(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7278239号
(P7278239)

(45)発行日　令和5年5月19日(2023.5.19)

(24)登録日　令和5年5月11日(2023.5.11)

(51)国際特許分類		FI		
H01L 21/301 (2006.01)		H01L	21/78	Q
H01L 21/304 (2006.01)		H01L	21/78	B
		H01L	21/304	611

請求項の数　12　外国語出願　（全23頁）

(21)出願番号　特願2020-94559(P2020-94559)
(22)出願日　令和2年5月29日(2020.5.29)
(65)公開番号　特開2020-198431(P2020-198431A)
(43)公開日　令和2年12月10日(2020.12.10)
審査請求日　令和2年7月27日(2020.7.27)
審判番号　不服2022-7329(P2022-7329/J1)
審判請求日　令和4年5月16日(2022.5.16)
(31)優先権主張番号　10 2019 207 990.3
(32)優先日　令和1年5月31日(2019.5.31)
(33)優先権主張国・地域又は機関
ドイツ(DE)

(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　100120031
弁理士　宮嶋 学
(74)代理人　100107582
弁理士　関根 毅
(74)代理人　100118843
弁理士　赤岡 明
(74)代理人　100120385
弁理士　鈴木 健之
(72)発明者　星野 仁志
ドイツ連邦共和国キルヒハイム、バイ、ミュンヘン、リービッヒシュトラーセ、８、ケアオブ、ディスコ、ハイーテク、
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ワークを処理する方法およびワークを処理するシステム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

第１の面（４，１０４）と、前記第１の面（４，１０４）に対向する第２の面（６，１０６）と、前記第１の面（４，１０４）と前記第２の面（６，１０６）との間に延在する第３の面（８，１０８）とを有するワーク（２，１０２）を処理する方法であって、前記方法が、

前記ワーク（２，１０２）の内側に改質領域（１６）を形成して開口部（１８）を前記ワーク（２，１０２）内に作成するステップであって、前記開口部（１８）を、前記改質領域（１６）から前記第１の面（４，１０４）、前記第２の面（６，１０６）および前記第３の面（８，１０８）のうちの少なくとも１つにまで延在させ、前記改質領域（１６）を、前記ワーク（２，１０２）の完全に内側に配置されるように形成するステップと、

前記ワーク（２，１０２）の内側に前記改質領域（１６）を形成した後に、液体媒体（２０，１２０）を少なくともいくつかの前記開口部（１８）に導入するステップと、

前記液体媒体（２０，１２０）を少なくともいくつかの前記開口部（１８）に導入した後に、外部刺激を前記液体媒体（２０，１２０）に加えて前記液体媒体（２０，１２０）の体積を増加させるステップと

を含む、方法。

【請求項２】

前記改質領域（１６）を前記ワーク（２，１０２）の内側に形成するステップが、レーザ光（ＬＢ）を前記ワーク（２，１０２）に照射するステップを含むか、または前記レー

ザ光（ＬＢ）を前記ワーク（２，１０２）に照射する前記ステップで構成される、請求項１に記載の方法。

【請求項３】

前記ワーク（２，１０２）が前記レーザ光（ＬＢ）に対して透過性のある材料で作られ、前記レーザ光（ＬＢ）の焦点が前記ワーク（２，１０２）の内側に位置する状態、または、前記レーザ光（ＬＢ）の前記焦点が第１の面（４，１０４）上、第２の面（６，１０６）上または第３の面（８，１０８）上に位置する状態で、前記レーザ光（ＬＢ）が前記ワーク（２，１０２）に照射される、請求項２に記載の方法。

【請求項４】

前記外部刺激を液体媒体（２０，１２０）に加えるステップが、前記液体媒体（２０，１２０）を加熱するかもしくは冷却するステップを含むか、または前記液体媒体（２０，１２０）を加熱するかもしくは冷却する前記ステップで構成される、請求項１から３のいずれか一項に記載の方法。

【請求項５】

前記外部刺激を前記液体媒体（２０，１２０）に加えるステップが、電界および／または磁界を前記液体媒体（２０，１２０）に印加するステップを含むか、または前記電界および／または前記磁界を前記液体媒体（２０，１２０）に印加する前記ステップで構成される、請求項１から４のいずれか一項に記載の方法。

【請求項６】

前記外部刺激を前記液体媒体（２０，１２０）に加えるステップが、前記液体媒体（２０，１２０）の相転移を誘発して、前記液体媒体（２０，１２０）の体積を増加させる、請求項１から５のいずれか一項に記載の方法。

【請求項７】

前記開口部（１８）が前記ワーク内のクラックである、請求項１～６のいずれか一項に記載の方法。

【請求項８】

前記液体媒体（２０，１２０）または前記液体媒体（２０，１２０）の蒸気を、前記開口部（１８）が延在する前記第１の面（４，１０４）、前記第２の面（６，１０６）および前記第３の面（８，１０８）のうちの少なくとも１つに加えることによって、前記液体媒体（２０，１２０）が少なくともいくつかの前記開口部（１８）に導入され、これにより、前記液体媒体（２０，１２０）の少なくとも一部が、前記開口部（１８）に少なくとも部分的に入る、請求項１から７のいずれか一項に記載の方法。

【請求項９】

前記液体媒体（２０，１２０）が水である、請求項１～８のいずれか一項に記載の方法。

【請求項１０】

前記液体媒体（２０，１２０）が界面活性剤を含有する、請求項１～９のいずれか一項に記載の方法。

【請求項１１】

前記改質領域（１６）が、非晶質領域またはクラックが形成された領域を含むか、または前記非晶質領域または前記クラックが形成された前記領域で構成される、請求項１から１０のいずれか一項に記載の方法。

【請求項１２】

第１の面（４，１０４）と、前記第１の面（４，１０４）に対向する第２の面（６，１０６）と、前記第１の面（４，１０４）と前記第２の面（６，１０６）との間に延在する第３の面（８，１０８）とを有するワーク（２，１０２）を処理するシステムであって、前記システムが、

前記ワーク（２，１０２）の内側に改質領域（１６）を形成して開口部（１８）を前記ワーク（２，１０２）内に作成するように構成された改質領域形成手段であって、前記開口部（１８）を、前記改質領域（１６）から前記第１の面（４，１０４）、前記第２の面（６，１０６）および前記第３の面（８，１０８）のうちの少なくとも１つにまで延在さ

