天井部には開口 17a が設けられ、開口 17a には石英ガラス等の光透過性材料からなる天板 33 が嵌め込まれている。天板 33 と開口 17a との接続部分は気密に封止されている。天板 33 は、ステージ 18 の平坦面と対向するように、その直下に設けられている。天板 33 は、少なくとも、半導体基板 21 の径よりも大径に形成されている。また、天板 33 の周囲には、温度調節機構 51 が設けられている。温度調節機構 51 は、例えば、所定の温度に維持された温調媒体が通流される流路から構成される。温度調節機構 51 により、天板 33 は所定温度に維持され、後述するレーザー光照射装置 34 より天板 33 を介して容器 17 内に照射されるレーザー光の光軸のずれは防止される。

40

【0054】

容器 17 の外部には、レーザー光照射装置 34 が配設されている。レーザー光照射装置 34 は、光源 35 と、レーザー光照射部 36 と、スキャン駆動部 37 と、を備える。

【0055】

光源 35 は、レーザー発振機等から構成され、所定波長のレーザー光を発振する。レーザー光は、半導体基板 21 の構成材料であるシリコンが吸収可能な波長を有するものが用いられ、例えば、炭酸ガスレーザー、YAGレーザー等が用いられる。

【0056】

光源 35 からは、シリコンをプロセスガスと反応可能な程度まで励起可能なパワーのスポ

50

ット状レーザー光が発振される。なお、レーザー光は、連続光でもパルス光であってもよい。光源35から、レーザー光は、例えば、300W程度のパワーで発振される。

【0057】

レーザー照射部36は、光ファイバ38によって光源35に接続されており、レーザー光の出射口として機能する。レーザー照射部36は、レンズおよび遮光部を有する整形部36aを備え、所定のスポット形状に整形してレーザー光を出射する。スポット形状は、例えば、 $50\mu\text{m} \times 150\mu\text{m}$ の長方形、楕円形、円形等である。ここで、切断面を線状とするため、特に、長方形および楕円形が好ましい。

【0058】

なお、光ファイバ38およびレーザー照射部36は、図示しない温調部により温度調整されており、これらの部分を通過する際の損失に基づく温度上昇による、レーザー光特性の時間変動は防止されている。 10

【0059】

スキャン駆動部37は、容器17の外壁の開口17aの周囲に設けられている。スキャン駆動部37は、いわゆるXYステージから構成されている。スキャン駆動部37は、ステージ18の載置面を基準面としてレーザー照射部36をXY方向に駆動可能に構成され、かつ、載置面に平行に回転駆動可能に構成されている。

【0060】

スキャン駆動部37は、レーザー照射部36を、半導体基板21の表面に略垂直にレーザー光を照射する状態で、所定のパターン、かつ、所定の速度で駆動する。スキャン速度は、レーザー光の照射により、半導体基板21がその全厚にわたって切断される速度に設定される。 20

【0061】

上述したように、レーザー光の波長は、シリコンが吸収可能なものが用いられている。このため、レーザー光が照射された半導体基板21の表面のシリコンは、レーザー光を吸収して、励起される。後述するように、加工処理の際、容器17内はシリコンに対して反応性を有するプロセスガス(SF₆等)に曝されており、励起したシリコンはこれらのプロセスガスと反応して所定のガス状物質に転換され、半導体基板21の表面から消失する。

【0062】

すなわち、励起されたシリコン(Si)は、SF₆と反応してSiF₄を生成する。また、SF₆より分離した硫黄成分(S)は、O₂と反応してSO₂を生成する。容器17内の圧力は、高真空状態に設定されており、SiF₄、SO₂等は、気体として生成する。従って、レーザー光が照射された半導体基板21の表面領域は、ガス状物質に転換され、よって、表面領域には消失部分が形成される。反応によって生成した上記ガス状物質は、半導体基板21の表面への付着、堆積は防止され、容器17の外部に排出される。 30

