

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7308292号
(P7308292)

(45)発行日 令和5年7月13日(2023.7.13)

(24)登録日 令和5年7月5日(2023.7.5)

(51)国際特許分類	F I
H 0 1 L 21/02 (2006.01)	H 0 1 L 21/02 B
H 0 1 L 21/683 (2006.01)	H 0 1 L 21/68 N
B 2 3 K 26/57 (2014.01)	B 2 3 K 26/57
	H 0 1 L 21/02 C

請求項の数 7 (全14頁)

(21)出願番号	特願2021-567195(P2021-567195)	(73)特許権者	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1号
(86)(22)出願日	令和2年12月9日(2020.12.9)	(74)代理人	100096389 弁理士 金本 哲男
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/045883	(74)代理人	100101557 弁理士 萩原 康司
(87)国際公開番号	WO2021/131710	(74)代理人	100167634 弁理士 扇田 尚紀
(87)国際公開日	令和3年7月1日(2021.7.1)	(74)代理人	100187849 弁理士 齊藤 隆史
審査請求日	令和4年6月14日(2022.6.14)	(74)代理人	100212059 弁理士 三根 卓也
(31)優先権主張番号	特願2019-236287(P2019-236287)	(72)発明者	山下 陽平 熊本県菊池郡大津町高尾野272-4
(32)優先日	令和1年12月26日(2019.12.26)		最終頁に続く
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

(54)【発明の名称】 基板処理装置及び基板処理方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の基板と第2の基板が接合された重合基板において、前記第2の基板の表面に形成されたデバイス層を前記第1の基板に転写する装置であって、
前記第1の基板の裏面を保持する保持部と、
前記保持部が前記第1の基板を保持した状態で、前記第2の基板と前記デバイス層の間に形成されたレーザ吸収層に対して、当該第2の基板の裏面側からレーザ光を照射するレーザ照射部と、
前記第1の基板から前記第2の基板を剥離する剥離部と、
前記レーザ照射部の動作を制御する制御部と、を有し、
前記制御部は、
保持部が前記第1の基板の下面を保持した状態で、前記第2の基板と前記デバイス層の間に形成されたレーザ吸収層に対して、レーザ光を相対的に移動させながら当該第2の基板の裏面側から前記レーザ光をパルス状に前記レーザ光の照射領域が重ならないようにパルスの間隔を一定に照射し、前記照射領域と、隣接する前記照射領域間の領域とを含む剥離領域を形成する制御を行うことと、
前記剥離領域とは異なる領域であって、前記第2の基板と前記デバイス層の間に形成された前記レーザ吸収層に対して、レーザ光を照射しない非剥離領域とを形成する制御を行うことと、
前記剥離領域の範囲が前記非剥離領域の範囲より大きくなる制御を行うことと、

前記第 1 の基板から前記第 2 の基板を剥離する制御を行うことと、を実行する、基板処理装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記剥離部によって前記非剥離領域が剥離されるように、前記剥離部を制御する、請求項 1 に記載の基板処理装置。

【請求項 3】

前記レーザ吸収層において、前記レーザ光の入射面と反対側の面に反射膜が形成されている、請求項 1 又は 2 に記載の基板処理装置。

【請求項 4】

第 1 の基板と第 2 の基板が接合された重合基板において、前記第 2 の基板の表面に形成されたデバイス層を前記第 1 の基板に転写する方法であって、

10

保持部が前記第 1 の基板の下面を保持した状態で、前記第 2 の基板と前記デバイス層の間に形成されたレーザ吸収層に対して、レーザ光を相対的に移動させながら当該第 2 の基板の裏面側から前記レーザ光をパルス状に前記レーザ光の照射領域が重ならないようにパルスの間隔を一定に照射し、前記照射領域と、隣接する前記照射領域間の領域とを含む剥離領域を形成することと、

前記剥離領域とは異なる領域であって、前記第 2 の基板と前記デバイス層の間に形成された前記レーザ吸収層に対して、レーザ光を照射しない非剥離領域とを形成することと、前記剥離領域の範囲を前記非剥離領域の範囲より大きくすることと、

前記第 1 の基板から前記第 2 の基板を剥離することと、を有する、基板処理方法。

20

【請求項 5】

前記レーザ光を照射して、前記剥離領域を剥離し、

前記レーザ光の照射を終了した後、剥離部が前記非剥離領域を剥離する、請求項 4 に記載の基板処理方法。

【請求項 6】

前記レーザ吸収層において、前記レーザ光の入射面と反対側の面に反射膜が形成され、前記レーザ吸収層に照射された前記レーザ光のうち、当該レーザ吸収層で吸収されない前記レーザ光は前記反射膜で反射される、請求項 4 又は 5 に記載の基板処理方法。

【請求項 7】

前記反射膜で反射された前記レーザ光は、前記レーザ吸収層に吸収される、請求項 6 に記載の基板処理方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、基板処理装置及び基板処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、半導体装置の製造方法が開示されている。かかる半導体装置の製造方法は、半導体基板の裏面より CO₂ レーザを照射して剥離酸化膜を局所的に加熱する加熱工程と、剥離酸化膜中、及び / 又は剥離酸化膜と半導体基板との界面において剥離を生じさせて、半導体素子を転写先基板に転写させる転写工程と、を含む。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2007 - 220749 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本開示にかかる技術は、第 1 の基板と第 2 の基板が接合された重合基板において、第 2 の基板の表面に形成されたデバイス層を第 1 の基板に適切に転写する。

