

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5707889号
(P5707889)

(45) 発行日 平成27年4月30日 (2015. 4. 30)

(24) 登録日 平成27年3月13日 (2015. 3. 13)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/301 (2006. 01)

H O 1 L 21/78 B

H O 1 L 21/304 (2006. 01)

H O 1 L 21/304 6 3 1

B 2 3 K 26/00 (2014. 01)

H O 1 L 21/304 6 2 2 H

B 2 3 K 26/53 (2014. 01)

H O 1 L 21/304 6 2 1 B

B 2 3 K 26/40 (2014. 01)

H O 1 L 21/78 Q

請求項の数 16 (全 33 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-256218 (P2010-256218)
 (22) 出願日 平成22年11月16日 (2010. 11. 16)
 (65) 公開番号 特開2012-109358 (P2012-109358A)
 (43) 公開日 平成24年6月7日 (2012. 6. 7)
 審査請求日 平成25年10月16日 (2013. 10. 16)

(73) 特許権者 000151494
 株式会社東京精密
 東京都八王子市石川町2968-2
 (74) 代理人 100083116
 弁理士 松浦 憲三
 (72) 発明者 押田 修平
 東京都八王子市石川町2968-2 株式
 会社東京精密内
 (72) 発明者 清水 翼
 東京都八王子市石川町2968-2 株式
 会社東京精密内
 (72) 発明者 藤田 隆
 東京都八王子市石川町2968-2 株式
 会社東京精密内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体基板の切断方法及び半導体基板の切断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ウェハの裏面側を除去して前記ウェハを薄片化し、当該ウェハを切断ラインに沿って複数のチップに分割する半導体基板の切断方法において、

前記ウェハの表面から前記チップの厚み分だけ前記ウェハの裏面側に位置する目標面を設定し、前記ウェハの裏面からレーザー光を入射して前記ウェハの内部に微小空孔を含む予備改質領域を前記切断ラインに沿って形成する予備改質領域形成工程と、

前記予備改質領域が形成された位置に対して前記目標面から裏面側の方に離れた位置であって、前記予備改質領域と結合する深さの位置に本改質領域を形成し、前記本改質領域の形成によって発生する亀裂と前記予備改質領域とを結合させることで、前記予備改質領域から派生した微小亀裂を、前記目標面を超えて前記チップの位置に進展させる本改質領域形成工程と、

前記ウェハを裏面から研削して前記目標面まで研削除去する研削工程と、

前記目標面まで研削除去された前記ウェハを、前記進展した前記微小亀裂を起点にして前記切断ラインに沿って複数の前記チップに分割する分割工程と、

を含むことを特徴とする半導体基板の切断方法。

【請求項 2】

前記本改質領域は、前記予備改質領域よりも大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の半導体基板の切断方法。

【請求項 3】

前記研削工程において研削された前記ウェハの裏面を、さらに化学機械研磨する研磨工程を含み、

前記分割工程は、前記研磨工程において裏面が化学機械研磨された前記ウェハを分割することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体基板の切断方法。

【請求項 4】

前記本改質領域形成工程は、前記チップの厚さに応じて複数回行われることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一つに記載の半導体基板の切断方法。

【請求項 5】

前記本改質領域形成工程は、前記ウェハの表面から前記チップの厚さ分だけ裏面側に位置する面と前記ウェハの表面との間まで前記微小空孔を進展させることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一つに記載の半導体基板の切断方法。

10

【請求項 6】

前記予備改質領域形成工程は、前記ウェハの表面から前記チップの厚さ分だけ裏面側に位置する面より前記ウェハの裏面側へ略 10 μm ~ 略 30 μm の位置に前記予備改質領域を形成し、

前記本改質領域形成工程は、前記本改質領域が形成されていない場合には、前記予備改質領域より前記ウェハの裏面側へ略 20 μm ~ 略 30 μm の位置に前記本改質領域を形成し、前記本改質領域が形成されている場合には、前記形成されている本改質領域のうちの直前に形成された本改質領域より前記ウェハの裏面側へ略 20 μm ~ 略 30 μm の位置に新たな本改質領域を形成することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一つに記載の半導体基板の切断方法。

20

【請求項 7】

前記チップの厚さが 60 μm の場合には、前記本改質領域形成工程が 2 回行われることを特徴とする請求項 3 に記載の半導体基板の切断方法。

【請求項 8】

前記分割工程は、

前記ウェハの表面に弾性テープを貼付する工程と、

前記弾性テープを拡張する工程と、

を含むことを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一つに記載の半導体基板の切断方法

。

30

【請求項 9】

前記分割工程は、前記研削工程で前記目標面まで研削除去された前記ウェハを、ウェハ吸着台に平面状態で真空吸着し、前記ウェハを吸着した状態で前記ウェハ吸着台を凸形状に膨らませないしは、凸形状に撓ませることにより、前記ウェハに曲げ応力を生じさせて前記微小空孔を前記ウェハの表面まで進展させることで、前記ウェハを前記切断ラインに沿って複数のチップに分割することを特徴とする請求項 1 に記載の半導体基板の切断方法。

【請求項 10】

前記分割工程は、前記凸形状を有する前記ウェハ吸着台に載置された前記ウェハを前記凸形状に沿って変形させながら前記ウェハの裏面に弾性テープを貼付する工程を含むことを特徴とする請求項 9 に記載の半導体基板の切断方法。

40

【請求項 11】

切断ラインに沿ってウェハの裏面から前記ウェハの内部にレーザー光を入射するレーザーダイシング手段と、

前記ウェハを当該ウェハの裏面から研削する研削手段と、

前記レーザーダイシング手段から前記研削手段へ前記ウェハを搬送する搬送手段と、

前記ウェハを切断ラインに沿って複数のチップに分割する分割手段と、

を備えた半導体基板の切断装置であって、

前記レーザーダイシング手段は、

前記ウェハの表面が下向きに載置されるテーブルと、

50

前記ウェハの裏面から前記ウェハに向けてレーザー光を照射する照射手段と、
前記レーザー光が照射される位置が変わるように前記照射手段を制御する第1の制御手段と、を備え、

前記第1の制御手段は、前記ウェハの表面から前記チップの厚み分だけ裏面側に位置する目標面を設定し、前記ウェハの内部の前記目標面から裏面側に微小空孔を含む予備改質領域が前記切断ラインに沿って形成されるように前記照射手段を制御し、且つ前記予備改質領域と結合する深さの位置に本改質領域が形成されるように前記照射手段を制御して、前記本改質領域の形成によって発生する亀裂と前記予備改質領域とを結合させることで、前記予備改質領域から派生した微小亀裂を、前記目標面を超えて前記チップの位置に進展させ、

10

前記研削手段は、

前記ウェハの表面が下向きに載置され、前記ウェハの略全面を吸着する吸着テーブルと、

前記ウェハを研削する砥石と、

前記砥石の高さ及び回転数を制御して、当該砥石により前記ウェハの裏面側から当該ウェハを研削して前記目標面まで研削除去する第2の制御手段と、を備え、

前記分割手段は、前記目標面まで研削除去された前記ウェハを、前記進展した前記微小亀裂を起点にして前記切断ラインに沿って複数の前記チップに分割することを特徴とする半導体基板の切断装置。