せ、前記改質領域（１６）を、前記ワーク（２，１０２）の完全に内側に配置されるように形成する改質領域形成手段と、
液体媒体（２０，１２０）を少なくともいくつかの開口部（１８）に導入するように構成された液体媒体供給手段と、
外部刺激を少なくともいくつかの前記開口部（１８）に導入された前記液体媒体（２０，１２０）に加えて、前記液体媒体（２０，１２０）の体積を増加させるように構成された外部刺激付与手段と
を含む、システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、第１の面と、第１の面に対向する第２の面と、第１の面と第２の面との間に延在する第３の面とを有するウエハ、基板またはインゴットなどのワークを処理する方法に関する。さらに、本発明は、この方法を行うシステムに関する。
【背景技術】
【０００２】
半導体ウエハが例として挙げられるウエハなどの基板上には、集積回路（ＩＣ）、大規模集積回路（ＬＳＩ）、発光ダイオード（ＬＥＤ）などの素子が、基板の表面に素子層を設けることによって形成される。基板は、例えば炭化ケイ素（ＳｉＣ）、窒化ガリウム（ＧａＮ）、ガリウムヒ素（ＧａＡｓ）、シリコン（Ｓｉ）などで作られたウエハであってもよい。素子は、例えば半導体素子、光学素子または電気部品であってもよい。
【０００３】
例えば光学素子の製造工程では、例えばｎ型窒化物半導体層およびｐ型窒化物半導体層で構成される光学素子層が、炭化ケイ素基板、窒化ガリウム基板またはサファイア基板などの単結晶基板の表面に形成される。光学素子層は、発光ダイオードおよびレーザダイオードなどの光学素子がそれぞれ形成される別個の領域を画定するように、交差する分割線（「ストリート」とも呼ばれる）によって区画される。単結晶基板の表側に光学素子層を設けることによって、光学素子ウエハが形成される。光学素子ウエハは、光学素子が形成される別個の領域を分割するように分割線に沿って例えば切断されるなどして分離され、それによって個々の光学素子がチップもしくはダイとして得られる。
【０００４】
従来、このような光学素子ウエハまたは他の種類のウエハは、例えば機械的ブレードダイシング、アブレーションレーザダイシング、ステルスレーザダイシングまたはプラズマダイシングによって、個々のチップもしくはダイに分割される。
【０００５】
ステルスレーザダイシング、つまりレーザ光を照射することで改質領域をウエハ内に形成することにより、分割線の幅を低減することが可能になり、これにより、ウエハから得ることができるチップもしくはダイの数が増加する。しかし、既知の方法では、ダイシング工程において、いくつかのチップもしくはダイが互いに少なくとも完全に分離されない場合があるという問題がある。この問題は、大きさが小さいチップもしくはダイの場合に特に顕著である。チップもしくはダイの完全な分離を確実にするために追加の破断具を使用した場合、ウエハが受ける機械的応力は増大し、結果としてチップもしくはダイが損傷する可能性がある。
【０００６】
素子層が上に形成されるウエハなどの基板は、通常、インゴットなどのワークを切断することによって得られる。ワークを切断するとき、ウエハなどの基板を切断する場合について上記で特定されたものと同様の問題が発生する場合がある。特に、基板がワークの残りの部分から適切に分離されない、および／または切断工程において損傷を受ける可能性があるという危険性がある。
【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
したがって、ウエハ、基板またはインゴットなどのワークを処理する方法であって、ワークを効率的で確実な態様で処理することを可能にする方法、およびこのような方法を行うシステムが依然として必要とされている。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
したがって、本発明の目的は、ウエハ、基板またはインゴットなどのワークを処理する方法であって、ワークを効率的で確実な態様で処理することを可能にする方法を提供することである。さらに、本発明は、この方法を行うワーク処理システムを提供することを目的とする。これらの目標は、請求項１の技術的特徴を含むワーク処理方法と、請求項１２の技術的特徴を含むワーク処理システムとによって達成される。本発明の好ましい実施形態は、従属請求項に従う。
【０００９】
本発明は、第１の面と、第１の面に対向する第２の面と、第１の面と第２の面との間に延在する第３の面とを有するワークを処理する方法を提供する。この方法は、ワークの内側に改質領域を形成して開口部をワーク内に作成することを含む。開口部は、第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つにまで延在する。この方法は、ワークの内側に改質領域を形成した後に、液体媒体を少なくともいくつかの開口部に導入することと、液体媒体を少なくともいくつかの開口部に導入した後に、外部刺激を液体媒体に加えて、媒体の体積を増加させることとをさらに含む。
【００１０】
本発明の方法では、改質領域がワークの内側もしくは内部に形成される。改質領域は、例えば、レーザ光を使用することによって放射線などの外部刺激を加えることで改質されたワークの領域である。改質領域は、ワーク材料の構造が改質されたワークの領域であってもよい。改質領域は、ワークが損傷したワークの領域であってもよい。
【００１１】
改質領域は、ワークの完全に内側もしくは内部に配置されるように、すなわち、第１の面、第２の面および第３の面のうちのいずれか１つにまで延在しないように形成されてもよい。改質領域は、少なくともいくつかまたは全ての改質領域が、第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つにまで延在するように形成されてもよい。
【００１２】
開口部は、改質領域から、第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つにまで延在してもよい。
【００１３】
本発明の方法は、ワークの内側に改質領域を形成して開口部をワーク内に作成することを含む。開口部は、第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つにまで延在しており、すなわち、開口部は、第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つに開口している。したがって、液体媒体は、ワークの外側から開口部に入ることができる。
【００１４】
ワークの内側に改質領域を形成した後、液体媒体は少なくともいくつかまたは全ての開口部に導入される。液体媒体を少なくともいくつかまたは全ての開口部に導入した後、外部刺激が液体媒体に加えられて媒体の体積が増加する。外部刺激は、少なくともいくつかまたは全ての開口部に導入された液体媒体に加えられて、開口部内の媒体の体積が増加する。
【００１５】
開口部に受け入れられる媒体の体積を増加させることにより、開口部が延在する１つまたは複数の表面に沿った開口部の大きさもしくは拡張が増加する。したがって、開口部が存在する領域におけるワークの強度は著しく低下する。したがって、これらの領域は、効

率的な分離もしくは分割の開始点もしくは開始領域として機能することができ、ワークの分割工程を著しく容易にする。外部刺激を加えることによる媒体の体積の増加は、ワークの完全な分割または分離を引き起こしかねない。

【００１６】

したがって、結果として得られるチップもしくはダイなどのワークの分離部品を損傷させることなく、ワークが完全に分割されることを確実に保証することができる。

【００１７】

したがって本発明は、ワークを処理する方法であって、ワークを効率的で確実な態様で処理することを可能にする方法を提供する。

【００１８】

外部刺激を液体媒体に加えて、媒体の比体積を増加させてもよい。

【００１９】

ワークは、例えばウエハ、基板またはインゴットであってもよい。

【００２０】

本発明の方法を、例えば、ワークとしてのウエハもしくは基板を、チップもしくはダイなどの複数の別個の構成要素に分割するために使用してもよい。

【００２１】

本発明の方法を、例えば、インゴットもしくはより厚い基板、すなわち、得られる基板もしくはウエハよりも厚い基板などの、基板もしくはウエハをワークから得るために使用してもよい。

【００２２】

インゴットもしくはより厚い基板などのワークの厚さは、１ｍｍ以上または２ｍｍ以上であってもよい。ワークの厚さは、ワークの第１の面から第２の面に向かう方向において決定される。

【００２３】

ワークの第１の面および第２の面は、互いに略平行であってもよい。ワークの第３の面は、ワークの第１の面および／または第２の面に対して略垂直であってもよい。

【００２４】

ワークは、例えば、半導体、ガラス、サファイア（Al_2O_3）、アルミナセラミックなどのセラミック、石英、ジルコニア、ＰＺＴ（チタン酸ジルコン酸鉛）、ポリカーボネート、光学結晶材料などで作られてもよい。

【００２５】

特に、ワークは、例えば炭化ケイ素（ＳｉＣ）、シリコン（Ｓｉ）、ガリウムヒ素（ＧａＡｓ）、窒化ガリウム（ＧａＮ）、リン化ガリウム（ＧａＰ）、ヒ化インジウム（ＩｎＡｓ）、リン化インジウム（ＩｎＰ）、窒化ケイ素（ＳｉＮ）、タンタル酸リチウム（ＬＴ）、ニオブ酸リチウム（ＬＮ）、窒化アルミニウム（ＡｌＮ）、酸化ケイ素（SiO_2）などで作られてもよい。

【００２６】

ワークは、単結晶ワーク、ガラス製ワーク、例えばＳｉＣ、ＧａＡｓもしくはＧａＮ製のワークが例として挙げられる化合物半導体ワークなどの化合物ワーク、またはセラミックワークなどの多結晶ワークであってもよい。

【００２７】

ワークはウエハであってもよい。例えばワークは、接合ウエハ、すなわち２つ以上のウエハ材料が一体に接合されたウエハであってもよい。接合ウエハのウエハ材料は、同一のウエハ材料であってもよいし、異なるウエハ材料であってもよい。接合ウエハのウエハ材料は、上述の材料から選択されてもよい。

【００２８】

少なくとも１つの分割線または複数の分割線は、例えばワークの第１の面上に形成されてもよい。

【００２９】

改質領域は、少なくとも１つの分割線または複数の分割線に沿った複数の位置でワークの内側に形成されてもよい。

【００３０】

複数の素子を含む素子領域は、例えばワークの第１の面上に形成されてもよい。素子は、少なくとも１つの分割線によって、または複数の分割線によって区画されてもよい。素子領域は、半導体素子、光学素子、電気部品などの素子を含んでもよい。素子は、例えばＭＯＳＦＥＴまたは絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（ＩＧＢＴ）などのトランジスタ、または、例えばショットキーバリアダイオードなどのダイオードを含むか、またはそれらであってもよい。

【００３１】

改質領域をワークの内側に形成することは、レーザ光をワークに照射することを含むか、またはそれで構成されてもよい。このようにして、改質領域を特に効率的な態様で形成することができる。

【００３２】

改質領域は、レーザ光の照射によって改質されたワークの領域であってもよい。例えば改質領域は、ワーク材料の構造がレーザ光の照射によって改質されたワークの領域であってもよい。改質領域は、ワークがレーザ光の照射によって損傷したワークの領域であってもよい。

【００３３】

レーザ光は、パルスレーザ光であってもよい。パルスレーザ光は、例えば１ｆｓ～１００ｎｓの範囲のパルス幅を有してもよい。

【００３４】

レーザ光は、ワークの第１の面の側からワークに照射されてもよい。レーザ光は、ワークの第２の面の側からワークに照射されてもよい。レーザ光は、ワークの第３の面の側からワークに照射されてもよい。

【００３５】

レーザ光は、少なくとも１つの分割線または複数の分割線に沿った少なくとも複数の位置でワークに照射されてもよい。

【００３６】

ワークは、レーザ光に対して透過性のある材料で作られていてもよい。したがって、レーザ光は、レーザ光がワークを透過することができる波長を有してもよい。レーザ光は、レーザ光の焦点がワークの内側または内部に位置する状態でワークに照射されてもよい。あるいは、レーザ光の焦点がワークの第１の面もしくは第１の面の上、第２の面もしくは第２の面の上、または第３の面もしくは第３の面の上に位置する状態で、レーザ光はワークに照射されてもよい。