【0063】

また、レーザー光の波長は、プロセスガス(SF₆およびO₂)が吸収しないものが選択されている。このため、半導体基板21の表面への到達前にレーザー光がプロセスガスにより減衰する事は防がれ、レーザー光の特性変化は防止される。また、励起したプロセスガスによる容器17内部のダメージは防がれる。 40

【0064】

上記のように、レーザー光の照射に応じて、半導体基板21の表面には消失部分が形成される。従って、レーザー光のパワー、照射時間、照射パルス数等を調節することにより、半導体基板21の表面およびその近傍に、所定の加工、特に、分割処理を施すことができる。

【0065】

また、容器17の側壁には、ゲート39が設けられ、その周囲にはゲート39を気密に開閉可能なゲートバルブ40が取り付けられている。ゲートバルブ40は搬送室13と隔てるように設けられている。

【0066】

加熱チャンバ15は、プロセスチャンバ14において、例えば、-50程度まで冷却さ 50

れた被処理体 19 を室温程度まで加熱するために設けられている。

【0067】

加熱チャンバ 15 の構成を、図 4 に示す。図 4 に示すように、加熱チャンバ 15 は、内部にステージ 41 が設けられた容器 42 を備える。容器 42 の底部には、排気装置 43 に接続された排気ポート 44 が設けられている。排気装置 43 により、容器 42 内は、所定の真空度に設定される。

【0068】

容器 42 の側壁には、ゲート 45 が設けられ、その周囲にはゲート 45 を気密に開閉可能なゲートバルブ 46 が取り付けられている。ゲートバルブ 46 は搬送室 13 と隔てるように設けられている。

10

【0069】

ステージ 41 には、抵抗体 47 が埋設され、ステージ 41 を加熱可能に構成されている。抵抗体 47 により、ステージ 41 は、例えば、50 程度に設定される。被処理体 19 はクランプ 49 によりステージ 41 上に固定されて加熱され、大気雰囲気下に曝露したときに大気中の水分が凝集しない温度、例えば、室温程度、あるいは、室温以上の温度まで加熱される。

なお、加熱チャンバ 15 における加熱方法は、抵抗体加熱に限らず、ランプ加熱等であってもよい。

【0070】

ステージ 41 は、図示しないリフトピン等のリフト機構を備え、ステージ 41 上の被処理

20

体 19 を昇降可能に構成されている。
なお、加熱中、熱伝導を向上させるため、被処理体 19 とステージ 41 との間、あるいは、容器内に乾燥窒素を流すようにしてもよい。

【0071】

以下、上記構成の加工装置 11 を用いた基板の加工方法について図面を参照して説明する。

まず、カセットチャンバ 12 に、未処理の被処理体 19 (半導体基板 21 等) が収容されたカセットが搬入される。搬送機構 16 は、カセットチャンバ 12 のカセットから被処理体 19 を取り出す。

【0072】

30

搬送機構 16 がカセットから被処理体 19 を取り出した後、搬送室 13 とカセットチャンバ 12 とを接続するゲートバルブ 48 が閉鎖される。その後、搬送室 13 内は所定の真空度まで減圧される。

【0073】

減圧後、搬送室 13 とプロセスチャンバ 14 との間のゲートバルブ 40 が開放され、搬送機構 16 は、保持した被処理体 19 をプロセスチャンバ 14 内に搬入し、図示しないリフトピンに受け渡す。リフトピンの下降により、被処理体 19 はステージ 18 上に載置される。勿論、被処理体 19 は、半導体基板 21 が露出し、粘着シート 22 がステージ 18 と対向するように載置される。

【0074】

40

搬送機構 16 の退出後、ゲートバルブ 40 は閉鎖され、プロセスチャンバ 14 内は、プロセス圧力とされる。また、ステージ 18 は、冷媒流路 24 により予め -50 に温度調節されている。載置された被処理体 19 は、クランプ 20 によって固定される。