【請求項12】

20

前記第1の制御手段は、前記チップの厚さに応じて前記本改質領域を複数形成するように前記照射手段を制御することを特徴とする請求項11に記載の半導体基板の切断装置。

【請求項13】

前記第1の制御手段は、前記ウェハの表面から前記チップの厚さ分だけ裏面側に位置する面より前記ウェハの裏面側へ略10 μ m～略30 μ mの位置に前記予備改質領域を形成し、前記予備改質領域又は前記本改質領域より前記ウェハの裏面側へ略20 μ m～略30 μ mの位置に前記本改質領域を形成するように前記照射手段を制御することを特徴とする請求項11又は12に記載の半導体基板の切断装置。

【請求項14】

前記分割手段は、

前記ウェハの表面が下向きに載置される凸形状を有するウェハ吸着台と、

前記ウェハ吸着台上に載置されたウェハを前記凸形状に沿って変形させて曲げ応力を生じさせる変形手段と、

を備えたことを特徴とする請求項11に記載の半導体基板の切断装置。

30

【請求項15】

前記変形手段は、前記ウェハを前記ウェハ吸着台へ真空吸着させる吸着手段であることを特徴とする請求項14に記載の半導体基板の切断装置。

【請求項16】

前記変形手段は、前記凸形状を有する前記ウェハ吸着台上に載置されたウェハを前記凸形状に沿って変形させながら前記ウェハの裏面に弾性テープを貼付する手段であることを特徴とする請求項14に記載の半導体基板の切断装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体基板をチップに切断する半導体基板の切断方法及び半導体基板の切断装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、裏面を上向きにして載置された半導体基板にレーザーを照射して基板内部に改質領域を形成し、半導体基板の裏面にエキスパンドテープを装着し、エキスパン

50

ドテープの上からナイフエッジを当てて改質領域を基点として基板を割ることで、半導体基板をチップに切断することが記載されている。

【 0 0 0 3 】

また、特許文献 1 には、裏面を上向きにして載置された半導体基板にレーザーを照射して基板内部に改質領域を形成した後で基板を研削して薄くし、半導体基板の裏面にエキスパンドテープを装着し、エキスパンドテープを伸張させることで改質領域を基点として基板を割ることが記載されている。

【 0 0 0 4 】

特許文献 2 には、裏面を上向きにして載置された半導体基板にレーザーを照射して基板内部に改質領域を形成することで半導体基板の厚さ方向に割れを発生させ、基板の裏面を研削及びケミカルエッチングすることで割れを裏面に露出させることで、半導体基板をチップに切断することが記載されている。そして、特許文献 2 には、自然に或いは比較的小さな力で改質領域から厚さ方向に割れが発生することが記載されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特許 3 6 2 4 9 0 9 号公報

【 特許文献 2 】 特許 3 7 6 2 4 0 9 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 に記載の発明では、ナイフエッジにより局所的に外力を印加することで基板を割るが、この場合には曲げ応力やせん断応力を基板に付与させることになる。しかし、曲げ応力やせん断応力は基板全面に様に分布させることは難しい。たとえば、曲げ応力やせん断応力を基板にかける場合、どこか弱い点に応力が集中することになり、効率的に様な応力を付与できない。

【 0 0 0 7 】

したがって、基板の割れにばらつきが生じ、割れが緩やかに進行しなかった場合には基板が破壊するという問題がある。また、基板を切断する部分に対して、局所的に順番に応力を与えて切断していく場合、例えば一枚の基板から多数のチップを収集する場合などでは、多数の切断ラインが存在するため、生産性が非常に低下するという問題がある。

【 0 0 0 8 】

また、外力を印加して基盤を割る場合に、基板を薄く加工していない場合には、ウェハを割る際に非常に大きい応力を必要とするという問題がある。

【 0 0 0 9 】

また、特許文献 1、2 に記載の発明では、研削によって、レーザー光照射により形成した改質領域を除去しない場合、基板内部に形成された改質領域は、最終的にチップ断面に残ることになる。この改質領域は、一度レーザー光により部分的に熔融状態になり、それが再度固化することにより、結晶性が失われている場合や、非常に脆くなっている場合がある。

【 0 0 1 0 】

そのため、チップ断面に改質領域が残った場合、改質領域の部分から発塵する場合がある。また、チップ断面部分が局所的に破砕した結果、その破砕した断面がきっかけとなって、チップが破断する場合もある。その結果、チップの抗折強度が、時として小さくなるという問題点がある。

【 0 0 1 1 】

特許文献 2 に記載の発明では、改質領域から厚さ方向に割れが自然に発生すると記載されているが、他方自必しも自然に割れない場合も存在する。割るという安定した効果を必然的に得るためには、時として恣意的な手段をとる必要があり、自然に割れる場合は恣意的な手段に該当しない。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 2 】

また、比較的小さな力として、温度差を与えることにより熱応力を発生させて、改質領域から厚さ方向に割れを発生させることも考えられる。この場合においては、基板の面内に一様な熱勾配をどのように与えるかという点が非常に難しいという問題がある。すなわち、人為的に熱勾配を与えたとしても熱伝導によって、一部熱勾配を緩和するように基板内に熱が分散していく。したがって、一定の基板を切断する程度の安定した熱勾配をどのように絶えずに形成するか、という点が、極めて難しい問題である。

【 0 0 1 3 】

また、特許文献 2 に記載の発明では、半導体基板を研削後、裏面にケミカルエッチングするが、研削した後には、研削後の表面は固定砥粒による研削条痕が残し、付随して微小なクラックが形成され、加工変質層が残存している。その表面をケミカルエッチングした場合には、微小クラックなどの格子歪が大きい部分が選択的にエッチングされることになる。そのため、微小クラックはかえって助長され大きいクラックになる。そのため、切断起点領域だけではなく、時として、研削とエッチングによって形成された微小クラックから破断する場合もあり、安定した切断加工が難しいという問題がある。

【 0 0 1 4 】

また、エッチングにより基板表面の凹凸が助長されるため、基板表面は鏡面化されていない。そのため、分割されたチップにも凹凸が残るため、凹凸の大きい部分、すなわち微小クラックから破壊することが十分に考えられ、チップの抗折強度は低くなるという問題がある。

【 0 0 1 5 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、安定した品質のチップを効率よく得ることができる半導体基板の切断方法及び半導体基板の切断装置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】

【 0 0 1 6 】

本発明は前記目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、ウェハの裏面側を除去して前記ウェハを薄片化し、当該ウェハを切断ラインに沿って複数のチップに分割する半導体基板の切断方法において、前記ウェハの表面から前記チップの厚み分だけ前記ウェハの裏面側に位置する目標面を設定し、前記ウェハの裏面からレーザー光を入射して前記ウェハの内部に微小空孔を含む予備改質領域を前記切断ラインに沿って形成する予備改質領域形成工程と、前記予備改質領域が形成された位置に対して前記目標面から裏面側の方に離れた位置であって、前記予備改質領域と結合する深さの位置に本改質領域を形成し、前記本改質領域の形成によって発生する亀裂と前記予備改質領域とを結合させることで、前記予備改質領域から派生した微小亀裂を、前記目標面を超えて前記チップの位置に進展させる本改質領域形成工程と、前記ウェハを裏面から研削して前記目標面まで研削除去する研削工程と、前記目標面まで研削除去された前記ウェハを、前記進展した前記微小亀裂を起点にして前記切断ラインに沿って複数の前記チップに分割する分割工程と、を含むことを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

