

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第7部門第2区分
 【発行日】令和6年5月2日(2024.5.2)

【国際公開番号】WO2023/021952
 【出願番号】特願2023-542300(P2023-542300)

【国際特許分類】

H 0 1 L 2 1 / 3 0 4 (2 0 0 6 . 0 1)

H 0 1 L 2 1 / 0 2 (2 0 0 6 . 0 1)

【 F I 】

H 0 1 L 2 1 / 3 0 4 6 0 1 Z

H 0 1 L 2 1 / 0 2 B

10

【手続補正書】

【提出日】令和6年2月6日(2024.2.6)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

20

【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の処理方法であって、

前記重合基板の層情報を取得することと、

前記第1の基板と前記第2の基板の界面に形成されたレーザ吸収膜にパルス状のレーザ光を照射して、前記第1の基板と前記第2の基板の接合強度が低下された未接合領域を形成することと、

前記第2の基板から前記第1の基板を分離することと、を含み、

前記未接合領域の形成に際しては、

パルス状に照射される前記レーザ光の一の集光点を含むレーザ光照射直下領域における第1の温度と、前記一の集光点と当該一の集光点の次に前記レーザ光が照射される他の集光点との間に形成されるレーザ光照射周辺領域における第2の温度と、の温度差を、取得された前記層情報、又は、前記重合基板における前記一の集光点の径方向位置の少なくともいずれかに基づいて変更する、処理方法。

30

【請求項2】

前記レーザ吸収膜に前記レーザ光を照射して生じる熱により前記第1の基板を膨張させ、当該第1の基板の膨張により生じる応力により、前記レーザ光照射周辺領域における前記第1の基板と前記レーザ吸収膜との界面で剥離を生じさせること、

を含む、請求項1に記載の処理方法。

【請求項3】

40

前記レーザ吸収膜に対する複数発の前記レーザ光の照射により前記応力を蓄積させ、蓄積された当該応力により、前記第1の基板と前記レーザ吸収膜に剥離を発生させる、請求項2に記載の処理方法。

【請求項4】

前記第1の基板と前記レーザ吸収膜との界面における異なる領域において前記剥離を生じさせることと、

前記異なる領域で生じた前記剥離を繋げることで、前記第1の基板と前記レーザ吸収膜の分離の基点となる分離面を形成することと、を含む、請求項3に記載の処理方法。

【請求項5】

前記分離面を基点として前記第1の基板の少なくとも一部を前記重合基板から分離して除

50

去すること、を含む、請求項 4 に記載の処理方法。

【請求項 6】

前記第 1 の基板と前記レーザー吸収膜の剥離を、前記レーザー照射周辺領域に生ずる引張応力により発生させる、請求項 2 ~ 5 のいずれか一項に記載の処理方法。

【請求項 7】

除去対象の前記第 1 の基板の周縁部と前記第 1 の基板の中央部の境界に沿って、前記周縁部の分離の基点となる周縁改質層を形成することを含み、

前記第 1 の基板の分離に際しては、前記第 1 の基板の周縁部を前記第 2 の基板から分離する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の処理方法。

【請求項 8】

前記未接合領域の形成に際しては、前記周縁部における前記周縁改質層の形成位置側である径方向内側における前記温度差を、前記周縁部における前記第 1 の基板の端部側である径方向外側における前記温度差と比較して大きくする、請求項 7 に記載の処理方法。

【請求項 9】

前記層情報に基づいて検知された前記第 1 の基板と前記第 2 の基板の剥離が困難である領域における前記温度差を、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板を正常に剥離できる領域における前記温度差と比較して大きくする、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の処理方法。

【請求項 10】

前記レーザー照射直下領域と前記レーザー照射周辺領域との前記温度差を、前記レーザー吸収膜に照射される前記レーザー光の周波数の制御により変更する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の処理方法。