【0075】

ステージ 18 の光透過層 25 上に被処理体 19 が載置された後、スキャン駆動部 37 の位置決めが行われる。位置決めは、例えば、被処理体 19 に設けられたアラインメントマークを参照して行われ、スキャン駆動部 37 の位置が調整される。

【0076】

次いで、容器 17 内への SF₆ と O₂ とを含むプロセスガスの供給を開始する。これにより、半導体基板 21 の表面は、図 5 (a) に示すように、プロセスガス雰囲気

50

。このとき、ガスは、少なくとも被処理体 19 の近傍で反応に十分な濃度となるように供給される。

【0077】

容器 17 内のガス濃度がほぼ一定となった後、レーザ光照射部 36 からレーザ光の照射を開始する。一方で、スキャン駆動部 37 はレーザ光照射部 36 を所定パターン、所定速度で移動させる。

【0078】

このとき、レーザ光の波長は SF_6 と O_2 とが吸収しない波長が選択されているため、これらのガスの存在による損失はほとんど発生しない。この事は、レーザ光が通過する経路で励起されたガスが拡散する事により、半導体基板 21 の非処理部分（非照射部分）や容器 17 内部にダメージを与える事が防止される事でもある。

10

【0079】

レーザ光が照射された半導体基板 21 の表面領域のシリコンは励起される。励起された表面領域の原子やクラスタ状のシリコンは、プロセスガスと反応してガス状物質に転換される。

【0080】

すなわち、シリコン (Si) は、 SF_6 と反応して気体の SiF_4 を生成する。また、 SF_6 より分離した硫黄成分 (S) は、 O_2 と反応して SO_2 等を生成する。チャンバ内の圧力は、高真空状態に設定されており、 SiF_4 、 SO_2 等は気体として生成する。このようにして、半導体基板 21 のレーザ光照射部分はガス状物質に転換され、よって、消失部分が形成される（図 5 (b)）。

20

【0081】

上記のように、除去されたシリコンがガス状物質に転換されるため、加工残さの半導体基板 21 の表面への付着、堆積は防止される。このため、ダイシングソーによって基板に切削加工を施す場合等と異なり、切削粉等の加工残さが半導体基板 21 の表面に露出した機械的構造体およびその機能にダメージを与えることは避けられる。

【0082】

また、表面に加工残さが付着等しないため、被処理体 19 を洗浄する必要が実質的にない。このため、洗浄の際の純水フローによる機械的構造体のダメージや、純水の表面張力によるくっつき等の機械的構造体の機能のダメージは回避される。

30

【0083】

さらに、レーザ光が照射される加工部分の熱は、ステージ 18 内部に設けた冷媒流路 24 によって吸収している。発熱部分を純水等で直接冷却する構成ではないことから、上述したような機械的構造体およびその機能のダメージは避けられる。

【0084】

上記のようにして、半導体基板 21 のレーザ光照射部分は消失し、除去される。レーザ光の特性から、消失部分は半導体基板 21 の厚み方向に線状に形成され、表面に略垂直な方向に延びる孔が形成される。スキャン駆動部 37 により、レーザ光照射部 36 は半導体基板 21 の全厚にわたって孔が形成される速度で駆動される。好ましくは、レーザ光のスキャン速度は、半導体基板 21 の厚みばらつきに対するマージンを考慮して、オーバーカットとなるように設定されている。

40

【0085】

ここで、オーバーカットとなるようにレーザ光を照射する場合、図 6 に示すように、シリコンが完全に除去された部分にもレーザ光が照射される。粘着シート 22 はレーザ光を吸収せず、切断等されることなくこれを通過させる。

【0086】

粘着シート 22 を通過したレーザ光は、その下方の光透過層 25 に入射する。このように光透過層 25 が光を吸収せずに透過させることにより、半導体基板 21 およびステージ 18 の高温部分（図中網掛け部）によって挟まれることによる、粘着シート 22 の熱変性等は避けられる。