請求項 1 に記載された発明によれば、ウェハの裏面からレーザー光を入射してウェハの内部に微小空孔を含む予備改質領域を切断ラインに沿って形成し、その後予備改質領域が形成された位置とウェハの厚さ方向の浅い位置に本改質領域を形成する。

【 0 0 1 8 】

ここで、改質領域とは、レーザー光が直接照射されたことによって、部分的に溶融し、その後、固化して元の結晶状態とは異なる状態になったものを指す。改質領域においては、結晶性が他の部分と明らかに異なり、本質的に脆化している領域である。

【 0 0 1 9 】

それと区別される領域としては、改質領域から進展した微小亀裂領域がある。改質領域は、レーザー光照射により熱的なダメージを受けて本質的に脆化している領域であるが、

10

20

30

40

50

微小亀裂領域は、そこから派生した領域であって結晶性そのものは内部と同一の結晶性を持ち、結晶的には何ら変わらない。

【 0 0 2 0 】

改質領域は、熱的ダメージを受けて固化した場合、ところどころに微小空孔が残る。こうした熱的ダメージを受けた部分は、その周りにある熱的ダメージを何ら受けていない正常な部分に対して結晶歪を与える。改質領域で形成された微小空孔などが結晶歪により周囲に派生して、正常な部分に微小亀裂を及ぼす。こうして形成された領域を微小亀裂領域と定義する。

【 0 0 2 1 】

なお、最終的なチップ断面には、改質領域が残ると先に述べた通り、発塵を起こすことやチップそのものの抗折強度が弱くなるが、微小亀裂領域が残っても、結晶性は他の内部と変わりはないため、その部分からの発塵は無く、またチップの抗折強度も弱くなることは無い。

【 0 0 2 2 】

予備改質領域を形成後、それよりも浅い位置に本改質領域を形成する。本改質領域は、予備改質領域と結合する程度の深さ位置にする必要がある。ここで改質領域が結合せずとも、改質領域から派生した微小亀裂同士が結合することを含む。

【 0 0 2 3 】

双方の改質領域ないしは、そこから派生した微小亀裂が結合することで、一つの大きい亀裂となる。その結果、あらかじめ形成した予備改質領域から派生した微小亀裂が、さらにその深さが進展し、最終のチップ厚み部分にまで到達する。

【 0 0 2 4 】

予備改質領域だけであれば微小亀裂は大きくないが、手前に大きな本改質領域を形成し、予備改質領域と結合させることによって、予備改質領域から生まれる微小亀裂がさらに外挿され、明らかな亀裂として進展することになる。

【 0 0 2 5 】

このようにあらかじめ形成した予備改質領域の亀裂を進展させる手段において、その手前側にレーザー光を照射して本改質領域を形成することにより、予備改質領域の亀裂をさらに下側に進展させることが可能となる。

【 0 0 2 6 】

また、引用文献2に示すような何らかの人為的な力を与える場合においては、ウェハ内でも特に改質され、強度が特に弱くなっている部分に応力が集中する。その応力が集中した部分の亀裂は特に進展する一方、強度が少し弱くなっている程度であれば、人為的な力による変形は他と比べて少なくなり、ほとんど亀裂が進展しない部分も出てくる。

【 0 0 2 7 】

それに対して本願では、先に形成した予備改質領域の強度ばらつき状態に関係無く、その上からレーザー光を照射して本改質領域を手前側に形成して、安定して精度よく先に形成した予備改質領域の亀裂を奥側へ助長させて進展させることができる。また、亀裂進展においては、外部から人為的な力などを与えることも必要無く、また温度差を与えて熱応力を形成する必要も無い。

【 0 0 2 8 】

その結果、すべての予備改質領域で改質領域ないしは亀裂同士が安定して結びつき、安定して精度よく順番に亀裂を進展させることが可能となる。

【 0 0 2 9 】

また、予備改質領域から出る亀裂の下端を、チップの目標厚の少し上の部分で止めるように深さ方向の焦点を精度よく合わせて照射し、その後のその手前に形成する本改質領域で形成する改質層は、深さ方向に亀裂が広がるように少し焦点深度を大きくとっても良い。その様にすることで、亀裂を結合させると共に、精度よく目標チップ厚み部分に予備改質領域から出た微小亀裂を進展させることが可能となる。

【 0 0 3 0 】

これにより、予備改質領域内の微小空孔をウェハの厚み方向に進展させることができる。そして、予備改質領域及び本改質領域を研削により除去する。その結果、残されたウェハには、予備改質領域の先端部分から進展した亀裂のみが残されることになる。この残された亀裂は、改質領域とは異なり、熱的ダメージ等は存在せず、またこの部分がチップ切断の起点となり、ウェハを切断ラインに沿って複数のチップに分割する。これにより、チップの断面にレーザー光により形成された熱的なダメージを有する改質領域が残らないようにすることができる。

【0031】

そのため、チップが割れたり、チップ断面から発塵したりとするという不具合を防ぎ、安定した品質のチップを効率よく得ることができる。

10

【0032】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の半導体基板の切断方法において、前記本改質領域は、前記予備改質領域よりも大きいことを特徴とする。

【0033】

予備照射領域は、深さ方向の正確性がシビアに求められる。なぜなら、少し深い位置に焦点があった場合、すなわち最終チップ厚みに相当する部分の深さまでレーザーの改質領域が及んだ場合、最終チップ側面に改質領域が残るからである。レーザーによる熱ダメージをもつ改質領域がチップ側面に残ると様々な問題があることは先に述べた通りである。

【0034】

一方、少し浅い位置に焦点があった場合、すなわち、チップ厚みから遠くに焦点を形成した場合、亀裂をそこから進展させるにしてもチップ部分の厚みにまで到達しなくなることもある。よって、目標チップ厚みに近い部分まで精度よい位置で焦点を形成する必要がある。

20

【0035】

その結果、予備改質領域を形成する上ではレーザー照射強度も制限され、精度よく結像させることが重要になる。次に、予備照射によって深さ方向に精度よく焦点を形成し改質層を形成したならば、次に本改質領域を形成する。本改質領域を形成することの目的は、先に形成した予備改質領域から出る微小亀裂を、本改質領域との結合によりさらに奥側に進展させることが目的となるため、予備改質領域を形成したレーザー強度よりもさらに大きな強度で、最終チップ厚みとする部分から予備改質領域よりも、さらに離れた位置にレーザー光を照射することができる。

30

【0036】

このとき形成される本改質領域は、最終チップ厚みの部分から遠く離れているため、先の予備改質領域を形成したときの深さ精度ほど、精度を制御する必要性も無く、予備改質領域と結合して、予備改質領域の先端部の微小亀裂をさらに進展させる程度の精度でよい。そのため、手前側にレーザー光を照射して形成される本改質領域は、予備改質領域と比較して大きくすることが望ましい。