【請求項 11】

前記層情報に基づいて検知された前記第 1 の基板と前記第 2 の基板の剥離が困難である領域における前記周波数を、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板を正常に剥離できる領域における前記周波数と比較して小さくする、請求項 10 に記載の処理方法。

【請求項 12】

前記未接合領域の形成に際しては、前記レーザー吸収膜に対して複数の前記レーザー光が同時に照射され、

同時に照射される複数の前記レーザー光の各々の複数の前記一の集光点の位置を、前記重合基板の径方向又は周方向の少なくともいずれかに対して、少なくとも前記レーザー照射周辺領域の 1 つ分の間隔をあけて設定する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の処理方法。

【請求項 13】

前記未接合領域の形成に際しては、前記レーザー吸収膜に対して複数の前記レーザー光が同時に照射され、

同時に照射される複数の前記レーザー光の各々の複数の前記一の集光点の位置を、前記重合基板の径方向及び周方向の双方に対して間隔を設けて設定する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の処理方法。

【請求項 14】

前記未接合領域の形成に際して、前記レーザー吸収膜に照射される前記レーザー光の形状を、前記重合基板における前記一の集光点の径方向位置に基づいて変更する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の処理方法。

【請求項 15】

前記レーザー光の形状は、前記重合基板の径方向内側に短辺、径方向外側に長辺を有する台形状である、請求項 14 に記載の処理方法。

【請求項 16】

前記レーザー照射直下領域と前記レーザー照射周辺領域との前記温度差を、前記重合基板を保持する基板保持部の内部に配置された冷却機構の制御により変更する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の処理方法。

【請求項 17】

10

20

30

40

50

前記レーザ光照射直下領域と前記レーザ光照射周辺領域との前記温度差を、前記重合基板の上方から冷却用エアを供給することにより変更する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の処理方法。

【請求項 18】

前記レーザ吸収膜に対する前記レーザ光の照射位置を、前記重合基板に供給される前記冷却用エアの供給位置に基づいて決定する、請求項 17 に記載の処理方法。

【請求項 19】

前記層情報は、前記レーザ吸収膜の厚み又は構造の少なくともいずれかの情報を含む、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の処理方法。

【請求項 20】

第 1 の基板と第 2 の基板が接合された重合基板を処理する処理システムであって、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板の界面にはレーザ吸収膜が形成され、前記レーザ吸収膜にパルス状のレーザ光を照射して、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板の接合強度が低下された未接合領域を形成する界面改質装置と、前記第 2 の基板から前記第 1 の基板を分離する分離装置と、制御装置と、を備え、

前記制御装置は、前記界面改質装置において、

パルス状に照射される前記レーザ光の一の集光点を含むレーザ光照射直下領域における第 1 の温度と、前記一の集光点と当該一の集光点の次に前記レーザ光が照射される他の集光点との間に形成されるレーザ光照射周辺領域における第 2 の温度と、の温度差を、前記未接合領域の形成に先立って取得された前記重合基板の層情報、又は、前記重合基板における前記一の集光点の径方向位置の少なくともいずれかに基づいて変更する制御、を実行する、処理システム。

【請求項 21】

前記制御装置は、

前記レーザ吸収膜に前記レーザ光を照射して生じる熱により前記第 1 の基板を膨張させ、当該第 1 の基板の膨張により生じる応力により、前記第 1 の基板と前記レーザ吸収膜の界面において剥離が生じるように、前記界面改質装置における前記レーザ光の照射を制御する、請求項 20 に記載の処理システム。

【請求項 22】

前記制御装置は、

前記レーザ吸収膜に対して複数発の前記レーザ光を照射することで前記応力を蓄積させ、蓄積された当該応力により、前記第 1 の基板と前記レーザ吸収膜に前記剥離を発生させるように、前記界面改質装置における前記レーザ光の照射を制御する、請求項 21 に記載の処理システム。