【００３７】

あるいは、レーザ光は、レーザ光の焦点がワークの外側に位置する状態でワークに照射されてもよい。

【００３８】

レーザ光をワークに照射して、複数の孔領域をワーク内に形成してもよい。各孔領域は、第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つに延在している、すなわち開口している改質領域および改質領域内の開口部から構成されてもよい。改質領域は、開口部を取り囲んでもよい。

【００３９】

外部刺激を液体媒体に加えることは、液体媒体を加熱するかもしくは冷却することを含むか、またはそれで構成されてもよい。このようにして、外部刺激を簡単かつ効率的な態様で加えることができる。

【００４０】

例えば液体媒体を加熱して、液体媒体の体積、特に比体積を増加させてもよい。

【００４１】

外部刺激を液体媒体に加えることは、電界および／または磁界を液体媒体に印加することを含むか、またはそれで構成されてもよい。外部刺激を液体媒体に加えることは、電気的影響および／または磁気的影響を液体媒体に与えることを含むか、またはそれで構成されてもよい。例えば液体媒体が液晶を含むか、またはそれで構成される場合に、この手法を採用してもよい。

【００４２】

電界および／または磁界を液体媒体に印加して、液体媒体の体積、特に比体積を増加させてもよい。

【００４３】

外部刺激を液体媒体に加えることにより、液体媒体の相転移を誘発して、媒体の体積を増加させてもよい。外部刺激を液体媒体に加えて、液体媒体の相転移を誘発してもよい。液体媒体の相転移は、液相から固相への転移、または液相から蒸気相もしくは気相への転移であってもよい。

【００４４】

液体媒体の相転移を誘発するように外部刺激を液体媒体に加えることにより、媒体の体積を特に効率的な態様で増加させることが可能になる。

【００４５】

液体媒体を冷却して、媒体の液相から固相への相転移を誘発してもよい。例えば、媒体を冷却することによって液体媒体を凍結してもよい。例えば液体媒体が脱イオン水などの水を含むか、またはそれで構成される場合に、この手法を採用してもよい。

【００４６】

液体媒体を加熱して、媒体の液相から気相もしくは蒸気相への相転移を誘発してもよい。例えば、媒体を加熱することによって液体媒体を蒸発させてもよい。例えば液体媒体が、イソプロパノール、または液体二酸化炭素（CO_2）もしくは液体窒素（N_2）などの液体ガスを含むか、またはそれらで構成される場合に、この手法を採用してもよい。

【００４７】

ワークに作成された開口部は、ワーク内のクラックである場合がある。クラックは、ワークの内側に形成された改質領域に起因する場合がある。クラックは、改質領域から、第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つにまで延在してもよい。

【００４８】

例えば改質領域は、ワーク材料の構造が改質されたおよび／またはワークが損傷したワークの領域であってもよい。構造の改質および／または損傷は、第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つにまで延在するクラックの形成を引き起こす場合がある。

【００４９】

クラックに受け入れられる媒体の体積を増加させることにより、クラックが延在する１つまたは複数の表面に沿ったクラックの大きさもしくは拡張が増加し、クラックが１つまたは複数の表面に沿って伝播する原因となる。したがって、クラックが存在する領域におけるワークの強度を、特に効率的な態様で低下させることができる。

【００５０】

液体媒体または液体媒体の蒸気を、開口部が延在する第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つに加えることによって、液体媒体が少なくともいくつかまたは全ての開口部に導入されてもよく、これにより、液体媒体の少なくとも一部が、開口部に少なくとも部分的にまたは完全に入る。液体媒体の蒸気が第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つに加えられる場合、蒸気は、蒸気が加えられる表面上および／または開口部内で凝縮することがある。

【００５１】

例えば液体媒体は、開口部が延在する第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つに噴霧されるかまたは注がれてもよい。

【００５２】

ワークは、液体媒体中に完全にまたは部分的に浸漬されてもよい。例えば、液体媒体はタンクなどの容器に受け入れられてもよく、ワークは容器内に置かれてもよい。あるいは、壁などの液体バリアをワークの周囲に設けてもよく、液体バリアによって囲まれた空間は、少なくとも部分的にまたは完全に液体媒体で満たされてもよい。

【００５３】

ワークに塗布された液体媒体は、毛細管力によって開口部に引き込まれることがある。

【００５４】

液体媒体は液晶を含んでもよく、またはそれで構成されてもよい。液体媒体は、イソプロパノール、または液体二酸化炭素（CO_2）もしくは液体窒素（N_2）などの液体ガスを含むか、またはそれらで構成されてもよい。

【００５５】

液体媒体は、例えば純水または脱イオン水などの水を含むか、またはそれで構成されてもよい。特に好ましくは、液体媒体は水である。この場合、本発明の方法を特に簡単かつ効率的な態様で行うことができる。

【００５６】

開口部が延在する第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つは、液体媒体を含む１つまたは複数の表面の湿潤性を高めるように処理されてもよく、例えば前処理されてもよい。

【００５７】

代替的に、または追加的に、液体媒体の組成もしくは材料は、液体媒体を含む１つまたは複数の表面の高湿潤性を達成するように選択されてもよい。このようにして、液体媒体が１つまたは複数の表面上に効率的に広がって、開口部に確実に入ることを保証することができる。

【００５８】

液体媒体は純正液体であってもよく、例えば脱イオン水などの水であってもよい。

【００５９】

液体媒体は、複数の、例えば２つ以上の成分を含有するか、またはそれで構成されてもよい。

【００６０】

液体媒体は界面活性剤を含有してもよい。例えば液体媒体は、水および界面活性剤を含有するか、またはそれらで構成されてもよい。

【００６１】

界面活性剤を含有する液体媒体を選択することにより、液体媒体を含むワークの１つまたは複数の表面の特に高い湿潤性を達成することができ、したがって、液体媒体が開口部に効率的かつ確実に導入されることが保証される。界面活性剤を含有する液体媒体を使用することは、例えばワークがＳｉＣで作られている場合、特に有益となり得る。

【００６２】

改質領域は、非晶質領域もしくはクラックが形成された領域を含むか、またはその領域であってもよい。

【００６３】

改質領域は、例えば空洞などの空間をワーク材料の内側にそれぞれ含んでもよく、この空間は、非晶質領域もしくはクラックが形成される領域によって取り囲まれている。

【００６４】

改質領域は、それぞれ、ワーク材料の内側の例えば空洞などの空間と、この空間を取り囲む非晶質領域もしくはクラックが形成される領域とで構成されてもよい。

【００６５】

改質領域が、クラックが形成された領域を含むかまたはその領域である場合、すなわち、クラックが形成されている場合、クラックは微小クラックであってもよい。クラックは、μｍの範囲の例えば長さおよび／または幅などの寸法を有してもよい。例えば、クラックは、０．１μｍ～５０μｍの範囲の幅および／または１０μｍ～２０００μｍの範囲の

長さを有してもよい。

【００６６】

改質領域は、直径が０．１μｍ～３０μｍ、好ましくは２μｍ～２０μｍ、より好ましくは３μｍ～１０μｍの範囲であってもよい。

【００６７】

本発明の方法は、ワークを分割するかまたは分離することをさらに含んでもよい。外部刺激を液体媒体に加えた後に、ワークを分割するかまたは分離するステップを行って媒体の体積を増加させてもよい。例えばワークは、複数のチップもしくはダイに分割されるウエハもしくは基板であってよい。あるいは、ワークは、例えば基板もしくはウエハが分離されるインゴットであってもよい。

【００６８】

ワークを分割するかまたは分離すること、特に、ワークを完全に分割するかまたは分離することは、ワークに外力を加えることを含むか、またはそれで構成されてもよい。例えば、ワークを拡張テープに取り付け、かつ拡張テープを径方向に拡張することによって、外力をワークに加えてもよい。

【００６９】

開口部に受け入れられる媒体の体積を増加させることにより、開口部が延在する１つまたは複数の表面に沿った開口部の大きさもしくは拡張が増加し、したがって、開口部が存在する領域におけるワークの強度が著しく低下する。したがって、これらの領域は、効率的な分離もしくは分割の開始点もしくは開始領域として機能し、ワークの分割工程を著しく容易にする。特に、例えば拡張テープを使用して外力がワークに加えられた場合、ワークはこれらの領域に沿って確実に分割される。