50

【0087】

また、ステージ18の上部の、光透過層25の下には、光乱反射部26が設けられており、光透過層25を透過したレーザー光は乱反射されて被処理体19およびステージ18の本体部分に照射される。このため、ステージ18のレーザー光照射部分の過熱は防止される。

【0088】

スキャン駆動部37は、レーザー光照射部36を所定パターンで駆動し、半導体基板21の表面には所定パターンでレーザー光が照射される。照射部分で上記のようなシリコン転換(分解)反応が進行し、半導体基板21は多数の部分からなる所定のパターンに分割される。半導体基板21の全体にわたる分割が終了した後、レーザー光の照射を停止し、プロセスガスの供給を止める。以上のようにして、図5(c)に示すような、所定パターンに分割された半導体基板21が粘着シート22に貼着された状態の被処理体19が得られる。

10

【0089】

その後、不活性ガス、例えば、窒素ガスの供給を開始し、容器17内のプロセス雰囲気ページする。ページは容器17内のプロセスガスおよび反応生成物ガスを排除するのに十分な時間行われる。

【0090】

ページの終了後、クランプ20は上昇し、図示しないリフトピンが被処理体19をステージ18より持ち上げる。一方で、ゲートバルブ40が開放され、搬送機構16が被処理体19をプロセスチャンバ14から搬送室13に搬出する。搬出後、ゲートバルブ40は閉鎖される。

20

【0091】

次いで、加熱チャンバ15と搬送室13との間のゲートバルブ46が開放される。搬送機構16は被処理体19を加熱チャンバ15に搬入し、図示しないリフト機構の駆動により、被処理体19はステージ41上に載置される。

【0092】

加熱室のステージ41は抵抗体47により、例えば、50程度の温度に調整されている。ここで、熱伝導を向上させるため、加熱チャンバ15内に乾燥窒素を流しても良い。半導体基板21が十分に加熱され、大気雰囲気に曝されても水分などの凝集が生じない温度(室温以上)まで加熱される時点で加熱処理は終了する。加熱処理された被処理体19は、図示しないリフト機構および搬送機構16の駆動により、搬送室13に搬出される。

30

【0093】

次に、搬送室13内には、乾燥空気などが流されて大気圧まで昇圧され、その後、カセットチャンバ12との間のゲートバルブ48が開かれる。搬送機構16は、被処理体19をカセットに収容する。以上で、1つの被処理体19の処理が終了する。

【0094】

本発明は、上記実施の形態に限られず、種々の変形、応用が可能である。以下、本発明に適用可能な上記実施の形態の変形態様について、説明する。

【0095】

上記実施の形態では、半導体基板21の全厚にわたって切断する場合について説明した。しかし、これに限らず、基板の表面を所定領域に分割する場合など、所定厚さの溝を形成する場合にも本発明を好適に適用することができる。

40

【0096】

上記実施の形態では、プロセスガスとして、 SF_6 と O_2 とを用いるものとした。しかし、使用するガスは、これに限られない。例えば、 SF_6 の代わりに、 NF_3 、 F_2 、 CF_4 、 C_2F_6 等のフッ素系ガス、または、 Cl_2 、 BCl_4 等の塩素系ガスを使用することができる。また、 O_2 の代わりに、 O_3 、 NO_2 、 N_2O 、 H_2O 、 CO 等の酸素系ガスを用いることができる。すなわち、シリコンと反応性が高く、反応によりガス状物質を生成可能な物質であればいかなるものであってもよい。

【0097】

上記実施の形態では、単数のレーザー光照射部36を配置するものとした。しかし、これに

50

限らず、光源 35 からのレーザ光を分岐して、複数のレーザ光照射部から複数の表面部分にレーザ光を照射するようにしてもよい。

【0098】

上記例において、さらに、光透過層 25 の周囲を光不透過性材料で覆うようにしてもよい。これにより、光乱反射部 26 によって乱反射された光の容器 17 内への無秩序な散乱は防止される。