50

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示の一態様は、第1の基板と第2の基板が接合された重合基板において、前記第2の基板の表面に形成されたデバイス層を前記第1の基板に転写する装置であって、前記第1の基板の裏面を保持する保持部と、前記保持部が前記第1の基板を保持した状態で、前記第2の基板と前記デバイス層の間に形成されたレーザ吸収層に対して、当該第2の基板の裏面側からレーザ光を照射するレーザ照射部と、前記第1の基板から前記第2の基板を剥離する剥離部と、前記レーザ照射部の動作を制御する制御部と、を有し、前記制御部は、保持部が前記第1の基板の下面を保持した状態で、前記第2の基板と前記デバイス層の間に形成されたレーザ吸収層に対して、レーザ光を相対的に移動させながら当該第2の基板の裏面側から前記レーザ光をパルス状に前記レーザ光の照射領域が重ならないようにパルスの間隔を一定に照射し、前記照射領域と、隣接する前記照射領域間の領域とを含む剥離領域を形成する制御を行うことと、前記剥離領域とは異なる領域であって、前記第2の基板と前記デバイス層の間に形成された前記レーザ吸収層に対して、レーザ光を照射しない非剥離領域とを形成する制御を行うことと、前記剥離領域の範囲が前記非剥離領域の範囲より大きくなる制御を行うことと、前記第1の基板から前記第2の基板を剥離する制御を行うことと、を実行する。

10

【発明の効果】

【0006】

本開示によれば、第1の基板と第2の基板が接合された重合基板において、第2の基板の表面に形成されたデバイス層を第1の基板に適切に転写することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】ウェハ処理システムにおいて処理される重合ウェハの構成の概略を示す側面図である。

【図2】ウェハ処理システムの構成の概略を模式的に示す平面図である。

【図3】本実施形態にかかるレーザ照射装置の構成の概略を示す側面図である。

【図4】本実施形態にかかるレーザ照射装置の構成の概略を示す平面図である。

【図5】レーザ吸収層にレーザ光を照射する様子を示す説明図である。

【図6】レーザ吸収層にレーザ光を照射する様子を示す説明図である。

30

【図7】レーザ吸収層にレーザ光を照射する様子を示す説明図である。

【図8】レーザ吸収層に剥離領域と非剥離領域を形成した様子を示す説明図である。

【図9】レーザ吸収層から第2のウェハを剥離する様子を示す説明図である。

【図10】他の実施形態における重合ウェハの構成の概略を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

近年、LEDの製造プロセスにおいては、レーザ光を用いてサファイア基板からGaN（窒化ガリウム）系化合物結晶層（材料層）を剥離する、いわゆるレーザリフトオフが行われている。このようにレーザリフトオフが行われる背景には、サファイア基板が短波長のレーザ光（例えばUV光）に対して透過性を有するため、吸収層に対して吸収率の高い短波長のレーザ光を使用することができ、レーザ光についても選択の幅が広いことが挙げられる。

40

【0009】

一方、半導体デバイスの製造プロセスにおいては、一の基板（半導体などのシリコン基板）の表面に形成されたデバイス層を他の基板に転写することが行われる。シリコン基板は、一般的にNIR（近赤外線）の領域のレーザ光に対しては透過性を有するが、吸収層もNIRのレーザ光に対して透過性を有するため、デバイス層が損傷を被るおそれがある。そこで、半導体デバイスの製造プロセスにおいてレーザリフトオフを行うためには、FIR（遠赤外線）の領域のレーザ光を使用する。

【0010】

50

一般的には、例えばCO₂レーザにより、FIRの波長のレーザ光を使用することができる。上述した特許文献1に記載の方法では、剥離酸化膜にCO₂レーザを照射することで、剥離酸化膜と基板の界面において剥離を生じさせている。

【0011】

ここで、上述した特許文献1に記載の方法では、剥離酸化膜に対してCO₂レーザを局部的に照射している。この点、発明者らが鋭意検討した結果、このように剥離酸化膜の一部にCO₂レーザを照射しただけでは、剥離が生じる部分が小さ過ぎ、酸化剥離膜からの基板の剥離が適切に行われないうちがあることが分かった。そこで、基板が剥離できる程度に酸化剥離膜に対してCO₂レーザを照射する範囲を大きくする必要が有る。かかる場合、レーザヘッドからCO₂レーザを一度に照射する範囲には限界があるため、例えば基板を保持するチャックを回転又は移動させて、CO₂レーザを照射する範囲を大きくする。

10

【0012】

但し、剥離が進んだ状態でチャックを回転又は移動させると、基板に遠心力や慣性力が作用し、基板が酸化剥離膜からずれ、レーザ処理中に、処理対象位置以外の場所にレーザ光が照射されるおそれがある。また、剥離された基板が滑落する可能性もある。しかしながら、特許文献1の方法では、このような基板のずれや滑落については全く考慮されておらず、その示唆もない。したがって、従来のデバイス層の転写方法には改善の余地がある。

【0013】

本開示にかかる技術は、第1の基板と第2の基板が接合された重合基板において、第2の基板の表面に形成されたデバイス層を第1の基板に適切に転写する。以下、本実施形態にかかる基板処理装置としてのレーザ照射装置を備えたウェハ処理システム、及び基板処理方法としてのウェハ処理方法について、図面を参照しながら説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素においては、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

20

【0014】

本実施形態にかかる後述のウェハ処理システム1では、図1に示すように第1の基板としての第1のウェハW1と第2の基板としての第2のウェハW2とが接合された重合基板としての重合ウェハTに対して処理を行う。以下、第1のウェハW1において、第2のウェハW2に接合される側の面を表面W1aといい、表面W1aと反対側の面を裏面W1bという。同様に、第2のウェハW2において、第1のウェハW1に接合される側の面を表面W2aといい、表面W2aと反対側の面を裏面W2bという。