【００７０】

上述したように、外部刺激を加えることによる媒体の体積の増加は、ワークの完全な分割または分離を引き起こす可能性がある。この場合、ワークを分割するかまたは分離する追加のステップは必要ではない。それにもかかわらず、ワークは拡張テープに取り付けられる場合がある。媒体の体積を増加させた後、チップもしくはダイなどのワークの分離された構成要素間の距離を増大させるために、拡張テープを径方向に拡張してもよい。このようにして、意図しない相互の接触または摩擦によるこれらの構成要素の任意の損傷を確実に防止することができる。

【００７１】

本発明は、第１の面と、第１の面に対向する第２の面と、第１の面と第２の面との間に延在する第３の面とを有するワークを処理するシステムをさらに提供する。このシステムは、ワークの内側に改質領域を形成して開口部をワーク内に作成するように構成された改質領域形成手段を含み、開口部は、第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つにまで延在する。このシステムは、液体媒体を少なくともいくつかの開口部に導入するように構成された液体媒体供給手段と、外部刺激を少なくともいくつかの開口部に導入された液体媒体に加えて、媒体の体積を増加させるように構成された外部刺激付与手段とをさらに含む。

【００７２】

本発明のワーク処理システムは、本発明のワーク処理方法を行うように構成されたシステムである。したがって、ワーク処理システムは、ワーク処理方法について上記で既に詳述した技術的な効果および利点を提供する。

【００７３】

本発明のワーク処理方法について上述した特徴は、本発明のワーク処理システムにも適用される。

【００７４】

ワーク、改質領域、開口部、液体媒体および外部刺激は、上述と同じであってもよい。

【００７５】

ワーク処理システムは、システムの構成要素を制御する制御部を含んでもよい。制御部

は、複数の制御ユニット、例えばシステムの異なる構成要素を制御する制御ユニットを含んでもよい。

【００７６】

制御部は、ワーク処理システムを制御して本発明のワーク処理方法を行うように構成されてもよい。

【００７７】

制御部は、改質領域形成手段を制御して、ワークの内側に改質領域を形成し、かつ開口部をワーク内に作成するように構成されてもよく、開口部は、第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つにまで延在する。制御部は、ワークの内側に改質領域を形成した後に、液体媒体供給手段を制御して、液体媒体を少なくともいくつかの開口部に導入するように構成されてもよい。制御部は、外部刺激付与手段を制御して、外部刺激を少なくともいくつかの開口部に導入された液体媒体に加え、かつ媒体の体積を増加させるように構成されてもよい。

【００７８】

改質領域形成手段は、レーザ光をワークに照射するように構成されたレーザ光照射手段を含むか、またはそれで構成されてもよい。改質領域をワークの内側に形成することは、レーザ光をワークに照射することを含むか、またはそれで構成されてもよい。

【００７９】

レーザ光照射手段によってワークに照射されるレーザ光は、レーザ光がワークを透過することができる波長を有してもよい。レーザ光照射手段は、レーザ光を、レーザ光の焦点がワークの内側または内部に位置する状態でワークに照射するように構成されてもよい。

【００８０】

レーザ光照射手段は、レーザ光の焦点がワークの第１の面または第１の面上、第２の面または第２の面上、あるいは第３の面または第３の面上に位置する状態で、レーザ光はワークに照射するように構成されてもよい。レーザ光照射手段は、レーザ光を、レーザ光の焦点がワークの外側に位置する状態でワークに照射するように構成されてもよい。

【００８１】

レーザ光照射手段は、パルスレーザ光をワークに照射するように構成されてもよい。パルスレーザ光は、例えば１ｆｓ～１０００ｎｓの範囲のパルス幅を有してもよい。

【００８２】

レーザ光照射手段は、ワークの第１の面の側からレーザ光をワークに照射するように構成されてもよい。レーザ光照射手段は、ワークの第２の面の側からレーザ光をワークに照射するように構成されてもよい。レーザ光照射手段は、ワークの第３の面の側からレーザ光をワークに照射するように構成されてもよい。

【００８３】

レーザ光照射手段は、レーザ光を、ワークの第１の面上に形成された少なくとも１つの分割線または複数の分割線に沿った少なくとも複数の位置でワークに照射するように構成されてもよい。

【００８４】

液体媒体供給手段は、液体媒体または液体媒体の蒸気を、開口部が延在する第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つに加えるように構成されてもよい。液体媒体供給手段は、液体媒体または液体媒体の蒸気を、開口部が延在する第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つに加えることによって、少なくともいくつかの開口部に液体媒体を導入するように構成されてもよい。

【００８５】

例えば、液体媒体供給手段は、液体媒体を、開口部が延在する第１の面、第２の面および第３の面のうちの少なくとも１つに噴霧するかまたは注ぐように構成されてもよい。

【００８６】

液体媒体供給手段は、ワークを液体媒体中に完全にまたは部分的に浸漬させるように構成されてもよい。

【００８７】
例えば液体媒体供給手段は、液体媒体が受け入れられるタンクなどの容器を含むか、またはそれで構成されてもよい。液体媒体供給手段は、ワークを容器内に置くように構成されてもよい。液体媒体供給手段は、ワークを、容器に受け入れられた液体媒体中に完全にまたは部分的に浸漬させるように構成されてもよい。
【００８８】
液体媒体供給手段は、ワークの周囲に設けられる壁などの液体バリアを含んでもよい。液体媒体供給手段は、液体バリアで囲まれた空間を少なくとも部分的にまたは完全に液体媒体で満たすように構成されてもよい。
【００８９】
外部刺激付与手段は、加熱手段および／または冷却手段を含むか、またはそれで構成されてもよい。加熱手段は、液体媒体を加熱するように構成されてもよい。冷却手段は、液体媒体を冷却するように構成されてもよい。
【００９０】
外部刺激付与手段は、電界印加手段および／または磁界印加手段を含むか、またはそれで構成されてもよい。電界印加手段は、電界を液体媒体に印加するように構成されてもよい。
【００９１】
磁界印加手段は、磁界を液体媒体に印加するように構成されてもよい。外部刺激付与手段は、電界および磁界の複合印加手段を含むか、またはそれで構成されてもよい。電界および磁界の複合印加手段は、電界および磁界を液体媒体に印加するように構成されてもよい。
【００９２】
外部刺激付与手段は、外部刺激を液体媒体に加えて、液体媒体の相転移を誘発するように構成されてもよい。液体媒体の相転移は、液相から固相への転移、または液相から蒸気相もしくは気相への転移であってもよい。
【００９３】
冷却手段は、液体媒体を冷却して、媒体の液相から固相への相転移を誘発するように構成されてもよい。例えば、冷却手段は媒体を凍結するように構成されてもよい。
【００９４】
加熱手段は、液体媒体を加熱して、媒体の液相から気相もしくは蒸気相への相転移を誘発するように構成されてもよい。例えば、加熱手段は液体媒体を蒸発させるように構成されてもよい。
【００９５】
ワークを処理するシステムは、ワークを分割するかまたは分離するように構成された分割手段をさらに含んでもよい。分割手段は、外部刺激を液体媒体に加えた後にワークを分割するかまたは分離して、媒体の体積を増加させるように構成されてもよい。
【００９６】
分割手段は、外力付与手段を含むか、またはそれで構成されてもよい。外力付与手段は、外力をワークに加えるように構成されてもよい。外力付与手段は、ワークが取り付けられた拡張テープを径方向に拡張することによって、外力をワークに加えるように構成されていてもよい。
【００９７】
ワークを処理するシステムは、拡張テープ、特に、ワークが取り付けられた拡張テープを径方向に拡張するように構成された径方向拡張手段をさらに含んでもよい。
【００９８】
以下、本発明の非限定的な例を、図面を参照して説明する。
【図面の簡単な説明】
【００９９】
【図１】本発明の第１の実施形態による方法によって処理されるワークとしてのウエハを