【請求項 23】

前記制御装置は、

前記第 1 の基板と前記レーザ吸収膜との界面における異なる領域において前記剥離を生じさせ、前記異なる領域で生じた前記剥離を繋げることで、前記第 1 の基板と前記レーザ吸収膜の分離の基点となる分離面を形成するように、前記界面改質装置における前記レーザ光の照射を制御する、請求項 22 に記載の処理システム。

【請求項 24】

前記分離面を基点として、前記第 1 の基板の少なくとも一部を前記重合基板から分離して除去するように、前記分離装置を制御する、請求項 23 に記載の処理システム。

【請求項 25】

除去対象の前記第 1 の基板の周縁部と前記第 1 の基板の中央部の境界に沿って、前記周縁部の分離の基点となる周縁改質層を形成する内部改質装置を備え、

前記制御装置は、前記分離装置において、前記第 1 の基板の周縁部を前記第 2 の基板から分離する制御を実行する、請求項 20 ~ 24 のいずれか一項に記載の処理システム。

【請求項 26】

10

20

30

40

50

前記制御装置は、

前記周縁部における前記周縁改質層の形成位置側である径方向内側における前記温度差を、前記周縁部における前記第 1 の基板の端部側である径方向外側における前記温度差と比較して大きくする、請求項 25 に記載の処理システム。

【請求項 27】

前記制御装置は、

前記層情報に基づいて検知された前記第 1 の基板と前記第 2 の基板の剥離が困難である領域における前記温度差を、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板を正常に剥離できる領域における前記温度差と比較して大きくする制御を実行する、請求項 20 ~ 24 のいずれか一項に記載の処理システム。

10

【請求項 28】

前記レーザ吸収膜に照射される前記レーザ光は周波数を任意に変更可能に構成され、

前記制御装置は、

前記レーザ光照射直下領域と前記レーザ光照射周辺領域との前記温度差を、前記レーザ吸収膜に照射される前記レーザ光の周波数を変更することで制御する、請求項 20 ~ 24 のいずれか一項に記載の処理システム。

【請求項 29】

前記制御装置は、

前記層情報に基づいて検知された前記第 1 の基板と前記第 2 の基板の剥離が困難である領域における前記周波数を、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板を正常に剥離できる領域における前記周波数と比較して小さくする制御を実行する、請求項 28 に記載の処理システム。

20

【請求項 30】

前記界面改質装置は、前記レーザ光を複数に分岐する空間光変調器を備え、

前記制御装置は、

同時に照射される複数の前記レーザ光の各々の複数の前記一の集光点の位置を、前記重合基板の径方向又は周方向の少なくともいずれかに対して、少なくとも前記レーザ光照射周辺領域の 1 つ分の間隔をあけて設定する制御を実行する、請求項 20 ~ 24 のいずれか一項に記載の処理システム。

【請求項 31】

前記界面改質装置は、前記レーザ光を複数に分岐する空間光変調器を備え、

前記制御装置は、

同時に照射される複数の前記レーザ光の各々の複数の前記一の集光点の位置を、前記重合基板の径方向及び周方向の双方に対して間隔を設けて設定する制御を実行する、請求項 20 ~ 24 のいずれか一項に記載の処理システム。

30

【請求項 32】

前記界面改質装置は、前記レーザ光の照射形状を調整する空間光変調器を備え、

前記制御装置は、

前記レーザ吸収膜に照射される前記レーザ光の形状を、前記重合基板における前記一の集光点の径方向位置に基づいて変更する制御を実行する、請求項 20 ~ 24 のいずれか一項に記載の処理システム。