30

【0015】

第1のウェハW1は、例えばシリコン基板等の半導体ウェハである。第1のウェハW1の表面W1aには、デバイス層D1と表面膜F1が表面W1a側からこの順で積層されている。デバイス層D1は、複数のデバイスを含む。表面膜F1としては、例えば酸化膜(SiO₂膜、TEOS膜)、SiC膜、SiCN膜又は接着剤などが挙げられる。なお、表面W1aには、デバイス層D1と表面膜F1が形成されていない場合もある。

【0016】

第2のウェハW2も、例えばシリコン基板等の半導体ウェハである。第2のウェハW2の表面W2aには、レーザ吸収層P、デバイス層D2、表面膜F2が表面W2a側からこの順で積層されている。レーザ吸収層Pは、後述するようにレーザヘッド110から照射されたレーザ光を吸収する。レーザ吸収層Pには、例えば酸化膜(SiO₂膜)が用いられるが、レーザ光を吸収するものであれば特に限定されない。デバイス層D2と表面膜F2はそれぞれ、第1のウェハW1のデバイス層D1と表面膜F1と同様である。そして、第1のウェハW1の表面膜F1と第2のウェハW2の表面膜F2が接合される。なお、レーザ吸収層Pの位置は、上記実施形態に限定されず、例えばデバイス層D2と表面膜F2の間に形成されていてもよい。また、表面W2aには、デバイス層D2と表面膜F2が形成されていない場合もある。この場合、レーザ吸収層Pは第1のウェハW1側に形成され、第1のウェハW1側のデバイス層D1が第2のウェハW2側に転写される。

40

【0017】

50

図 2 に示すようにウェハ処理システム 1 は、搬入出ブロック 10、搬送ブロック 20、及び処理ブロック 30 を一体に接続した構成を有している。搬入出ブロック 10 と処理ブロック 30 は、搬送ブロック 20 の周囲に設けられている。具体的に搬入出ブロック 10 は、搬送ブロック 20 の Y 軸負方向側に配置されている。処理ブロック 30 の後述するレーザー照射装置 31 は搬送ブロック 20 の X 軸負方向側に配置され、後述する洗浄装置 32 は搬送ブロック 20 の X 軸正方向側に配置されている。

【0018】

搬入出ブロック 10 は、例えば外部との間で複数の重合ウェハ T、複数の第 1 のウェハ W1、複数の第 2 のウェハ W2 をそれぞれ収容可能なカセット Ct、Cw1、Cw2 がそれぞれ搬入出される。搬入出ブロック 10 には、カセット載置台 11 が設けられている。図示の例では、カセット載置台 11 には、複数、例えば 3 つのカセット Ct、Cw1、Cw2 を X 軸方向に一列に載置自在になっている。なお、カセット載置台 11 に載置されるカセット Ct、Cw1、Cw2 の個数は、本実施形態に限定されず、任意に決定することができる。

10

【0019】

搬送ブロック 20 には、X 軸方向に延伸する搬送路 21 上を移動自在に構成されたウェハ搬送装置 22 が設けられている。ウェハ搬送装置 22 は、重合ウェハ T、第 1 のウェハ W1、第 2 のウェハ W2 を保持して搬送する、例えば 2 つの搬送アーム 23、23 を有している。各搬送アーム 23 は、水平方向、鉛直方向、水平軸回り及び鉛直軸周りに移動自在に構成されている。なお、搬送アーム 23 の構成は本実施形態に限定されず、任意の構成を取り得る。そして、ウェハ搬送装置 22 は、カセット載置台 11 のカセット Ct、Cw1、Cw2、後述するレーザー照射装置 31 及び洗浄装置 32 に対して、重合ウェハ T、第 1 のウェハ W1、第 2 のウェハ W2 を搬送可能に構成されている。

20

【0020】

処理ブロック 30 は、レーザー照射装置 31 と洗浄装置 32 を有している。レーザー照射装置 31 は、第 2 のウェハ W2 のレーザー吸収層 P にレーザー光を照射する。なお、レーザー照射装置 31 の構成は後述する。

【0021】

洗浄装置 32 は、レーザー照射装置 31 で分離された第 1 のウェハ W1 の表面 W1a に形成されたレーザー吸収層 P の表面を洗浄する。例えばレーザー吸収層 P の表面にブラシを当接させて、当該表面をスクラブ洗浄する。なお、表面の洗浄には、加圧された洗浄液を用いてもよい。また、洗浄装置 32 は、第 1 のウェハ W1 の表面 W1a 側と共に、裏面 W1b を洗浄する構成を有していてもよい。

30

【0022】

以上のウェハ処理システム 1 には、制御部としての制御装置 40 が設けられている。制御装置 40 は、例えばコンピュータであり、プログラム格納部（図示せず）を有している。プログラム格納部には、ウェハ処理システム 1 における重合ウェハ T の処理を制御するプログラムが格納されている。また、プログラム格納部には、上述の各種処理装置や搬送装置などの駆動系の動作を制御して、ウェハ処理システム 1 における後述のウェハ処理を実現させるためのプログラムも格納されている。なお、上記プログラムは、コンピュータに読み取り可能な記憶媒体 H に記録されていたものであって、当該記憶媒体 H から制御装置 40 にインストールされたものであってもよい。