示す断面図である。
【図２】図１に示すウエハの斜視図である。
【図３】第１の実施形態による方法において、レーザ光をウエハに照射し、それによって改質領域をウエハの内側に形成するステップを示す断面図である。
【図４】第１の実施形態の変形例による方法において、レーザ光をウエハに照射し、それによって改質領域をウエハの内側に形成するステップを示す断面図である。
【図５】第１の実施形態のさらなる変形例による方法において、レーザ光をウエハに照射し、それによって改質領域をウエハの内側に形成するステップを示す断面図である。
【図６】第１の実施形態のさらに別の変形による方法において、レーザ光をウエハに照射し、それによって改質領域をウエハの内側に形成するステップを示す断面図である。
【図７】第１の実施形態による方法において、ウエハを液体媒体に浸漬させるステップを示す断面図である。
【図８】第１の実施形態による方法において、ウエハを分割するステップの結果を示す断面図である。
【図９】第１の実施形態のさらなる変形例による方法において、ウエハを液体媒体に浸漬させるステップを示す断面図である。
【図１０】本発明の第２の実施形態による方法において、レーザ光をワークとしてのインゴットに照射し、それによって改質領域をインゴットの内側に形成するステップを示す断面図である。
【図１１】改質領域を形成した後の図１０のインゴットを示す斜視透視図である。
【図１２】第２の実施形態による方法において、インゴットを液体媒体に浸漬させるステップを示す断面図である。
【図１３】第２の実施形態による方法において、インゴットを分割するステップの結果を示す断面図である。
【発明を実施するための形態】
【０１００】
添付の図面を参照して、本発明の好ましい実施形態を説明する。好ましい実施形態は、ワークを処理する方法およびこれらの方法を行うワーク処理システムに関する。
【０１０１】
図１～図９を参照して、本発明の第１の実施形態を以下に説明する。
【０１０２】
第１の実施形態では、本発明の方法は、ワークとしてのウエハ２上で行われる（例えば、図１および図２参照）。特に、ウエハ２は、ＳｉウエハまたはＳｉＣウエハなどの半導体ウエハであってもよい。
【０１０３】
しかし、上記で詳述したように、異なる種類のワーク、特に、異なるワーク材料を使用してもよい。
【０１０４】
図１に示すように、ウエハ２は、第１の面４すなわち表面と、第１の面４に対向する第２の面６すなわち裏面とを有する。第１の面４および第２の面６は、互いに略平行である。さらにウエハ２は、ウエハ２の円周に沿って第１の面４と第２の面６との間に延在する第３の面８、すなわち側面を有する。
【０１０５】
第１の面４上には、複数の素子１２を含む素子領域１０が形成される。素子１２は、第１の面４上にも形成された複数の分割線１４によって区画されている。分割線１４は、略格子状に配置されている。素子１２は、例えばＭＯＳＦＥＴまたは絶縁ゲートバイポーラトランジスタ（ＩＧＢＴ）などのトランジスタ、または、例えばショットキーバリアダイオードなどのダイオードを含むか、またはそれらであってもよい。
【０１０６】
図３において矢印で示すように、パルスレーザ光ＬＢは第１の面４の側からウエハ２に

照射される。パルスレーザ光ＬＢは、例えば１ｆｓ～１０００ｎｓの範囲のパルス幅を有してもよい。

【０１０７】

パルスレーザ光ＬＢは、本発明の実施形態によるワーク処理システム（図示せず）のレーザ光照射手段（図示せず）によって、ウエハ２に照射される。この実施形態では、レーザ光照射手段は、システムの改質領域形成手段を構成する。

【０１０８】

図３に示すように、パルスレーザ光ＬＢをウエハ２に照射する工程の間、ウエハ２は、シート１５および環状フレーム１７によって支持される。具体的には、ウエハ２の第２の面６はシート１５に取り付けられる。シート１５は、拡張テープ、ダイシングテープ、または、例えば保護フィルムもしくは薄板を含むかまたはそれからなる保護シートであってもよい。シート１５は、その周縁部が環状フレーム１７によって支持されており、シート１５によって環状フレーム１７の内側開口部を塞いでいる。

【０１０９】

シート１５には、シート１５をウエハ２の第２の面６に取り付けるための接着剤層（図示せず）を設けてもよい。接着剤層は、シート１５の表面全体に配置されてもよく、またはシート１５の表面の周縁領域にのみ配置されてもよい。接着剤層がシート１５の表面の周縁領域にのみ配置される場合、シート１５の表面の中央領域では、シート１５の表面および第２の面６は互いに直接接触している。したがって、ウエハ２上の接着剤層もしくは接着剤残留物の接着力のために第２の面６が汚染されるかもしくは損傷する可能性があるという危険性を、著しく低減させるかまたは排除することさえできる。

【０１１０】

あるいは、シート１５の表面全体および第２の面６が互いに直接接触していてもよい。この場合、特に接着剤などの材料は、シート１５の表面全体と第２の面６との間に存在しない。シート１５を第２の面６に貼付する間および／または後に外部刺激をシート１５に加えることによって、シート１５を第２の面６に取り付けてもよい。外部刺激をシート１５に加えることは、シート１５を加熱すること、および／またはシート１５を冷却すること、および／またはシート１５を真空引きすること、および／または例えばレーザ光を使用して光などの放射線でシート１５を照射することを含むか、またはそれらで構成されてもよい。外部刺激は、化学化合物および／または電子線もしくはプラズマの照射および／または圧力、摩擦もしくは超音波の付与などの機械的処理および／または静電気を含むか、またはそれらであってもよい。

【０１１１】

シート１５および環状フレーム１７を使用することにより、ウエハ２の取扱いおよび輸送が容易になる。さらに、例えば拡張テープがシート１５として使用される場合、図８を参照して以下にさらに詳述するように、ウエハ２を完全に分割するために、またはウエハ２の分割された構成要素を互いに離間させるために、シート１５を、後の段階で径方向に拡張することができる。

【０１１２】

例えばＳｉまたはＳｉＣなどのウエハ２の材料は、パルスレーザ光ＬＢがウエハ２を通過するように、パルスレーザ光ＬＢに対して透過性がある。パルスレーザ光ＬＢは、パルスレーザ光ＬＢの焦点がウエハ２の内側に位置する状態でウエハ２に照射される。

【０１１３】

パルスレーザ光ＬＢは、分割線１４に沿った複数の位置でウエハ２に照射される。さらに、分割線１４の各々に沿って、パルスレーザ光ＬＢの焦点はウエハ２内の３つの異なる深さに配置され、すなわち、焦点の位置はウエハ２の厚さ方向に沿って移動する。ウエハ２の厚さ方向は、第１の面４から第２の面６に向かって延びている。

【０１１４】

他の実施形態では、分割線１４の各々に沿って、パルスレーザ光ＬＢの焦点は、ウエハ２内の単一の深さ、２つの異なる深さまたは４つ以上の異なる深さに配置されてもよい。

一般に、分割線１４の各々に沿って、パルスレーザ光ＬＢの焦点はウエハ２内の単一または複数の深さに配置されてもよい。

【０１１５】

このようにしてパルスレーザ光ＬＢをウエハ２に照射することにより、３列の改質領域１６が各分割線１４に沿って形成される。分割線１４に沿って延在する改質領域１６の列は、ウエハ２の厚さ方向に交互に配列され、すなわち、この厚さ方向において第１の面４とは異なる距離に配置される。改質領域１６は、非晶質領域またはクラックが形成された領域であってもよい。

【０１１６】

改質領域１６をウエハ２内に形成することにより、改質領域１６が形成される領域のウエハ２に応力が誘発される。この応力は、図３に示すように、改質領域１６から第１の面４まで延在するウエハ２内にクラック１８が生じる原因となる。クラック１８は、改質領域１６が形成されるウエハ２の領域に存在し、したがって分割線１４に沿って配置されている。クラック１８はウエハ２内の開口部の例であり、第１の面４に開口している。

【０１１７】

本発明の他の実施形態では、例えばパルスレーザ光などのレーザ光をウエハ２に照射して、複数の孔領域をウエハ２内に形成してもよく、各孔領域は、改質領域と、第１の面４にまで延在する改質領域内の開口部とで構成されてもよい。

【０１１８】

第１の実施形態の変更による方法において、パルスレーザ光ＬＢをウエハ２に照射し、それによって改質領域１６をウエハ２の内側に形成するステップを図４に示す。このステップは、シート１５の大きさおよび形状がウエハ２と実質的同じであるという点、および、環状フレーム１７などの環状フレームが、パルスレーザ光ＬＢの照射中にウエハ２を支持するために使用されないという点においてのみ、第１の実施形態の方法の対応するステップ（図３参照）とは異なる。あるいは、シート１５の大きさはウエハ２の大きさより小さくてもよく、または大きくてもよい。特に、シート１５の直径は、例えば２ｍｍ以下、３ｍｍ以下、４ｍｍ以下、５ｍｍ以下、６ｍｍ以下、８ｍｍ以下または１０ｍｍ以下など数ミリメートルだけ、ウエハ２の直径よりも小さくてもよく、または大きくてもよい。例えば、変更された方法では、シート１５が取り付けられたウエハ２は、ワーク処理システムのチャックテーブルなどの支持部材（図示せず）によって支持されてもよい。

【０１１９】

第１の実施形態のさらなる変更による方法では、シート１５および環状フレーム１７などのシートおよび環状フレームは、パルスレーザ光ＬＢの照射中にウエハ２を支持するために使用されなくてもよい。例えば、このさらに変更された方法では、ウエハ２は、ワーク処理システムのチャックテーブルなどの支持部材（図示せず）によって支持されてもよい。