【0037】

請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の半導体基板の切断方法において、前記研削工程において研削されたウェハの裏面を、さらに化学機械研磨する研磨工程を含み、前記分割工程は、前記研磨工程において裏面が化学機械研磨されたウェハを分割することを特徴とする。

40

【0038】

請求項3に記載された発明によれば、研削されたウェハの裏面を化学機械研磨してからウェハを分割する。これにより、チップの抗折強度を高くすることができる。

【0039】

請求項4に記載の発明は、請求項1から3のいずれか一つに記載の半導体基板の切断方法において、前記本改質領域形成工程は、前記チップの厚さに応じて複数回行われることを特徴とする。

【0040】

50

請求項 4 に記載された発明によれば、チップの厚さに応じて本改質領域形成工程が複数回行われるため、チップの厚さによらず、適切に微小空孔を進展させることができる。

【 0 0 4 1 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 から 4 のいずれか一つに記載の半導体基板の切断方法において、前記本改質領域形成工程は、前記ウェハの表面から前記チップの厚さ分だけ裏面側に位置する面と前記ウェハの表面との間まで前記微小空孔を進展させることを特徴とする。

【 0 0 4 2 】

請求項 5 に記載された発明によれば、本改質領域の形成により、ウェハの表面からチップの厚さ分だけ裏面側に位置する面とウェハの表面との間まで微小空孔が進展される。これにより、チップの断面にレーザー光により形成された改質領域が残らないようにワークを研削しても、微小空孔をワークに残すことができる。そのため、チップが割れたり、チップ断面から発塵したりとするという不具合を防ぎ、安定した品質のチップを効率よく得ることができる。

【 0 0 4 3 】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の半導体基板の切断方法において、前記予備改質領域形成工程は、前記ウェハの表面から前記チップの厚さ分だけ裏面側に位置する面より前記ウェハの裏面側へ略 $10\ \mu\text{m}$ ~ 略 $30\ \mu\text{m}$ の位置に前記予備改質領域を形成し、前記本改質領域形成工程は、前記本改質領域が形成されていない場合には、前記予備改質領域より前記ウェハの裏面側へ略 $20\ \mu\text{m}$ ~ 略 $30\ \mu\text{m}$ の位置に前記本改質領域を形成し、前記本改質領域が形成されている場合には、前記形成されている本改質領域のうちの直前に形成された本改質領域より前記ウェハの裏面側へ略 $20\ \mu\text{m}$ ~ 略 $30\ \mu\text{m}$ の位置に新たな本改質領域を形成することを特徴とする。

【 0 0 4 4 】

請求項 6 に記載された発明によれば、ウェハの表面からチップの厚さ分だけ裏面側に位置する面よりウェハの裏面側へ略 $10\ \mu\text{m}$ ~ 略 $30\ \mu\text{m}$ の位置に予備改質領域が形成され、予備改質領域よりウェハの裏面側へ略 $20\ \mu\text{m}$ ~ 略 $30\ \mu\text{m}$ の位置に本改質領域が形成される。なお、既に本会室領域が形成されている場合には、直前に形成された本改質領域より前記ウェハの裏面側へ略 $20\ \mu\text{m}$ ~ 略 $30\ \mu\text{m}$ の位置に新たな本改質領域が形成される。これにより、予備改質領域内の微小空孔を適切に進展させることができる。

【 0 0 4 5 】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 3 に記載の半導体基板の切断方法において、前記チップの厚さが $60\ \mu\text{m}$ の場合には、前記本改質領域形成工程が 2 回行われることを特徴とする。これにより、適切な長さに微小空孔を進展させることができる。

【 0 0 4 6 】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 から 7 のいずれかに記載の半導体基板の切断方法において、前記分割工程は、前記ウェハの表面に弾性テープを貼付する工程と、前記弾性テープを拡張する工程と、を含むことを特徴とする。

【 0 0 4 7 】

請求項 8 に記載された発明によれば、ウェハの表面に弾性テープを貼付して拡張することで、ウェハを複数のチップに分割することができる。

【 0 0 4 8 】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明において、前記分割工程は、前記研削工程で前記目標面まで研削除去された前記ウェハを、ウェハ吸着台に平面状態で真空吸着し、前記ウェハを吸着した状態で前記ウェハ吸着台を凸形状に膨らませるないしは、凸形状に撓ませることにより、前記ウェハに曲げ応力を生じさせて前記微小空孔を前記ウェハの表面まで進展させることで、前記ウェハを前記切断ラインに沿って複数のチップに分割することを特徴とする。

【 0 0 4 9 】

請求項 9 に記載された発明によれば、ウェハを複数のチップに分割するのは、改質領域

10

20

30

40

50

が除去されたウェハに曲げ応力を生じさせて微小空孔をウェハの表面まで進展させることにより行われる。これにより、改質領域が除去されることでウェハWが薄くなっているため、小さい曲げ応力でクラックをデバイス面まで進展させることができる。

【0050】

請求項10に記載の発明は、請求項9に記載の発明において、前記分割工程は、前記凸形状を有する前記ウェハ吸着台に載置されたウェハを前記凸形状に沿って変形させながら前記ウェハの裏面に弾性テープを貼付する工程を含むことを特徴とする。

【0051】

請求項10に記載された発明によれば、凸形状を有するテーブルにウェハを表面を下にして載置し、当該載置されたウェハをテーブルに吸着させることで、ウェハを凸形状に沿って変形させる。これにより、微小空孔をウェハの厚み方向に進展させ、ウェハを複数のチップへと分割することができる。

【0052】

請求項11に記載の発明は、切断ラインに沿ってウェハの裏面から前記ウェハの内部にレーザー光を入射するレーザーダイシング手段と、前記ウェハを当該ウェハの裏面から研削する研削手段と、前記レーザーダイシング手段から前記研削手段へ前記ウェハを搬送する搬送手段と、前記ウェハを切断ラインに沿って複数のチップに分割する分割手段と、を備えた半導体基板の切断装置であって、前記レーザーダイシング手段は、前記ウェハの表面が下向きに載置されるテーブルと、前記ウェハの裏面から前記ウェハに向けてレーザー光を照射する照射手段と、前記レーザー光が照射される位置が変わるように前記照射手段を制御する第1の制御手段と、を備え、前記第1の制御手段は、前記ウェハの表面から前記チップの厚み分だけ裏面側に位置する目標面を設定し、前記ウェハの内部の前記目標面から裏面側に微小空孔を含む予備改質領域が前記切断ラインに沿って形成されるように前記照射手段を制御し、且つ前記予備改質領域と結合する深さの位置に本改質領域が形成されるように前記照射手段を制御して、前記本改質領域の形成によって発生する亀裂と前記予備改質領域とを結合させることで、前記予備改質領域から派生した微小亀裂を、前記目標面を超えて前記チップの位置に進展させ、前記研削手段は、前記ウェハの表面が下向きに載置され、前記ウェハの略全面を吸着する吸着テーブルと、前記ウェハを研削する砥石と、前記砥石の高さ及び回転数を制御して、当該砥石により前記ウェハの裏面側から当該ウェハを研削して前記目標面まで研削除去する第2の制御手段と、を備え、前記分割手段は、前記目標面まで研削除去された前記ウェハを、前記進展した前記微小亀裂を起点にして前記切断ラインに沿って複数の前記チップに分割することを特徴とする。