40

【0023】

次に、上述したレーザー照射装置 31 について説明する。

【0024】

図 3 及び図 4 に示すようにレーザー照射装置 31 は、重合ウェハ T を上面で保持する、保持部としてのチャック 100 を有している。チャック 100 は、第 1 のウェハ W1 の裏面 W1b の全面を吸着保持する。なお、チャック 100 は裏面 W1b の一部を吸着保持してもよい。チャック 100 には、重合ウェハ T を下方から支持し昇降させるための昇降ピン（図示せず）が設けられている。昇降ピンは、チャック 100 を貫通して形成された貫通

50

孔（図示せず）を挿通し、昇降自在に構成されている。

【0025】

なお、チャック100の外部には、第2のウェハW2を保持する保持部（図示せず）が設けられていてもよい。後述するように本実施形態では、非剥離領域Bが存在することによりレーザ吸収層Pからの第2のウェハW2のずれや滑落を防止するが、このずれや滑落を上記保持部によってさらに確実に防止することができる。

【0026】

図3及び図4に示すようにチャック100は、エアベアリング101を介して、スライダテーブル102に支持されている。スライダテーブル102の下面側には、回転機構103が設けられている。回転機構103は、駆動源として例えばモータを内蔵している。チャック100は、回転機構103によってエアベアリング101を介して、軸（鉛直軸）回りに回転自在に構成されている。スライダテーブル102は、その下面側に設けられた移動機構104によって、基台106に設けられY軸方向に延伸するレール105に沿って移動可能に構成されている。なお、移動機構104の駆動源は特に限定されるものではないが、例えばリニアモータが用いられる。

【0027】

チャック100の上方には、レーザ照射部としてのレーザヘッド110が設けられている。レーザヘッド110は、レンズ111を有している。レンズ111は、レーザヘッド110の下面に設けられた筒状の部材であり、チャック100に保持された重合ウェハTにレーザ光を照射する。本実施形態ではレーザ光はCO₂レーザ光であり、レーザヘッド110から発せられたレーザ光は第2のウェハW2を透過し、レーザ吸収層Pに照射される。なお、CO₂レーザ光の波長は、例えば8.9μm～11μmである。また、レーザヘッド110は、昇降機構（図示せず）によって昇降自在に構成されている。なお、レーザ光の光源は、レーザヘッド110の外部の離れた位置に設けられている。

【0028】

また、チャック100の上方には、剥離部としての搬送パッド120が設けられている。搬送パッド120は、昇降機構（図示せず）によって昇降自在に構成されている。また、搬送パッド120は、第2のウェハW2の吸着面を有している。そして、搬送パッド120は、チャック100と搬送アーム23との間で、第2のウェハW2を搬送する。具体的には、チャック100を搬送パッド120の下方（搬送アーム23との受渡位置）まで移動させた後、搬送パッド120は第2のウェハW2の裏面W2bを吸着保持し、第1のウェハW1から剥離する。続いて、剥離された第2のウェハW2を搬送パッド120から搬送アーム23に受け渡して、レーザ照射装置31から搬出する。なお、搬送パッド120は、反転機構（図示せず）により、ウェハ表裏面を反転させるように構成されていてもよい。

【0029】

図4に示したレーザ照射装置31においては、搬送アーム23は搬送パッド120に対してX軸正方向側からアクセスする。但し、図4に示したレーザ照射装置31を反時計回りに90度回転させ、搬送アーム23は搬送パッド120に対してY軸負方向側からアクセスしてもよい。

【0030】

なお、重合ウェハTをレーザ照射装置31に搬入する際には、搬送アーム23から昇降ピンに重合ウェハTが受け渡され、昇降ピンを下降させることでチャック100に載置される。また、剥離された第1のウェハW1をレーザ照射装置31から搬出する際には、チャック100に載置された重合ウェハTが昇降ピンによって上昇し、昇降ピンから搬送アーム23に受け渡される。

【0031】

次に、以上のように構成されたウェハ処理システム1を用いて行われるウェハ処理について説明する。なお、本実施形態では、ウェハ処理システム1の外部の接合装置（図示せず）において、第1のウェハW1と第2のウェハW2が接合され、予め重合ウェハTが形

10

20

30

40

50

成されている。

【0032】

まず、重合ウェハTを複数収納したカセットCtが、搬入出ブロック10のカセット載置台11に載置される。

【0033】

次に、ウェハ搬送装置22によりカセットCt内の重合ウェハTが取り出され、レーザー照射装置31に搬送される。レーザー照射装置31において重合ウェハTは、搬送アーム23から昇降ピンに受け渡され、チャック100に吸着保持される。続いて、移動機構104によってチャック100を処理位置に移動させる。この処理位置は、レーザーヘッド110から重合ウェハT(レーザー吸収層P)にレーザー光を照射できる位置である。

10

【0034】

次に、図5及び図6に示すようにレーザーヘッド110からレーザー吸収層Pにレーザー光L(CO₂レーザー光)をパルス状に照射する。この際、レーザー光Lは、第2のウェハW2の裏面W2b側から当該第2のウェハW2を透過し、レーザー吸収層Pにおいて吸収される。そして、このレーザー光Lによって、レーザー吸収層Pと第2のウェハW2との界面において剥離が生じる。なお、レーザー光Lはレーザー吸収層Pにほぼすべて吸収され、デバイス層D2に到達することがない。このため、デバイス層D2がダメージを被るのを抑制することができる。

【0035】

レーザー吸収層Pにレーザー光Lを照射する際、回転機構103によってチャック100(重合ウェハT)を回転させると共に、移動機構104によってチャック100をY軸方向に移動させる。そうすると、レーザー光Lは、レーザー吸収層Pに対して径方向外側から内側に向けて照射され、その結果、外側から内側に螺旋状に照射される。なお、図6に示す黒塗り矢印はチャック100の回転方向を示している。