【０１２０】

第１の実施形態のさらなる変更による方法において、パルスレーザ光ＬＢをウエハ２に照射し、それによって改質領域１６をウエハ２の内側に形成するステップを図５に示す。このステップは、パルスレーザ光ＬＢが第２の面６の側からウエハ２に照射されるという点で、第１の実施形態の方法の対応するステップ（図３参照）とは異なる。さらに、図４に示す変更された方法のように、シート１５の大きさおよび形状はウエハ２と実質的に同じであり、環状フレームは、パルスレーザ光ＬＢの照射中にウエハ２を支持するために使用されない。シート１５は、ウエハ２の第１の面４に取り付けられる。

【０１２１】

あるいは、シート１５の大きさはウエハ２の大きさより小さくてもよく、または大きくてもよい。特に、シート１５の直径は、例えば２ｍｍ以下、３ｍｍ以下、４ｍｍ以下、５ｍｍ以下、６ｍｍ以下、８ｍｍ以下または１０ｍｍ以下など数ミリメートルだけ、ウエハ２の直径よりも小さくてもよく、または大きくてもよい。

【０１２２】

図５に示す変更された方法では、改質領域１６の形成によってウエハ２に誘発された応力により、改質領域１６から第２の面６まで延材するウエハ２にクラック１８が生じる。

【０１２３】

図５に示す変更による方法は、シート１５を省くことによってさらに変更されてもよい。この場合、シート１５および環状フレーム１７などのシートおよび環状フレームは、パルスレーザ光ＬＢの照射中にウエハ２を支持するために使用されない。例えば、このさらに変更された方法では、ウエハ２は、ワーク処理システムのチャックテーブルなどの支持部材（図示せず）によって支持されてもよい。

【０１２４】

図５に示す変更された方法は、パルスレーザ光ＬＢの照射中にウエハ２を支持するためにシート１５および環状フレーム１７（図９参照）などのシートおよび環状フレームを使用することによって、さらに変更されてもよい。このさらなる変更を図６に示す。ウエハ２の第１の面４は、図３を参照して上述した方法と実質的に同じ態様でシート１５に取り付けられてもよい。図６に示すように、シート１５は、その周縁部が環状フレーム１７によって支持されており、シート１５によって環状フレーム１７の内側開口部を塞いでいる。

【０１２５】

第１の実施形態の方法では、図７に示すように、改質領域１６をウエハ２の内側に形成し、ひいてはクラック１８がウエハ２内に生じた後、ウエハ２は液体媒体２０中に完全に浸漬する。具体的には、環状壁状の液体バリア２２がウエハ２の周囲に設けられ、液体バリア２２およびシート１５によって囲まれた空間が液体媒体２０で満たされる。

【０１２６】

液体媒体２０は、ワーク処理システム（図示せず）の液体媒体供給手段（図示せず）によって、液体バリア２２およびシート１５によって囲まれた空間に供給される。液体媒体供給手段は、液体バリア２２を含んでもよい。

【０１２７】

本実施形態では、液体媒体２０は、例えば脱イオン水などの水である。しかし、上記で詳述したように、イソプロパノール、または例えば液体二酸化炭素（CO_2）もしくは液体窒素（N_2）などの液体ガスなど、他の種類の液体媒体を使用してもよい。いくつかの実施形態では、液体媒体２０は界面活性剤を含有してもよい。例えば液体媒体２０は、水および界面活性剤を含有するか、またはそれらで構成されてもよい。

【０１２８】

ウエハ２が浸漬している液体媒体２０は、毛細管力によってウエハ２のクラック１８に引き込まれ、したがってこれらのクラック１８に導入される。

【０１２９】

第１の実施形態の方法では、液体媒体２０をクラック１８に導入するために、ウエハ２は液体媒体２０中に完全に浸漬する。しかし、他の実施形態では、液体媒体２０は、上記で詳述したように異なる方法でクラック１８に導入されてもよい。例えば液体媒体２０は、第１の面４上に噴霧されるかまたは注がれてもよい。

【０１３０】

ウエハ２を液体媒体２０に浸漬させ、それによって液体媒体２０をクラック１８に導入した後、外部刺激を液体媒体２０に加えて、クラック１８内の媒体２０の体積を増加させる。具体的には、図７に示すウエハ２、シート１５、環状フレーム１７、液体媒体２０および液体バリア２２の組合せを冷凍室（図示せず）内に置き、それによって、クラック１８に導入された液体媒体２０を冷却して、媒体２０の液相から固相への相転移を誘発する。例えば媒体２０に浸漬したウエハ２は、冷凍室に１時間超保管されてもよい。いくつかの実施形態では、浸漬したウエハ２は、冷凍室に１時間以下保管されてもよい。したがって、媒体２０が冷却されることによって液体媒体２０が凍結し、すなわち、水状の液体媒体２０は氷になる。液体媒体２０のこのような相転移を誘発することによって、クラック１８内の媒体２０の体積は特に効率的な態様で増加する。

【０１３１】

あるいは、ウエハ２は、例えばウエハ２を浸漬槽から取り出した後、ペルチェ冷却素子などの熱電冷却素子が例として挙げられる冷却素子（図示せず）上に置かれてもよい。また、このようにして、クラック１８に導入された液体媒体２０が冷却されて、媒体２０の液相から固相への相転移が誘発される。このような冷却素子を使用することによって、相転移を誘発するのに必要な冷却時間を、例えば数秒から数分の範囲の時間に大幅に短縮することができる。

【０１３２】

液体媒体２０を冷却するために液体二酸化炭素（CO_2）または液体窒素（N_2）などの単一または複数の液体ガスを使用することによって、必要な冷却時間を例えば数秒にさらに短縮することができる。このようにして、媒体２０の相転移を特に迅速かつ効率的な態様で誘発することができる。

【０１３３】

ウエハ２、シート１５、環状フレーム１７、媒体２０および液体バリア２２の組合せは、例えば１時間超冷凍室に保管された後に冷凍室から取り出され、ウエハ２は解凍される。特に、ウエハ２を加熱して、液体媒体２０を凍結することで生成された氷を融解させてもよい。いくつかの実施形態では、液体媒体２０を凍結するステップおよび凍結した液体媒体２０を融解させるステップは、１回以上、好ましくは２回以上繰り返されてもよい。このようにして、液体媒体２０がクラック１８に完全に浸透することを特に確実に保証することができる。

【０１３４】

その後、融解した液体媒体２０をウエハ２から除去してもよい。

【０１３５】

冷凍室は、液体媒体２０を冷却するように構成された冷却手段の一例である。本実施形態では、冷凍室は、ワーク処理システム（図示せず）の外部刺激付与手段を構成する。

【０１３６】

ペルチェ冷却素子などの熱電冷却素子が例として挙げられる冷却素子は、液体媒体２０を冷却するように構成された冷却手段のさらなる例である。いくつかの実施形態では、冷却素子は、ワーク処理システムの外部刺激付与手段を構成する。

【０１３７】

冷却手段のさらなる例は、液体二酸化炭素（CO_2）または液体窒素（N_2）などの単一または複数の液体ガスを使用することによって、液体媒体２０を冷却するように構成されてもよい。また、このような冷却手段は、ワーク処理システムの外部刺激付与手段を構成してもよい。

【０１３８】

上記で詳述した態様でクラック１８に受け入れられる媒体２０の体積を増加させることにより、第１の面４に沿ったクラック１８の拡張が増加し、クラック１８が第１の面４に沿って伝播する原因となる。本実施形態では、冷却工程によって媒体２０の体積が増加することにより、クラックが第１の面４に沿って伝播し、ウエハ２が完全に分割される原因となる。具体的には、図８に示すように、ウエハ２は分割線１４に沿って複数のダイ２４に分割される。したがって、ウエハ２を分割するかまたは分離する追加のステップは必要ではない。

【０１３９】

このようにしてウエハ２が完全に分割された後、隣接するダイ２４の間の距離を増大させるために、例えば拡張ドラム（図示せず）を使用することによってシート１５を径方向に拡張してもよい。このようにして、意図しない相互の接触または摩擦によるダイ２４の任意の損傷を確実に防止することができる。続いてダイ２４は、さらなる処理、輸送または保管のためにシート１５から取り上げられてもよい。

【０１４０】

他の実施形態では、クラック１８に受け入れられる媒体２０の体積を増加させることによって、ただしウエハ２を完全に分割することなく、クラック１８が存在する領域、すな

わち分割線１４に沿った領域におけるウエハ２の強度を低下させてもよい。この場合、ウエハ２を分割するさらなるステップ、すなわちウエハ２を完全に分割するさらなるステップを行ってもよい。このステップは、外力をウエハ２に加えることを含むか、またはそれで構成されてもよい。特に、外力は、シート１５を径方向に拡張してウエハ２を別個のダイ２４に分割することによって、ウエハ２に加えられてもよい。