【0053】

請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の半導体基板の切断装置において、前記第1の制御手段は、前記チップの厚さに応じて前記本改質領域を複数形成するように前記照射手段を制御することを特徴とする。

【0054】

請求項13に記載の発明は、請求項11又は12に記載の半導体基板の切断装置において、前記第1の制御手段は、前記ウェハの表面から前記チップの厚さ分だけ裏面側に位置する面より前記ウェハの裏面側へ略10 μ m～略30 μ mの位置に前記予備改質領域を形成し、前記予備改質領域又は前記本改質領域より前記ウェハの裏面側へ略20 μ m～略30 μ mの位置に前記本改質領域を形成するように前記照射手段を制御することを特徴とする。

【0055】

請求項14に記載の発明は、請求項11に記載の発明において、前記分割手段は、前記ウェハの表面が下向きに載置される凸形状を有するウェハ吸着台と、前記ウェハ吸着台に載置されたウェハを前記凸形状に沿って変形させて曲げ応力を生じさせる変形手段と、を備えたことを特徴とする。

【0056】

これにより、ウェハに曲げ応力を生じさせて微小空孔をウェハの表面まで進展させるこ

10

20

30

40

50

とができ、効率よくウェハをチップへと分割することができる。

【0057】

請求項15に記載の発明は、請求項14に記載の発明において、前記変形手段は、前記ウェハを前記ウェハ吸着台へ真空吸着させる吸着手段であることを特徴とする。

【0058】

これにより、ウェハに弾性テープを貼付することなくウェハに曲げ応力を生じさせることができる。

【0059】

請求項16に記載の発明は、請求項14に記載の発明において、前記変形手段は、前記凸形状を有する前記ウェハ吸着台に載置されたウェハを前記凸形状に沿って変形させながら前記ウェハの裏面に弾性テープを貼付する手段であることを特徴とする。

10

【0060】

これにより、ウェハの変形と弾性テープの貼付を同時に行うことができる。

【発明の効果】

【0061】

本発明によれば、安定した品質のチップを効率よく得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0062】

【図1】レーザーダイシング装置1の概観構成を示す図。

【図2】レーザーダイシング装置1の駆動手段の構成を表わす概念図。

20

【図3】レーザーダイシング装置1の駆動手段の構成を表わす平面図。

【図4】レーザー光を照射する位置を示すウェハW断面図。

【図5】研削装置2の概観構成を示す図。

【図6】研削装置2の部分拡大図。

【図7】研削装置2の部分拡大図。

【図8】研削装置2の研磨ステージの概略図。

【図9】研削装置2のチャックの詳細を示す図であり、(a)は平面図、(b)は断面図、(c)は部分拡大図。

【図10】半導体基板の切断方法の処理の流れを示すフローチャート。

【図11】レーザー改質工程のうちの予備改質領域の形成を説明する図。

30

【図12】切断ラインを説明する図。

【図13】レーザー改質工程のうちの本改質領域の形成を説明する図。

【図14】本改質領域の形成によりクラックが進展することを説明する図。

【図15】本改質領域の形成によりクラックが進展することを説明する図。

【図16】研削除去工程を説明する図。

【図17】研削除去工程後のウェハW裏面の表面状態を説明する図。

【図18】分割・離間工程を説明する図。

【図19】分割・離間工程を説明する図。

【図20】分割装置300の概観構成を示す図。

【図21】半導体基板の切断方法の処理の流れを示すフローチャート。

40

【図22】エキスパンドテープ貼付工程を説明する図であり、(a)はウェハをテーブルに載置した状態を示し、(b)はウェハが真空吸着された状態を示し、(c)はウェハが真空吸着されることでクラックを進展させることを説明する図であり、(d)はエキスパンドテープを貼付した状態を示す。

【図23】エキスパンドテープ貼付工程においてクラックを進展させる別の方法を説明する図

【図24】エキスパンドテープ貼付工程においてクラックを進展させる別の方法を説明する図

【図25】チャック撓ませ手段の他の実施形態を示す説明図

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 6 3 】

以下、添付図面に従って本発明に係る半導体基板の切断方法及び半導体基板の切断装置の好ましい実施の形態について詳説する。

【 0 0 6 4 】

< 第 1 の実施の形態 >

本実施の形態は、レーザーダイシング装置 1 と、研削装置 2 と、レーザーダイシング装置 1 により加工されたウェハを研削装置 2 へ搬送する搬送装置（図示せず）と、研削装置 2 により研削されたウェハをチップへ分割する分割装置とで構成された切断装置により行われる。

【 0 0 6 5 】

< 装置構成について >

(1) レーザーダイシング装置 1 について

図 1 は、レーザーダイシング装置 1 の概観構成を示す図である。同図に示すように、本実施の形態のレーザーダイシング装置 1 は、主として、ウェハ移動部 11、レーザー光学部 20 と観察光学部 30 とからなるレーザーヘッド 40、制御部 50 等から構成されている。

【 0 0 6 6 】

ウェハ移動部 11 は、ウェハ W を吸着保持する吸着ステージ 13 と、レーザーダイシング装置 1 の本体ベース 16 に設けられ、吸着ステージ 13 を X Y Z 方向に精密に移動させる X Y Z テーブル 12 等からなる。このウェハ移動部 11 によって、ウェハ W が図の X Y Z 方向に精密に移動される。

【 0 0 6 7 】

ウェハ W は、表面の一方の面に粘着材を有する B G テープ B が貼付され、裏面が上向きとなるように吸着ステージ 13 に載置される。

【 0 0 6 8 】

なお、ウェハ W は、一方の面に粘着材を有するダイシングシートが貼付され、このダイシングシートを介してフレームと一体化された状態で吸着ステージ 13 に載置されるようにしてもよい。この場合には、表面が上向きとなるように吸着ステージ 13 に載置される。

【 0 0 6 9 】

レーザー光学部 20 は、レーザー発振器 21、コリメートレンズ 22、ハーフミラー 23、コンデンスレンズ（集光レンズ）24、レーザー光をウェハ W に対して平行に微小移動させる駆動手段 25 等で構成されている。レーザー発振器 21 から発振されたレーザー光は、コリメートレンズ 22、ハーフミラー 23、コンデンスレンズ 24 等の光学系を経てウェハ W の内部に集光される。集光点の Z 方向位置は、後出の Z 微動手段 27 によるコンデンスレンズ 24 の Z 方向微動によって調整される。

【 0 0 7 0 】

次に、レーザー光の照射条件の一例を示す。以下に示すのは、好適なレーザー光照射条件の一例である。

【 0 0 7 1 】

ウェハ厚み：775 μm 、目標チップ厚み：50 μm の場合についての条件を以下に述べる。また、コンデンスレンズ 24 の条件は、倍率が 50 倍、N . A . が 0 . 55、レーザー光波長に対する透過率が 60 パーセントである。