20

【0036】

レーザー光Lの照射開始位置は、第2のウェハW2の外周端Eaと、重合ウェハTにおける第1のウェハW1と第2のウェハW2の接合端Ebとの間であるのが好ましい。かかる場合、例えば重合ウェハTにおいて、第1のウェハW1の中心と第2のウェハW2の中心がずれて偏心している場合でも、その偏心分を吸収して、レーザー吸収層Pにレーザー光Lを適切に照射することができる。

30

【0037】

なお、図7に示すようにレーザー吸収層Pにおいて、レーザー光Lは同心円状に環状に照射してもよい。但し、この場合、チャック100の回転とチャック100のY方向の移動が交互に行われるため、上述したようにレーザー光Lを螺旋状に照射した方が、照射時間を短時間にしてスループットを向上させることができる。

【0038】

また、レーザー吸収層Pにおいて、レーザー光Lは径方向内側から外側に向けて照射されてもよい。但し、この場合、レーザー吸収層Pの内側が先に剥離するため、剥離に伴う応力が径方向外側に向かい、その外側においてレーザー光Lが照射されていない部分も剥離する可能性がある。この点、上述したようにレーザー光Lを径方向外側から内側に向けて照射する場合、剥離に伴う応力を外側に逃がすことができるので、剥離の制御がより容易になる。また、剥離を適切に制御することで、剥離面の荒れを抑制することも可能となる。

40

【0039】

また、本実施形態ではレーザー吸収層Pにレーザー光Lを照射するにあたり、チャック100を回転させたが、レーザーヘッド110を移動させて、チャック100に対してレーザーヘッド110を相対的に回転させてもよい。また、チャック100をY軸方向に移動させたが、レーザーヘッド110をY軸方向に移動させてもよい。

【0040】

ここで、このようにレーザー光Lを径方向外側から内側に螺旋状(又は同心円状)に照射する際、剥離が進んでいくと、チャック100が回転しているため、第2のウェハW2に

50

遠心力が作用し、レーザ吸収層 P から第 2 のウェハ W 2 がずれ、レーザ処理中に、処理対象位置以外の場所にレーザ光 L が照射されるおそれがある。また、第 2 のウェハ W 2 がチャック 1 0 0 から滑落する場合もある。

【 0 0 4 1 】

そこで本実施形態では、図 8 に示すようにレーザ吸収層 P に剥離領域 A と非剥離領域 B を形成する。剥離領域 A はレーザ光 L が照射される領域であって、この剥離領域 A では、レーザ吸収層 P と第 2 のウェハ W 2 との界面において剥離が生じる。一方、非剥離領域 B はレーザ光 L が照射されない領域であって、この非剥離領域 B では、レーザ吸収層 P と第 2 のウェハ W 2 との界面において剥離が生じず、当該レーザ吸収層 P と第 2 のウェハ W 2 は接合されている。この非剥離領域 B が存在することにより、チャック 1 0 0 が回転しても、レーザ吸収層 P からの第 2 のウェハ W 2 のずれや滑落を防止することができる。そして、このように第 2 のウェハ W 2 のずれや滑落を防止できるので、適切な位置にレーザ光 L を照射することができる。

10

【 0 0 4 2 】

なお、剥離領域 A と非剥離領域 B を形成するためには、非剥離領域 B を形成予定の位置において、レーザヘッド 1 1 0 からのレーザ光 L の照射を停止すればよい。

【 0 0 4 3 】

また、図 8 の例では、レーザ吸収層 P の中央部とその周縁 4 箇所に非剥離領域 B を形成したが、非剥離領域 B の位置や数は任意である。第 2 のウェハ W 2 のずれや滑落が生じない程度に、非剥離領域 B を形成すればよい。但し、後述するように搬送パッド 1 2 0 を用いてレーザ吸収層 P から第 2 のウェハ W 2 を剥離する際、大きな荷重をかけないようにするためには、剥離領域 A の範囲が非剥離領域 B の範囲より大きくする。

20

【 0 0 4 4 】

こうしてレーザ照射装置 3 1 では、レーザ吸収層 P に剥離領域 A と非剥離領域 B が形成されるようにレーザ光 L がパルス状に照射される。ここで、発明者らが鋭意検討したところ、剥離の発生要因が、レーザ光 L のエネルギー量ではなく、ピークパワー（レーザ光の最大強度）であることを見出した。例えば、レーザ光 L を連続発振させた場合（連続波を用いた場合）、ピークパワーを高くすることは難しく、剥離を発生できない場合がある。一方、レーザ光 L をパルス状に発振させた場合（パルス波を用いた場合）、ピークパワーを高くして、レーザ吸収層 P と第 2 のウェハ W 2 との界面において剥離を発生させることができ、レーザ吸収層 P から第 2 のウェハ W 2 を適切に剥離させることができる。なお、本開示において C O ₂ レーザをパルス状に発振させたレーザ光は、いわゆるパルスレーザであり、そのパワーが 0（ゼロ）と最大値を繰り返すものである。

30

【 0 0 4 5 】

次に、移動機構 1 0 4 によってチャック 1 0 0 を受渡位置に移動させる。ここで、チャック 1 0 0 の移動中、第 2 のウェハ W 2 に慣性力が作用し、レーザ吸収層 P から第 2 のウェハ W 2 がずれるおそれがある。かかる場合、その後に搬送パッド 1 2 0 で第 2 のウェハ W 2 の裏面 W 2 b を吸着保持する際、適切な位置を吸着保持できない。この点、本実施形態では、レーザ吸収層 P に非剥離領域 B が形成されているので、第 2 のウェハ W 2 のずれを防止することができる。