【０１４１】

第１の実施形態の方法では、外部刺激を液体媒体２０に加えることは、液体媒体２０を冷却することで構成される。しかし、上記で詳述したように、異なる種類の外部刺激を使用してもよい。例えば、外部刺激を液体媒体２０に加えることは、液体媒体２０を加熱することを含むか、またはそれで構成されてもよく、あるいは、電界および／または磁界を液体媒体２０に印加することを含むか、またはそれで構成されてもよい。

【０１４２】

第１の実施形態のさらなる変更による方法（図６参照）においてウエハ２を液体媒体２０に浸漬させるステップを、図９に示す。このステップは、ウエハ２内のクラック１８が改質領域１６から第２の面６にまで延在しており、それにより、液体媒体２０が第２の面６を介してクラック１８に導入されるという点で、第１の実施形態の方法の対応するステップ（図７参照）とは異なる。

【０１４３】

図１０～図１３を参照して、本発明の第２の実施形態を以下に説明する。

【０１４４】

第２の実施形態では、本発明の方法は、ワークとしてのインゴット１０２上で行われる（例えば、図１０および図１１参照）。特に、インゴット１０２は、ＳｉインゴットもしくはＳｉＣインゴットなどの半導体インゴットであってもよい。しかし、上記で詳述したように、異なる種類のワーク、特に、異なるワーク材料を使用してもよい。

【０１４５】

図１０に示すように、インゴット１０２は、第１の面１０４すなわち表面と、第１の面１０４に対向する第２の面１０６すなわち裏面とを有する。第１の面１０４および第２の面１０６は、互いに略平行である。さらに、インゴット１０２は、インゴット１０２の円周に沿って第１の面１０４と第２の面１０６との間に延在する第３の面１０８、すなわち側面を有する。本実施形態では、インゴット１０２の第１の面１０４に素子は形成されない。しかし、他の実施形態では、素子を含む素子領域はインゴット１０２の第１の面１０４上に存在してもよい。

【０１４６】

パルスレーザ光ＬＢは、インゴット１０２の第１の面１０４の側からインゴット１０２に照射される（図１０参照）。パルスレーザ光ＬＢは、例えば１ｆｓ～１０００ｎｓの範囲のパルス幅を有してもよい。パルスレーザ光ＬＢは、パルスレーザ光ＬＢがインゴット１０２を透過することができる波長を有する。パルスレーザ光ＬＢは、パルスレーザ光ＬＢの焦点が第１の面１０４から第２の面１０６に向かう方向において第１の面１０４から離れた位置にある状態、すなわちインゴット１０２の内側に位置する状態で、第１の面１０４に沿った複数の位置においてインゴット１０２に照射される（図１０参照）。

【０１４７】

パルスレーザ光ＬＢは、本発明の実施形態によるワーク処理システム（図示せず）のレーザ光照射手段（図示せず）によって、インゴット１０２に照射される。この実施形態では、レーザ光照射手段は、システムの改質領域形成手段を構成する。レーザ光照射手段は、第１の実施形態の方法で使用したものと同じであってもよい。パルスレーザ光ＬＢをインゴット１０２に照射する工程の間、インゴット１０２は、ワーク処理システムの支持部材（図示せず）によって支持されてもよい。

【０１４８】

このようにパルスレーザ光ＬＢをインゴット１０２に照射することにより、改質層１１０がインゴット１０２の内側に形成される（図１０および図１１参照）。改質層１１０は

、複数の改質領域（図示せず）で構成される。改質層１１０は第１の面１０４に面しており、すなわち、改質層１１０は、第１の面１０４から第２の面１０６に向かう方向において第１の面１０４に対向している。改質層１１０は、第１の面１０４と略平行になるように形成される。

【０１４９】

改質層１１０の改質領域は、パルスレーザ光ＬＢの照射によって改質されたインゴット１０２の領域である。特に、改質領域は、インゴット材料の構造がパルスレーザ光ＬＢの照射によって改質された、および／またはインゴット１０２がパルスレーザ光ＬＢの照射によって損傷した、インゴット１０２の領域であってもよい。改質層１１０の改質領域は、第１の実施形態の方法において形成された改質領域１６と実質的に同じであってもよい。特に、改質層１１０の改質領域は、非晶質領域またはクラックが形成された領域であってもよい。

【０１５０】

図１０および図１１に示すように、改質層１１０は、インゴット１０２の断面全体にわたって実質的に形成され、断面は、インゴット１０２の厚さ方向に対して略垂直である。改質層１１０は、インゴット１０２の厚さ方向において、第２の面１０６よりも第１の面１０４に近くなるように形成される。

【０１５１】

インゴット１０２内の改質領域で構成される改質層１１０を形成することにより、改質層１１０が形成される領域内のインゴット１０２に応力が誘発される。この応力は、改質領域から第３の面１０８まで延在するインゴット１０２内にクラック（図示せず）が生じる原因となる。クラックはインゴット１０２内の開口部の例であり、第３の面１０８に開口している。

【０１５２】

改質領域で構成される改質層１１０をインゴット１０２内に形成し、ひいてはクラックがインゴット１０２内に生じた後、インゴット１０２は、図１２に示すように液体媒体１２０に完全に浸漬される。具体的には、液体媒体１２０は容器１２２に受け入れられ、インゴット１０２は容器１２２内に置かれる。

【０１５３】

液体媒体１２０は、ワーク処理システム（図示せず）の液体媒体供給手段（図示せず）によって容器１２２に供給される。液体媒体供給手段は、容器１２２を含んでもよい。

【０１５４】

本実施形態では、液体媒体１２０は、例えば脱イオン水などの水である。しかし、上記で詳述したように、イソプロパノール、または例えば液体二酸化炭素（CO_2）もしくは液体窒素（N_2）などの液体ガスなど、他の種類の液体媒体を使用してもよい。いくつかの実施形態では、液体媒体１２０は界面活性剤を含有してもよい。例えば液体媒体１２０は、水および界面活性剤を含有するか、またはそれらで構成されてもよい。

【０１５５】

インゴット１０２が浸漬している液体媒体１２０は、毛細管力によってインゴット１０２のクラックに引き込まれ、したがってこれらのクラックに導入される。

【０１５６】

第２の実施形態の方法では、液体媒体１２０をクラックに導入するために、インゴット１０２は液体媒体１２０中に完全に浸漬する。しかし、他の実施形態では、液体媒体１２０は、上記で詳述したように異なる方法でクラックに導入されてもよい。例えば液体媒体１２０は、第３の面１０８上に噴霧されるかまたは注がれてもよい。

【０１５７】

インゴット１０２を液体媒体１２０に浸漬させ、それによって液体媒体１２０をクラックに導入した後、外部刺激を液体媒体１２０に加えて、クラック内の媒体１２０の体積を増加させる。具体的には、インゴット１０２を浸漬槽から取り出し、かつインゴット１０２を冷凍室（図示せず）内に置くことによって、クラックに導入された液体媒体１２０を

冷却して、媒体１２０の液相から固相への相転移を誘発する。例えばインゴット１０２は、冷凍室に１時間超保管されてもよい。いくつかの実施形態では、インゴット１０２は、冷凍室に１時間以下保管されてもよい。したがって、媒体１２０が冷却されることによって液体媒体１２０が凍結し、すなわち、水状の液体媒体１２０は氷になる。液体媒体１２０のこのような相転移を誘発することによって、クラック内の媒体１２０の体積は特に効率的な態様で増加する。

【０１５８】

あるいは、図１２に示すインゴット１０２、容器１２２および液体媒体１２０の組合せを冷凍室に置き、それによって、クラックに導入された液体媒体１２０を冷却して、媒体１２０の液相から固相への相転移を誘発してもよい。例えばこの組合せは、冷凍室に１時間超保管されてもよい。いくつかの実施形態では、この組合せは、冷凍室に１時間以下保管されてもよい。

【０１５９】

インゴット１０２を例えば１時間超冷凍室に保管した後、インゴット１０２は冷凍室から取り出されて解凍される。特に、インゴット１０２を加熱して、液体媒体１２０を凍結することで生成された氷を融解させてもよい。いくつかの実施形態では、液体媒体１２０を凍結するステップおよび凍結した液体媒体１２０を融解させるステップは、１回以上、好ましくは２回以上繰り返されてもよい。このようにして、液体媒体１２０がクラックに完全に浸透することを特に確実に保証することができる。

【０１６０】

その後、溶融した液体媒体１２０をインゴット１０２から除去してもよい。

【０１６１】

冷凍室は、液体媒体１２０を冷却するように構成された冷却手段の一例である。本実施形態では、冷凍室は、ワーク処理システム（図示せず）の外部刺激付与手段を構成する。

【０１６２】

上記で詳述した態様でクラックに受け入れられる媒体１２０の体積を増加させることにより、第３の面１０８に沿ったクラックの拡張が増加し、クラックが第３の面１０８に沿って伝播する原因となる。本実施形態では、冷却工程によって媒体１２０の体積が増加することにより、クラックが第３の面１０８に沿って伝播し、インゴット１０２が改質層１１０に沿って完全に分離される原因となる。このようにしてインゴット１０２を分離することによって、ウエハなどの基板１２４が得られる。具体的には、図１３に示すように、基板１２４はインゴット１０２の残りの部分１２６から分離される。したがって、インゴット１０２を分割するかまたは分離する追加のステップは必要ではない。