【 0 0 7 2 】

< レーザー光の照射条件 >

(1) 予備照射 照射条件

照射深さ： チップ最深部から 70 μm 付近に照準（改質領域：約 60 μm ~ 80 μm ）

光源： 半導体レーザー励起 Nd : YAG レーザー、波長 1080 nm、

レーザー光スポット断面積： 3 . 14 $\times 10^{-8} \text{ cm}^2$ 、

発振形態： Q スイッチパルス、

10

20

30

40

50

繰り返し周波数：80 kHz ~ 120 kHz、
 出力：14 μ J ~ 25 μ J / パルス、
 レーザー光スキャン速度：250mm ~ 300mm/sec
 パルス間隔：2.1 ~ 3.75 μ m
 レーザー光品質：TEM00、
 偏光特性：直線偏光

ここで、より細かいピッチで照射する場合は、例えば、以下の条件が好適である。

光源：半導体レーザー励起Nd:YAGレーザー、波長1080 nm、
 レーザー光スポット断面積： $3.14 \times 10^{-8} \text{ cm}^2$ 、
 発振形態：Qスイッチパルス、
 繰り返し周波数：120 kHz、
 出力：14 μ J / パルス(～約25 μ J / パルス)
 レーザー光スキャン速度：250mm/sec
 パルス間隔：2.08 μ m
 レーザー光品質：TEM00、偏光特性は直線偏光

予備照射は、最終チップに最も近い場所であるため、最終チップ断面に改質領域を残さないように精密に照射することが望ましい。よって、パルス間隔を狭くすると共に、出力も、その後の本照射よりも抑えて、間違っても改質領域が最終チップに至らないように、精密に照射することが必要である。

【0073】

(2) 本照射 1回目 照射条件

予備照射の後の本照射においては、最終チップ部分より離れた位置に照射し、また予備照射で形成した改質層からの亀裂を進展させることが目的であるため、予備照射よりも大きい出力で粗く照射してかまわない。よって、例えば以下のような条件が適用できる。

照射深さ：チップ最深部から90 ~ 100 μ m付近に照準
 光源：半導体レーザー励起Nd:YAGレーザー、波長1080 nm、
 レーザー光スポット断面積： $3.14 \times 10^{-8} \text{ cm}^2$ 、
 発振形態：Qスイッチパルス、
 繰り返し周波数：80 kHz、
 パルス幅：12.5 μ s、
 出力：20 μ J / パルス、
 レーザー光スキャン速度：300mm/sec
 パルス間隔：3.75 μ m
 レーザー光品質：TEM00
 偏光特性：直線偏光。

又は、以下の条件でも良い。

光源：半導体レーザー励起Nd:YAGレーザー、波長1080 nm、
 レーザー光スポット断面積： $3.14 \times 10^{-8} \text{ cm}^2$ 、
 発振形態：Qスイッチパルス、
 繰り返し周波数：80 kHz、
 パルス幅：12.5 μ s、
 出力：20 μ J / パルス、
 レーザー光スキャン速度：300mm/sec
 パルス間隔：3.75 μ m
 レーザー光品質：TEM00
 偏光特性：直線偏光

上記本照射の条件の場合、レーザーパワーを予備照射よりも大きくし、多少の焦点精度が悪くても、焦点精度の悪化がチップ断面に改質層が及ぶことはない。また、多少の改質層がまばらであっても、先に照射した予備照射による改質層の亀裂を進展させるだけでよいのであるから、大きな問題はない。

【 0 0 7 4 】

また、本照射の改質層も、予備照射の改質層もいずれ研削によって除去されるのであるから、多少のばらつきがあっても、関係ない。

【 0 0 7 5 】

なお、2本のレーザー照射を立て続けに照射する場合は、特に予備照射で形成された改質層が完全に冷却されて固化する前に、本照射をすると、予備照射の亀裂が特に進展しやすい。

【 0 0 7 6 】

レーザー光スキャン速度は、ウェハを載せるステージの送り速度に依存するため、予備照射と同じ速度になり、パルス間隔も同一である方が望ましい。

10

【 0 0 7 7 】

(2) 効果 :

上記条件により得られる効果は次の通りである。即ち、このような条件により、先に照射した予備照射による改質層から延びる亀裂が、本照射によってさらに助長され、最終チップの断面部分にまで進展させることができる。この進展した亀裂を起点に最終的にチップを割断する。

【 0 0 7 8 】

観察光学部 3 0 は、観察用光源 3 1、コリメートレンズ 3 2、ハーフミラー 3 3、コンデンスレンズ 3 4、観察手段としての C C D カメラ 3 5、画像処理部 3 8、テレビモニタ 3 6 等で構成されている。

20

【 0 0 7 9 】

観察光学部 3 0 では、観察用光源 3 1 から出射された照明光がコリメートレンズ 3 2、ハーフミラー 3 3、コンデンスレンズ 2 4 等の光学系を経てウェハ W の表面を照射する。ウェハ W の表面からの反射光はコンデンスレンズ 2 4、ハーフミラー 2 3 及び 3 3、コンデンスレンズ 3 4 を経由して観察手段としての C C D カメラ 3 5 に入射し、ウェハ W の表面画像が撮像される。

【 0 0 8 0 】

この撮像データは画像処理部 3 8 に入力され、ウェハ W のアライメントに用いられるとともに、制御部 5 0 を経てテレビモニタ 3 6 に写し出される。

【 0 0 8 1 】

制御部 5 0 は、C P U、メモリ、入出力回路部等からなり、レーザーダイシング装置 1 の各部の動作を制御する。

30

【 0 0 8 2 】

なお、レーザーダイシング装置 1 は、図示しないウェハカセットエレベータ、ウェハ搬送手段、操作板、及び表示灯等から構成されている。

【 0 0 8 3 】

ウェハカセットエレベータは、ウェハが格納されたカセットを上下移動して搬送位置に位置決めする。搬送手段はカセットと吸着ステージ 1 3 との間でウェハを搬送する。

【 0 0 8 4 】

操作板には、ダイシング装置 1 0 の各部を操作するスイッチ類や表示装置が取付けられている。表示灯は、ダイシング装置 1 0 の加工中、加工終了、非常停止等の稼動状況を表示する。

40

【 0 0 8 5 】

図 2 は、駆動手段 2 5 の細部を説明する概念図である。駆動手段 2 5 は、コンデンスレンズ 2 4 を保持するレンズフレーム 2 6、レンズフレーム 2 6 の上面に取り付けられレンズフレーム 2 6 を図の Z 方向に微小移動させる Z 微動手段 2 7、Z 微動手段 2 7 を保持する保持フレーム 2 8、保持フレーム 2 8 をウェハ W と平行に微小移動させるリニア微動手段である P Z 1、P Z 2 等から構成される。