【0099】

また、上記例において、プロセスチャンバ 14 のステージ 18 の載置面付近に熱伝導ガスを供給して、被処理体 19 とステージ 18 との間の熱伝導効率を向上させるようにしてもよい。

10

【0100】

また、光透過層 25 を設けない構成としてもよい。しかし、この場合、ステージ 18 上面が直接加熱されるため、好ましくない。

また、光透過層 25 の下に、光吸収部材や熱伝導性弾性体等を設けても良い。

【0101】

上記実施の形態では、プロセス時、プロセスガスのみを供給するものとした。しかし、これに限らず、ガス状反応生成物の排出が容易となるよう、容器 17 内、特に、ステージ 18 の周囲に不活性ガスのダウンフローを形成するようにしてもよい。

【0102】

上記実施の形態では、MEMS 素子を備えたシリコン半導体基板の加工処理を行う場合について説明した。しかし、本発明は、MEMS 素子以外の素子が形成された基板に適用することができ、特に、表面に微細構造が形成された基板の加工に好適に適用可能である。

20

【0103】

また、シリコンの他に、SiGe 等の他のシリコン系材料から構成される半導体基板 21 に適用することができる。また、シリコン系材料に限らず、GaP、InP 等の他の材料から構成される化合物材料を用いても良い。また、上記半導体材料と、絶縁材料と、を積層した、いわゆる SOI (Silicon On Insulator) を用いることもできる。

【0104】

さらに、半導体基板に限らず、ガラス基板等の他の基板の加工にも、本発明は好適に適用可能である。

30

【0105】

上記した種々の材料から構成される基板を用いる場合には、各材料が吸収可能な波長域のレーザ光を用いる。さらに、励起した材料と反応性を有し、プロセス雰囲気下でガス状物質を生成可能な物質をプロセスガスとして用いればよい。

【0106】

また、上記のように、基板が複数種の材料から構成されている場合には、複数波長、複数種のレーザ光を用いるようにしてもよい。

【0107】

【発明の効果】

40

本発明によれば、高い信頼性で、表面に微細構造を有する基板を加工可能な、基板の加工装置および加工方法が提供される。

また、本発明によれば、表面に微細構造を有する基板を、その微細構造およびその機能へのダメージを低減しつつ加工可能な、基板の加工装置および加工方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態にかかる加工装置の構成を示す図である。

【図 2】プロセスチャンバの構成を示す図である。

【図 3】乱反射部の構成を示す図である。

【図 4】加熱チャンバの構成を示す図である。

【図 5】基板の加工工程を示す図である。

50

【図6】基板分割時のレーザ光の様子を示す図である。

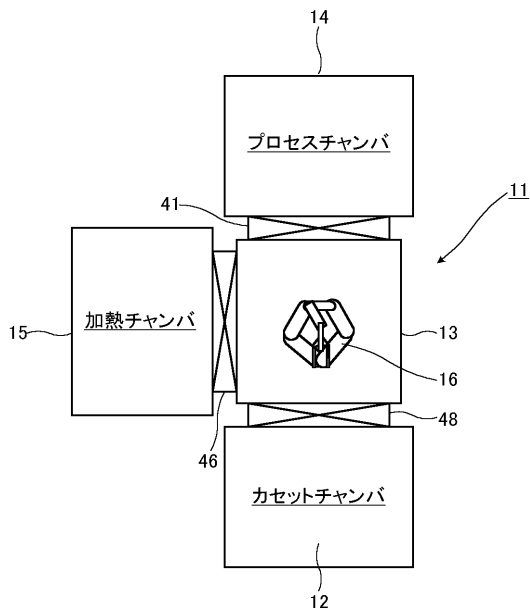
【符号の説明】

- 1 1 加工装置
- 1 4 プロセスチャンバ
- 1 5 加熱チャンバ
- 1 8 ステージ
- 1 9 被処理体
- 2 1 半導体基板
- 2 2 粘着シート
- 2 4 冷媒流路
- 2 5 光透過層
- 2 6 光乱反射部
- 2 9 プロセスガス源
- 3 1 不活性ガス源
- 3 3 天板
- 3 4 レーザ光照射装置
- 3 5 光源
- 3 6 レーザ光照射部
- 3 7 スキャン駆動部
- 3 8 光ファイバ