40

【 0 0 4 6 】

受渡位置では、図 9 (a) に示すように搬送パッド 1 2 0 で第 2 のウェハ W 2 の裏面 W 2 b を吸着保持する。その後、図 9 (b) に示すように搬送パッド 1 2 0 が第 2 のウェハ W 2 を吸着保持した状態で、当該搬送パッド 1 2 0 を上昇させて、レーザ吸収層 P から第 2 のウェハ W 2 を剥離する。この際、レーザ吸収層 P には非剥離領域 B が形成されているので、この非剥離領域 B においてレーザ吸収層 P から第 2 のウェハ W 2 が剥離できる程度に荷重をかける。そうすると、レーザ吸収層 P から第 2 のウェハ W 2 を剥離することができる。なお、搬送パッド 1 2 0 を鉛直軸周りに回転させて、第 2 のウェハ W 2 を剥離してもよい。

【 0 0 4 7 】

50

剥離された第2のウェハW2は、搬送パッド120からウェハ搬送装置22の搬送アーム23に受け渡され、カセット載置台11のカセットCw2に搬送される。なお、レーザ照射装置31から搬出された第2のウェハW2は、カセットCw2に搬送される前に洗浄装置32に搬送され、その剥離面である表面W2aが洗浄されてもよい。この場合、搬送パッド120によって第2のウェハW2の表裏面を反転させて、搬送アーム23に受け渡してもよい。

【0048】

一方、チャック100に保持されている第1のウェハW1については、昇降ピンによってチャック100から上昇し、搬送アーム23に受け渡され、洗浄装置32に搬送される。洗浄装置32では、剥離面であるレーザ吸収層Pの表面がスクラブ洗浄される。なお、洗浄装置32では、レーザ吸収層Pの表面と共に、第1のウェハW1の裏面W1bが洗浄されてもよい。また、レーザ吸収層Pの表面と第1のウェハW1の裏面W1bをそれぞれ洗浄する洗浄部を別々に設けてもよい。

10

【0049】

その後、すべての処理が施された第1のウェハW1は、ウェハ搬送装置22によりカセット載置台11のカセットCw1に搬送される。こうして、ウェハ処理システム1における一連のウェハ処理が終了する。

【0050】

以上の実施形態によれば、レーザ光Lをレーザ吸収層Pの径方向外側から内側に螺旋状に照射する際、非剥離領域Bが形成されるので、チャック100を回転させても、第2のウェハW2のずれや滑落を防止することができる。また、レーザ光Lの照射を行った後、チャック100が移動する際にも、非剥離領域Bにより、第2のウェハW2のずれを防止することができる。したがって、レーザ吸収層Pから第2のウェハW2を適切に剥離させることができ、デバイス層D2を第1のウェハW1に転写することができる。

20

【0051】

以上の実施形態では、レーザ吸収層Pにレーザ光Lを螺旋状や同心円状に照射したが、レーザ光Lの照射パターンはこれに限定されない。また、このような種々の照射パターンに対応する装置の構成も、上記実施形態のレーザ照射装置31に限定されない。上記レーザ照射装置31では、チャック100は軸回りに回転自在で、一軸(Y軸)方向に移動自在であったが、二軸(X軸及びY軸)に移動させてもよい。また、レーザヘッド110には例えばガルバノを使用し、レーザヘッド110から照射されるレーザ光Lをレーザ吸収層Pに対して走査させてもよい。

30

【0052】

かかる場合、レーザ光Lを照射する際、レーザ吸収層Pの予め定められたスキャン範囲においてレーザ光Lを走査させる。次に、レーザ光Lの照射を停止した状態でチャック100をX軸方向に移動させる。このようにレーザ光Lの照射及び走査と、チャック100の移動とを繰り返し行って、X軸方向に一行にレーザ光Lを照射する。次に、チャック100をY軸方向にずらすように移動させ、上述と同様にレーザ光Lの照射及び走査と、チャック100の移動とを繰り返し行って、X軸方向に一行にレーザ光Lを照射する。そうすると、レーザ光Lがレーザ吸収層Pに照射される。

40

【0053】

また、上記レーザ光Lの照射パターンでは、レーザ光Lの照射及び走査と、チャック100の移動とを繰り返し行ったが、X軸方向一行において、チャック100を移動させながら、レーザ光Lの照射及び走査を行ってもよい。そして、X軸方向一行にレーザ光Lを照射した後、チャック100をY軸方向にずらすように移動させ、レーザ光Lをレーザ吸収層Pに照射する。

【0054】

また、以上の実施形態の、螺旋状(又は同心円状)のレーザ光Lの照射と、レーザ光Lの照射及び走査とを組み合わせてもよい。

【0055】

50

チャック 100 (重合ウェハ T) を回転させる場合、レーザ光 L が径方向外側から内側に移動するにしたがって、チャック 100 の回転速度が大きくなる。そこで、レーザ吸収層 P の外周部においては、チャック 100 を回転させながら、当該チャック 100 を径方向外側から内側に移動させて、レーザ光 L を螺旋状に照射する。そして、チャック 100 の回転速度が上限に達すると、レーザ吸収層 P の中央部において、チャック 100 の回転を停止し、レーザ光 L を照射しながら走査させる。

【0056】

このようにレーザ吸収層 P の外周部と中央部でレーザ光 L の照射パターンを変えることで、レーザ光 L が重ならないようにして、レーザ光 L を照射する間隔、すなわちパルスの間隔を一定にすることができる。その結果、第 1 のウェハ W 1 と第 2 のウェハ W 2 の剥離をウェハ面内で均一に行うことができる。