40

【請求項 33】

前記制御装置は、前記レーザ光の形状を、前記重合基板の径方向内側に短辺、径方向外側に長辺を有する台形形状に調整する、請求項 32 に記載の処理システム。

【請求項 34】

前記界面改質装置は、

前記重合基板を保持する基板支持部と、

前記基板支持部の内部に配置される冷却機構と、を備え、

前記制御装置は、

前記レーザ光照射直下領域と前記レーザ光照射周辺領域との前記温度差を、前記冷却機構

50

により前記重合基板を冷却することで制御する、請求項 20 ~ 24 のいずれか一項に記載の処理システム。

【請求項 35】

前記界面改質装置は、

前記重合基板を保持する基板支持部と、

前記基板支持部の上方に設けられるエアノズルと、を備え、

前記制御装置は、

前記レーザ光照射直下領域と前記レーザ光照射周辺領域との前記温度差を、前記エアノズルから前記重合基板に対して冷却用エアを供給して前記重合基板を冷却することで制御する、請求項 20 ~ 24 のいずれか一項に記載の処理システム。

10

【請求項 36】

前記エアノズルは、前記レーザ光を照射するレーザ照射部と一体に構成される、請求項 35 に記載の処理システム。

【請求項 37】

前記層情報は、前記レーザ吸収膜の厚み又は構造の少なくともいずれかの情報を含む、請求項 20 ~ 24 のいずれか一項に記載の処理システム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

20

【補正の内容】

【0051】

界面改質装置 50 においては、レーザ照射システム 110 から第 1 のウェハ W に形成されたレーザ吸収膜 Fw に対して界面用レーザ光 L2 を照射する。照射された界面用レーザ光 L2 はレーザ吸収膜 Fw により吸収される。この時、レーザ吸収膜 Fw は界面用レーザ光 L2 の吸収によりエネルギーを蓄積することで温度が上昇して膨張する。この結果、レーザ吸収膜 Fw の膨張により第 1 のウェハ W とレーザ吸収膜 Fw の界面にせん断応力が生じ、これにより、第 1 のウェハ W と第 2 のウェハ S の間における接合力の弱い界面（本実施形態ではレーザ吸収膜 Fw と接合用膜 Fs の界面）に剥離が生じる。すなわち、界面用レーザ光 L2 の照射位置において、第 1 のウェハ W と第 2 のウェハ S の剥離により接合力が低下した未接合領域 Ae が形成される。

30

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0062

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0062】

なお、未接合領域 Ae の形成により第 1 のウェハ W と第 2 のウェハ S を適切に剥離するという観点からは、界面用レーザ光 L2 の物理的な照射間隔である照射ピッチ Q は、予め決定された一定の値で制御されることが望ましい。換言すれば、上述した層情報に基づいて取得された剥離が困難である部分と、その他の正常に剥離を実行できる部分と、において照射ピッチ Q が一定に制御されることが望ましい。

40

かかる点に鑑みて、界面用レーザ光 L2 の照射ピッチ Q を略一定に制御するため、当該界面用レーザ光 L2 の周波数に応じて重合ウェハ T の回転速度（周方向の照射ピッチ Q に対応）及び水平方向の移動速度（径方向の照射ピッチ Q に対応）が適宜変更されることが望ましい。より具体的には、界面用レーザ光 L2 の周波数を低下させた際には、重合ウェハ T の回転速度及び移動速度を同時に低下させ、界面用レーザ光 L2 の照射ピッチ Q が一定となるように制御を行うことが望ましい。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

50

【補正対象項目名】 0 0 8 2

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 8 2 】

かかる場合、未接合領域 A e の形成精度がエッジトリムの加工品質に影響を及ぼす周縁部 W e の径方向内側での温度差 T を大きくすることで、第 1 のウェハ W と第 2 のウェハ S とを適切に剥離し、エッジトリムの加工精度や加工品質を向上できる。またこれと共に、加工品質への影響が小さい周縁部 W e の径方向外側（第 1 のウェハ W の外縁側）に照射される界面用レーザー光 L 2 の周波数を高周波数（通常の剥離条件）に設定することで、未接合領域 A e の形成に係るスループットを向上できる。