【 0 0 8 6 】

Z 微動手段 2 7 には電圧印加によって伸縮する圧電素子が用いられている。この圧電素

50

子の伸縮によってコンデンスレンズ 24 が Z 方向に微小送りされて、レーザー光の集光点の Z 方向位置が精密に位置決めされるようになっている。

【0087】

保持フレーム 28 は、図示しない 4 本のピアノ線からなる 2 対の平行バネで支持され、XY 方向には移動自在で、Z 方向の移動が拘束されている。なお、保持フレーム 28 の支持方法はこれに限らず、例えば複数のボールで上下に挟み込み、Z 方向の移動を拘束するとともに XY 方向に移動自在に支持してもよい。

【0088】

リニア微動手段 PZ1、PZ2 には、Z 微動手段 27 と同じく圧電素子が用いられており、一端がレーザーヘッド 40 のケース本体に固定され、他端が保持フレーム 28 の側面に当接している。

10

【0089】

図 3 は、駆動手段 25 の平面図である。図 3 に示すように、リニア微動手段 PZ1、PZ2 は X 方向に 2 個配置されており、夫々一端がレーザーヘッド 40 のケース本体に固定され、他端が保持フレーム 28 の側面に当接している。したがって、印加電圧を制御することによってコンデンスレンズ 24 を X 方向に往復微動送りすることができ、レーザー光を X 方向に往復微動送りさせたり振動させたりすることができる。

【0090】

なお、リニア微動手段 PZ1、PZ2 のうちどちらか一方に圧電素子を用い、他方をバネ材等の弾性部材にしてもよい。また、リニア微動手段を円周上に 3 個配置するようにしてもよい。

20

【0091】

レーザー発振器 21 からレーザー光 L が出射され、レーザー光 L はコリメートレンズ 22、ハーフミラー 23、コンデンスレンズ 24 等の光学系を経由してウェハ W の内部に照射される。照射されるレーザー光 L の集光点の Z 方向位置は、XYZ テーブル 12 によるウェハ W の Z 方向位置調整、及び Z 微動手段 27 によるコンデンスレンズ 24 の位置制御によって、ウェハ W 内部の所定位置に正確に設定される。

【0092】

この状態で XYZ テーブル 12 がダイシング方向である X 方向に加工送りされるとともに、レーザーヘッド 40 に設けられたリニア微動手段 PZ1、PZ2 によってコンデンスレンズ 24 が往復微小移動され、レーザー光 L がウェハ W と平行に X 方向、又は任意の XY 方向に振動され、レーザー光 L の集光点がウェハ W 内部で微小振動しながら予備改質領域 P1 (図 4 参照) を形成してゆく。これにより、ウェハ W の切断ラインに沿って、ウェハ W 内部に多光子吸収による予備改質領域 P1 が 1 ライン形成される。

30

【0093】

なお、必要に応じ、Z 微動手段 27 による Z 方向の振動を加えてもよい。また、レーザー光 L を加工方向である X 方向にゆっくり往復微動送りさせながらウェハ W を X 方向に送ることにより、レーザー光 L をミシン目のように行きつ戻りつ状態で繰返し照射するようにしてもよい。

【0094】

40

切断ラインに沿って予備改質領域 P1 が 1 ライン形成されると、XYZ テーブル 12 が Y 方向に 1 ピッチ割り出し送りされ、次のラインも同様に予備改質領域 P1 が形成される。

【0095】

全ての X 方向と平行な切断ラインに沿って予備改質領域 P1 が形成されると、XYZ テーブル 12 が 90°回転され、先程のラインと直交するラインも同様にして全て予備改質領域 P1 が形成される。

【0096】

全ての予備改質領域 P1 の形成が終了すると、図 4 に示すように、予備改質領域 P1 とウェハ W の厚さ方向の位置のみ異なる位置に本改質領域 P2 を形成する。すなわち、予備

50

改質領域 P 1 及び本改質領域 P 2 は、平面上の位置（ウェハ W 裏面又は表面から見た位置）は同じであり共に切断ラインに沿って形成されるが、ウェハ W の厚さ方向の位置のみが異なる。

【 0 0 9 7 】

X Y Z テーブル 1 2 によるウェハ W の Z 方向位置調整、及び Z 微動手段 2 7 によるコンデンスレンズ 2 4 の位置制御によって、予備改質領域 P 1 の形成時と照射されるレーザー光 L の集光点の Z 方向位置を変更する。

【 0 0 9 8 】

この状態で X Y Z テーブル 1 2 がダイシング方向である X 方向に加工送りされるとともに、レーザーヘッド 4 0 に設けられたリニア微動手段 P Z 1、P Z 2 によってコンデンスレンズ 2 4 が往復微小移動され、レーザー光 L がウェハ W と平行に X 方向、又は任意の X Y 方向に振動され、レーザー光 L の集光点がウェハ内部で微小振動しながら本改質領域 P 2 を形成してゆく。これにより、ウェハ W の切断ラインに沿って、ウェハ W 内部に多光子吸収による本改質領域 P 2 が 1 ライン形成される。

10

【 0 0 9 9 】

切断ラインに沿って本改質領域 P 2 が 1 ライン形成されると、X Y Z テーブル 1 2 が Y 方向に 1 ピッチ割り出し送りされ、次のラインも同様に予備改質領域 P 1 が形成される。全ての X 方向と平行な切断ラインに沿って本改質領域 P 2 が形成されると、X Y Z テーブル 1 2 が 9 0 ° 回転され、先程のラインと直交するラインも同様にして全て本改質領域 P 2 が形成される。これにより、全ての切断ラインに沿って本改質領域 P 2 が形成される。

20

【 0 1 0 0 】

（ 2 ）研削装置 2 について

図 5 は、研削装置 2 の概観構成を示す斜視図である。研削装置 2 の本体 1 1 2 には、アライメントステージ 1 1 6、粗研削ステージ 1 1 8、精研削ステージ 1 2 0、研磨ステージ 1 2 2、研磨布洗浄ステージ 1 2 3、研磨布ドレッシングステージ 1 2 7、及びウェハ洗浄ステージ 1 2 4 が設けられている。

【 0 1 0 1 】

粗研削ステージ 1 1 8、精研削ステージ 1 2 0、研磨ステージ 1 2 2 は、図 6 に示すように仕切板 1 2 5（図 5 では省略）によって仕切られ、各々のステージ 1 1 8、1 2 0、1 2 2 で使用する加工液が隣接するステージに飛散するのが防止されている。

30

【 0 1 0 2 】

仕切板 1 2 5 は、図 6 に示すように、インデックステーブル 1 3 4 に固定されるとともに、インデックステーブル 1 3 4 に設置された 4 台のチャック 1 3 2、1 3 6、1 3 8、1 4 0 を仕切るように十字形状に形成されている。

【 0 1 0 3 】

粗研削ステージ 1 1 8 は、粗研磨を行うステージであり、図 6 に示すように、本体 1 1 2 の側面、天板 1 2 8、及び仕切板 1 2 5 によって囲まれている。精研削ステージ 1 2 0 は、精研磨を行うステージであり、粗研磨ステージ 1 1 8 と同様に、本体 1 1 2 の側面、天板 1 2 9、及び仕切板 1 2 5 によって囲まれている。仕切板 1 2 5 の上面及び側面にはブラシ（図示せず）が配設され、粗研削ステージ 1 1 8、精研削ステージ 1 2 0 を外部から隔離している。また、天板 1 2 8、1 2 9 には、各ステージのヘッドが挿通される貫通孔 1 2 8 A、1 2 9 A が形成されている。