10

【0057】

以上の実施形態のウェハ処理システム 1 は洗浄装置 32 を有していたが、さらにウェハ処理システム 1 は、エッチング装置 (図示せず) を有していてもよい。エッチング装置は、剥離後の第 1 のウェハ W 1 の表面 W 1 a、具体的にはレーザ吸収層 P の表面をエッチング処理する。例えば、洗浄装置 32 でレーザ吸収層 P の表面をスクラブ洗浄後、レーザ吸収層 P の表面に対して薬液 (エッチング液) を供給し、当該表面をウェットエッチングする。また、ウェハ処理システム 1 は、洗浄装置 32 又はエッチング装置のいずれか一方を有していてもよい。

【0058】

以上の実施形態で処理される重合ウェハ T において、図 10 に示すようにレーザ吸収層 P とデバイス層 D 2 の間には、反射膜 R が設けられていてもよい。すなわち反射膜 R は、レーザ吸収層 P において、レーザ光 L の入射面と反対側の面に形成されている。反射膜 R には、レーザ光 L に対する反射率が高く、融点が高い材料、例えば金属膜が用いられる。なお、デバイス層 D 2 は機能を有する層であり、反射膜 R とは異なるものである。

20

【0059】

かかる場合、レーザヘッド 110 から発せられたレーザ光 L は、第 2 のウェハ W 2 を透過し、レーザ吸収層 P においてほぼすべて吸収されるが、吸収しきれなかったレーザ光 L が存在したとしても、反射膜 R で反射される。その結果、レーザ光 L がデバイス層 D 2 に到達することがなく、デバイス層 D 2 がダメージを被るのを確実に抑制することができる。

30

【0060】

また、反射膜 R で反射したレーザ光 L は、レーザ吸収層 P に吸収される。したがって、第 2 のウェハ W 2 の剥離効率を向上させることができる。

【0061】

今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。上記の実施形態は、添付の請求の範囲及びその主旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。

【符号の説明】

【0062】

- 31 レーザ照射装置
- 40 制御装置
- 100 チャック
- 110 レーザヘッド
- 120 搬送パッド
- A 剥離領域
- B 非剥離領域
- D1、D2 デバイス層
- P レーザ吸収層
- T 重合ウェハ
- W1 第1のウェハ