【０１６３】

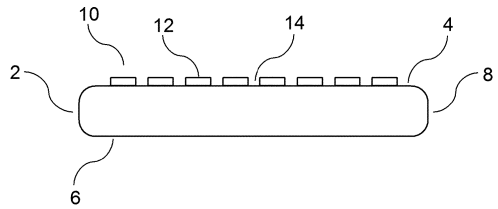
他の実施形態では、クラックに受け入れられる媒体１２０の体積を増加させることによって、ただしインゴット１０２を完全に分離することなく、クラックが存在する領域におけるインゴット１０２の強度を低下させてもよい。この場合、インゴット１０２を分離するさらなるステップ、すなわちインゴット１０２を完全に分離するさらなるステップを行ってもよい。このステップは、外力をインゴット１０２に加えることを含むか、またはそれで構成されてもよい。

【０１６４】

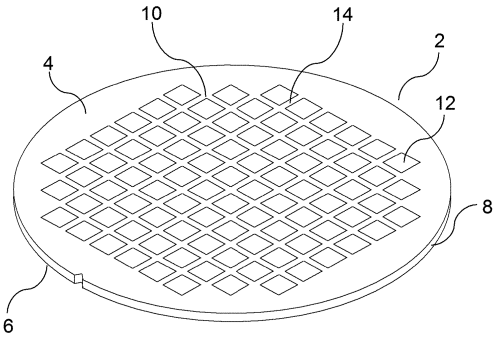
第２の実施形態の方法では、外部刺激を液体媒体１２０に加えることは、液体媒体１２０を冷却することで構成される。しかし、上記で詳述したように、異なる種類の外部刺激を使用してもよい。例えば、外部刺激を液体媒体１２０に加えることは、液体媒体１２０を加熱することを含むか、またはそれで構成されてもよく、あるいは、電界および／または磁界を液体媒体１２０に印加することを含むか、またはそれで構成されてもよい。

【図面】

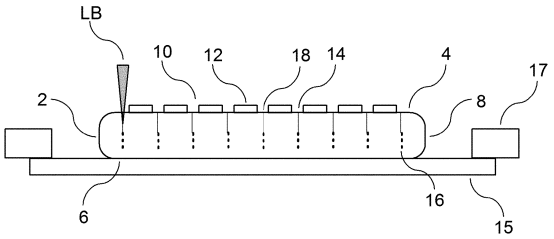
【図１】



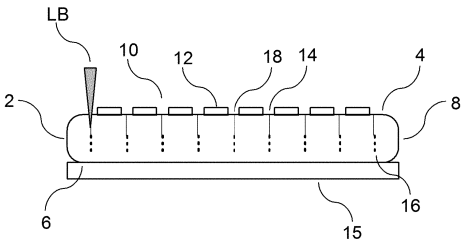
【図２】



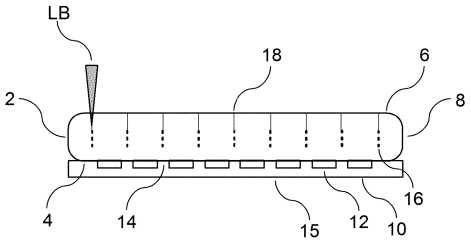
【図３】



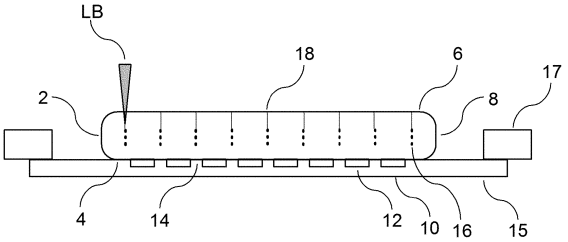
【図４】



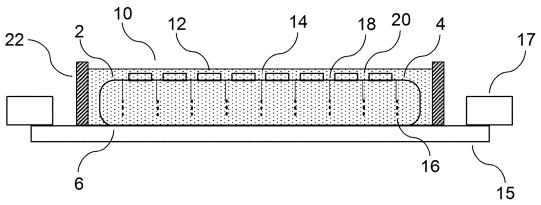
【図５】



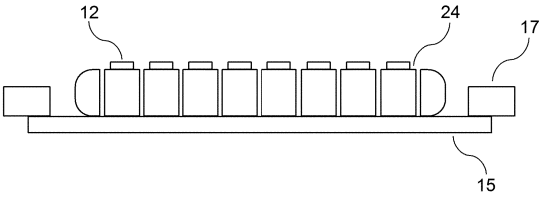
【図６】



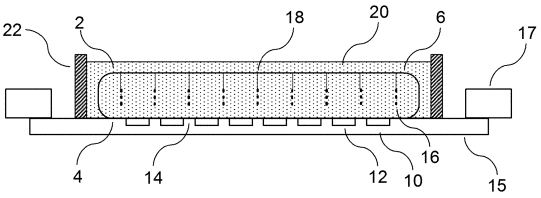
【図７】



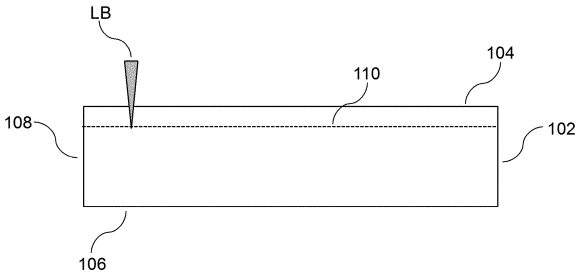
【図８】



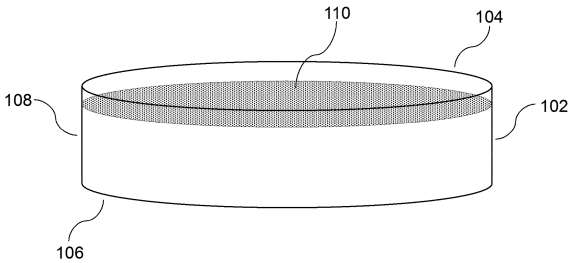
【図９】



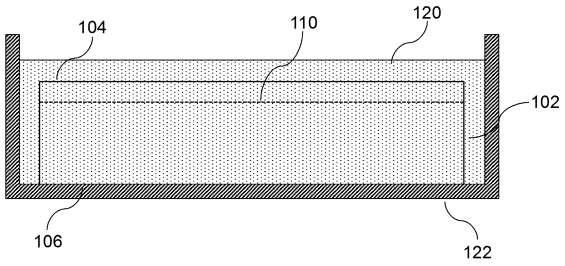
【図１０】



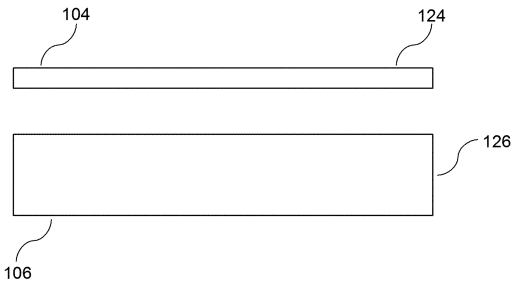
【図１１】



【図１２】



【図１３】



フロントページの続き

ユーロップ、ゲゼルシャフト、ミット、ベシュレンクテル、ハフツング
(72)発明者　アルギロフ、ツァニミール
ドイツ連邦共和国キルヒハイム、バイ、ミュンヘン、リービッヒシュトラーセ、８、ケアオブ、ディスコ、ハイ－テク、ユーロップ、ゲゼルシャフト、ミット、ベシュレンクテル、ハフツング
(72)発明者　湯平　泰吉
ドイツ連邦共和国キルヒハイム、バイ、ミュンヘン、リービッヒシュトラーセ、８、ケアオブ、ディスコ、ハイ－テク、ユーロップ、ゲゼルシャフト、ミット、ベシュレンクテル、ハフツング
(72)発明者　カール、ハインツ、プリーワッサー
ドイツ連邦共和国キルヒハイム、バイ、ミュンヘン、リービッヒシュトラーセ、８、ケアオブ、ディスコ、ハイ－テク、ユーロップ、ゲゼルシャフト、ミット、ベシュレンクテル、ハフツング

合議体
審判長　恩田　春香
審判官　河本　充雄
審判官　柴垣　俊男

(56)参考文献　特開２００８－２７０５１６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１９－０１６６５１（ＪＰ，Ａ）
特開２０１９－０２４０３８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01L21/304
H01L21/301