10

【手続補正 5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 9 4

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 9 4 】

そして界面改質装置 5 0 では、平面視におけるレーザー吸収膜 P の全面に対して界面用レーザー光 L 2 を照射する。換言すれば、図 1 7 に示すように、レーザー吸収膜 P の全面に対して、界面用レーザー光 L 2 を間隔をあけて複数回照射する。

この時、第 1 のウェハ W は界面用レーザー光 L 2 の照射毎に局所的に膨張、すなわち、平面視における異なる部分に複数の照射領域 R が間隔をあけて形成される。

20

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 9 7

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 9 7 】

そして、照射領域 R の端部 R e における剥離応力 σ_2 の蓄積総量（相乗量）が、当該端部 R e における単位面積当たりの第 1 のウェハ W とレーザー吸収膜 P の密着力 F_c を超えたとき（ $n \times \sigma_2 > F_c$ （ただし、 n は自然数で界面用レーザー光 L 2 の照射数））、図 1 8 に示すように照射領域 R の端部 R e において第 1 のウェハ W とレーザー吸収膜 P との界面で剥離が生じ、この結果、レーザー吸収膜 P と第 1 のウェハ W の接合強度が低下する（図 1 4 のステップ S t 6）。

30

なお、レーザー吸収膜 P の内部に蓄積されていた応力（圧縮応力 σ_1 及び剥離応力 σ_2 ）は、この第 1 のウェハ W とレーザー吸収膜 P の剥離により解放される。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 1 0 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 1 0 0 】

この時、界面改質装置 5 0 における界面用レーザー光 L 2 照射後の重合ウェハ T においては、第 1 のウェハ W の全面においてレーザー吸収膜 P との剥離が生じていること、換言すれば、照射領域 R の端部 R e で剥離が生じた後、剥離応力 σ_2 により照射直下の領域を含む照射領域 R の中央部でも、第 1 のウェハ W とレーザー吸収膜 P が剥離されていることが理想である。しかしながら、図 1 8 に示したように、照射領域 R の中央部（界面用レーザー光 L 2 の照射直下の領域）においては、照射領域 R の端部 R e で剥離が生じた後においても、第 1 のウェハ W とレーザー吸収膜 P が繋がったままの状態（剥離されていない状態）が維持されることがある。このため、本開示の技術に係るウェハ処理システム 1 においては、界面用レーザー光 L 2 照射後の重合ウェハ T において、第 1 のウェハ W を重合ウェハ T（レ

40

50

ザ吸収膜 P) から確実に分離するため、図示しない分離装置を配置し、当該分離装置において第 1 のウェハ W を重合ウェハ T から分離する工程を設けることが好ましい。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0102

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0102】

かかる点に鑑みて、レーザ吸収膜 P に対する界面用レーザ光 L 2 の照射中、及び重合ウェハ T の搬送中に第 1 のウェハ W が飛散、落下してしまうことを抑制するため、界面改質装置 50 では、第 1 のウェハ W とレーザ吸収膜 P の界面の少なくとも一部が繋がったままの状態（剥離されていない状態）を維持するように、界面用レーザ光 L 2 の照射条件（照射位置や出力等）を制御することが好ましい。

10

これにより、界面用レーザ光 L 2 の照射中や分離位置への搬送中等において第 1 のウェハ W がレーザ吸収膜 P から完全に分離され、第 2 のウェハ S から飛散、落下してしまうことが抑制される。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0104

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0104】

また、上記実施形態においては、レーザ光を吸収するためのレーザ吸収膜 P が第 1 のウェハ W とデバイス層 D w の間に形成されている場合において、第 1 のウェハ W の全部を第 2 のウェハ S から除去する場合を例に説明を行ったが、第 1 のウェハ W の一部を第 2 のウェハ S から除去してもよい。

20

具体的には、例えば図 4 に示したように、第 1 のウェハ W の一部としての周縁部 W e を第 2 のウェハ S から除去、すなわち、いわゆるエッジトリム処理を行ってもよい。

30

40

50