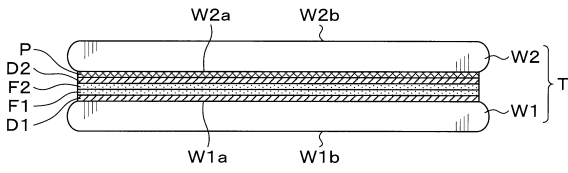
40

50

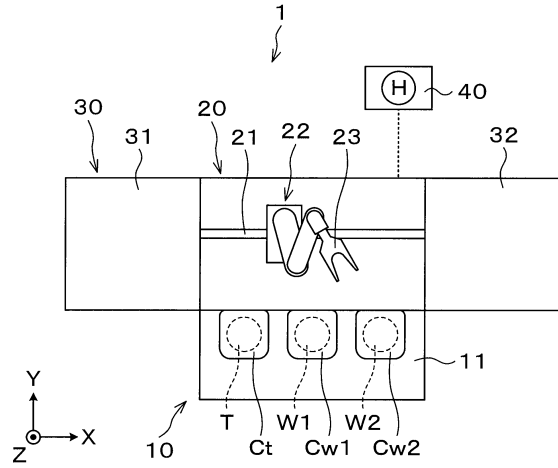
W 2 第 2 のウェハ

【 図 面 】

【 図 1 】

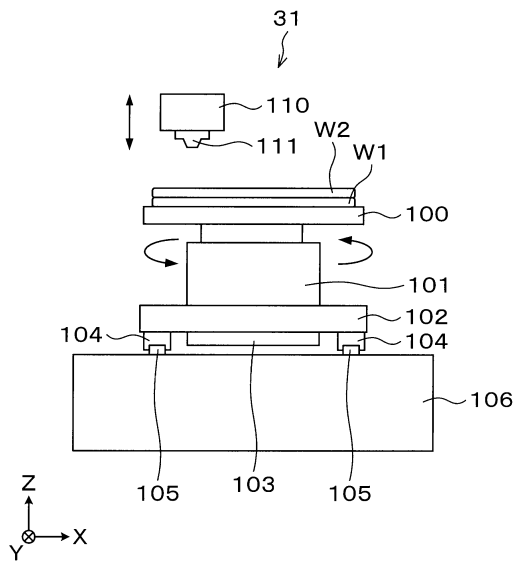


【 図 2 】

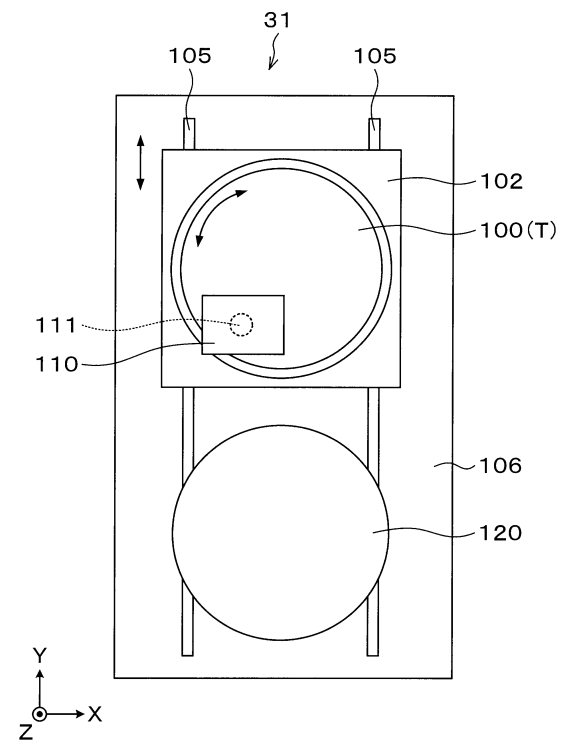


10

【 図 3 】



【 図 4 】

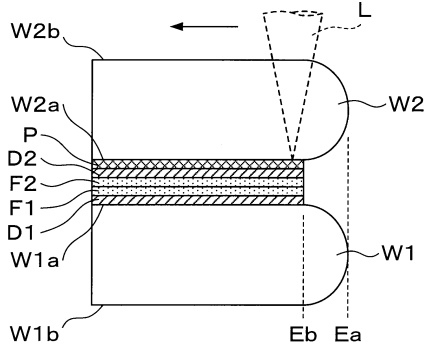


20

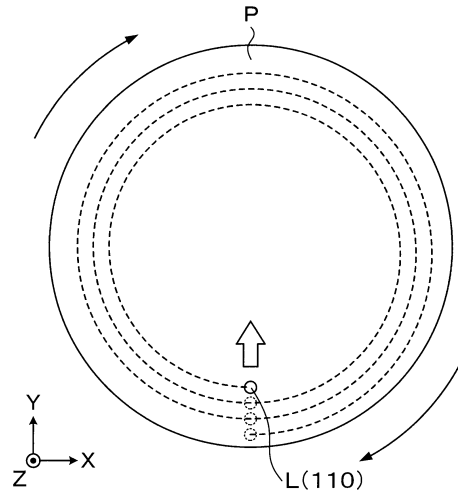
30

40

【図 5】

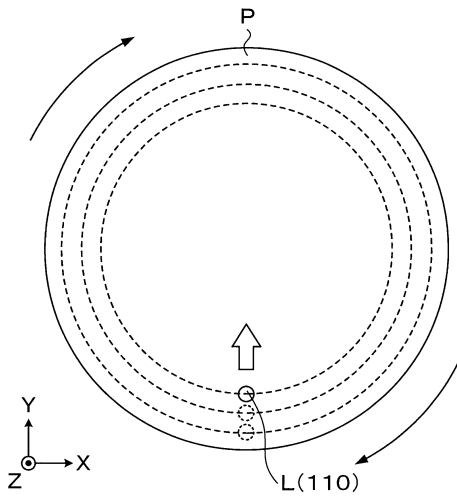


【図 6】

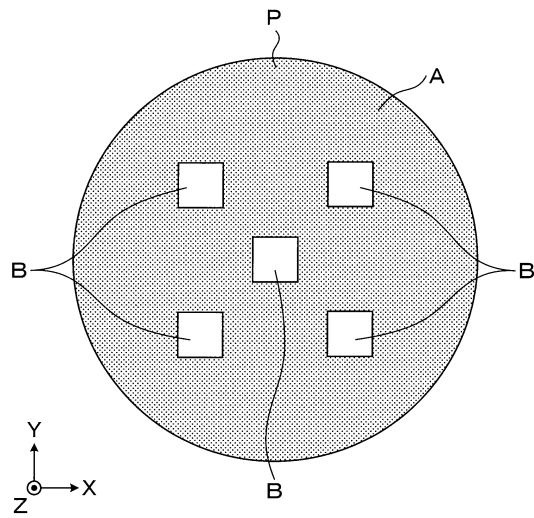


10

【図 7】



【図 8】



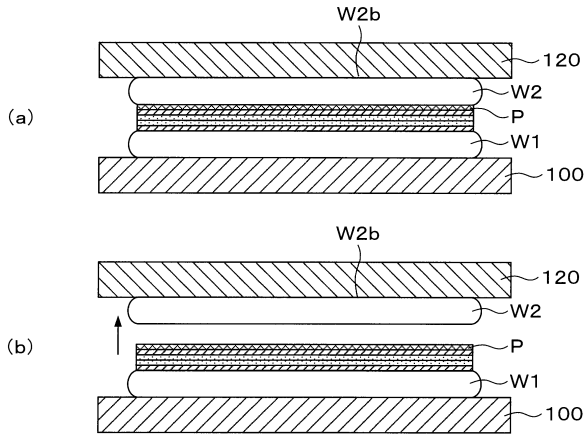
20

30

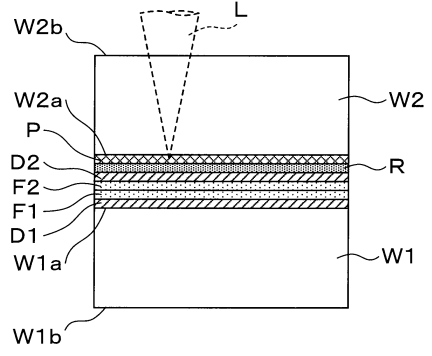
40

50

【 図 9 】



【 図 10 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京エレクトロン九州株式会社内

(72)発明者 田之上 隼斗

熊本県菊池郡大津町高尾野 2 7 2 - 4 東京エレクトロン九州株式会社内

審査官 河合 俊英

(56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 1 7 9 2 3 7 (J P , A)

特開 2 0 1 3 - 2 3 9 6 5 0 (J P , A)

特開平 1 0 - 1 2 5 9 2 9 (J P , A)

特開 2 0 1 7 - 0 8 4 9 1 0 (J P , A)

特開 2 0 1 5 - 1 4 4 1 9 2 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

H 0 1 L 2 1 / 0 2

H 0 1 L 2 1 / 6 8 3

B 2 3 K 2 6 / 5 7