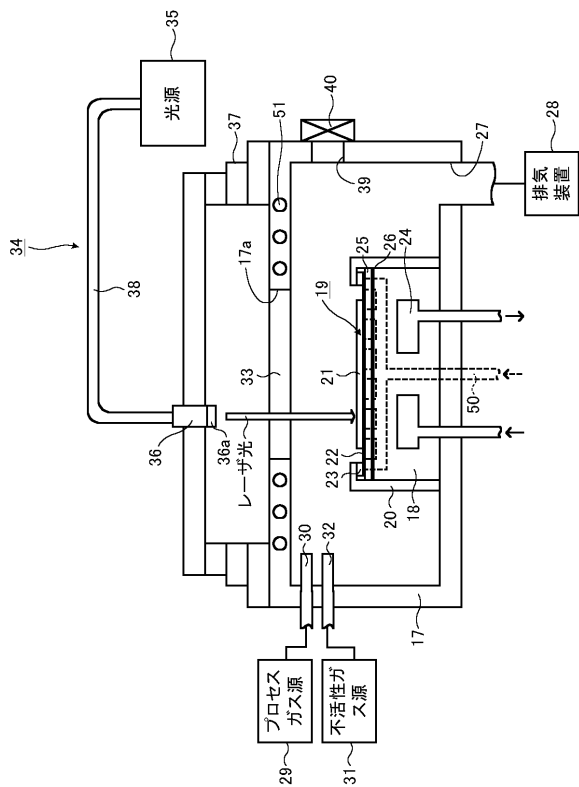
10

20

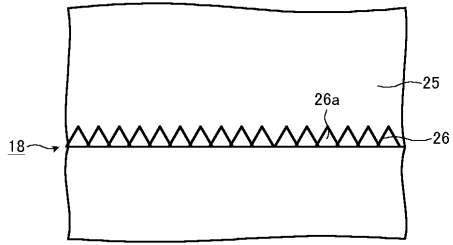
【図1】



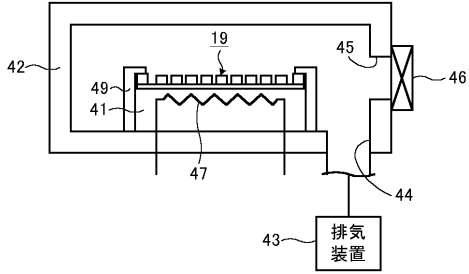
【図2】



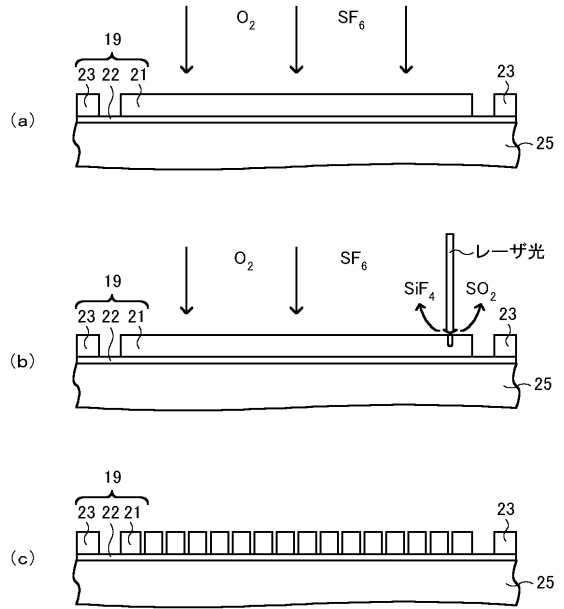
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