40

【 0 1 0 4 】

研磨ステージ 1 2 2 は、化学機械研磨を行うものであり、他のステージから隔離するために、図 6 に示すように、天板 1 2 6 A を有するケーシング 1 2 6 によって覆われている。なお、天板 1 2 6 A には、各ステージのヘッドが挿通される貫通孔 1 2 6 C が形成されている。

【 0 1 0 5 】

ケーシング 1 2 6 の仕切板 1 2 5 が通過する側面には、図 7 に示すように、ブラシ 1 2

50

6 B が取り付けられており、このブラシ 1 2 6 B は、チャック 1 4 0 が加工位置に位置した時に、仕切板 1 2 5 の上面 1 2 5 A 及び側面 1 2 5 B に接触される。これにより、チャック 1 4 0 が加工位置に位置すると、ケーシング 1 2 6、仕切板 1 2 5、及びブラシ 1 2 6 B によって略気密状態に保持される。

【 0 1 0 6 】

研磨ステージ 1 2 2 は、化学機械研磨を行うものであるため、研磨加工液に化学研磨剤が含有されている。このような研磨加工液に研削加工液が混入すると、化学研磨剤の濃度が低下し、加工時間が長くなるという不具合が生じる。研磨ステージ 1 2 2 を略機密状態に保つことにより、精研削ステージ 1 2 0 で使用される研削加工液や加工屑が研磨ステージ 1 2 2 に浸入するのを防止でき、また、研磨ステージ 1 2 2 で使用される研磨加工液が研磨ステージ 1 2 2 から飛散するのを防止できる。したがって、双方の加工液が混入することに起因する加工不具合を防止できる。

10

【 0 1 0 7 】

図 8 は、研磨ステージ 1 2 2 の構造図である。研磨ステージ 1 2 2 では、研磨布 1 5 6 と、研磨布 1 5 6 から供給されるスラリとによって研磨され、粗研磨、精研磨によりウェハ W の裏面に生じている加工変質層が除去される。加工変質層とは、研削によって生じた条痕や加工歪（結晶が変質している）等の総称である。

【 0 1 0 8 】

研磨ステージ 1 2 2 の研磨布 1 5 6 は、モータ 1 5 8 の出力軸 1 6 0 に連結された研磨ヘッド 1 6 1 に取り付けられている。モータ 1 5 8 の側面には、直動ガイドを構成するガイドブロック 1 6 2、1 6 2 が設けられており、ガイドブロック 1 6 2、1 6 2 が、サポートプレート 1 6 4 の側面に設けられたガイドレール 1 6 6 に上下移動自在に係合されている。したがって、研磨布 1 5 6 はモータ 1 5 8 とともに、サポートプレート 1 6 4 に対して上下移動自在に取り付けられている。

20

【 0 1 0 9 】

サポートプレート 1 6 4 は、水平に配置されたアーム 1 6 8 の先端に設けられている。アーム 1 6 8 の基端部は、ケーシング 1 7 0 内に配置されたモータ 1 7 2 の出力軸 1 7 4 に接続されている。したがって、モータ 1 7 2 が駆動されると、アーム 1 6 8 は出力軸 1 7 4 を中心に回転することができる。これにより、研磨布 5 6 を研磨位置（図 5 の実線参照）と、研磨布洗浄ステージ 1 2 3 による研磨布洗浄位置（図 5 の 2 点鎖線参照）と、研磨布ドレッシングステージ 1 2 7 によるドレス位置との範囲内で移動させることができる。

30

【 0 1 1 0 】

研磨布 1 5 6 は、研磨布洗浄位置に移動された際に、研磨布洗浄ステージ 1 2 3 によって、その表面が洗浄されて表面に付着している研磨屑等が除去される。なお、研磨布 1 5 6 としては、発泡ポリウレタン、研磨布等を例示することができ、研磨布洗浄ステージ 1 2 3 には、研磨屑を除去するブラシ等の除去部材が設けられている。この除去部材は、研磨布 1 5 6 の洗浄時に回転駆動され、研磨布 1 5 6 も同様にモータ 1 5 8 によって回転駆動される。研磨布ドレッシングステージ 1 2 7 には、研磨布 1 5 6 と同じ材料、例えば発泡ポリウレタンが採用されている。

40

【 0 1 1 1 】

ケーシング 1 7 0 の側面には、直動ガイドを構成するガイドブロック 1 7 6、1 7 6 が設けられ、このガイドブロック 1 7 6、1 7 6 が、ねじ送り装置用のハウジング 1 7 8 の側面に設けられたガイドレール 1 8 0 に上下移動自在に係合されている。また、ケーシング 1 7 0 の側面には、ナット部材 1 7 9 が突設されている。ナット部材 1 7 9 は、ハウジング 1 7 8 に形成された開口部（図示せず）を介してハウジング 1 7 8 内に配設されたねじ送り装置のねじ棒 1 8 1 に螺合されている。

【 0 1 1 2 】

ねじ棒 1 8 1 の上端には、モータ 1 8 2 の出力軸 1 8 4 が連結されている。したがって、モータ 1 8 2 が駆動されて、ねじ棒 1 8 1 が回転されると、ねじ送り装置の送り作用と

50

、ガイドブロック１７６とガイドレール１８０の直進作用とによって、ケーシング７０が上下移動される。これによって、研磨布１５６が上下方向に大きく移動され、研磨ヘッド１６１とウェハＷとの間隔が所定の間隔に設定される。

【０１１３】

モータ１５８の上面には、エアシリンダ装置１８６のピストン１８８がアーム１６８の貫通孔１６９を介して連結されている。また、エアシリンダ装置１８６には、シリンダの内圧Ｐを制御するレギュレータ１９０が接続されている。したがって、このレギュレータ１９０によって内圧Ｐが制御されると、ウェハＷに対する研磨布１５６の押圧力（圧接力）を制御することができる。

【０１１４】

なお、本実施の形態では、研磨体として研磨布１５６を適用したが、これに限定されるものではなく、加工変質層の除去が可能であれば、例えば研磨砥石や砥粒の電気泳動等を適用してもよい。研磨砥石や砥粒の電気泳動等を適用した場合には、定量研磨を行うことが好ましい。

【０１１５】

図５の説明に戻る。アライメントステージ１１６は、図示しない搬送装置によりレーザーダイシング装置１から搬送されたウェハＷを所定の位置に位置合わせするステージである。このアライメントステージ１１６で位置合わせされたウェハＷは、図示しない搬送用ロボットに吸着保持された後、空のチャック１３２に向けて搬送され、このチャック１３２の吸着面に吸着保持される。

【０１１６】

チャック１３２は、インデックステーブル１３４に設置され、また、同機能を備えたチャック１３６、１３８、１４０が、インデックステーブル１３４の回転軸１３５を中心とする円周上に９０度の間隔をもって設置されている。回転軸１３５には、モータ（図示せず）のスピンドル（図示せず）が連結されている。

【０１１７】

チャック１３６は、図５においては粗研削ステージ１１８に位置されており、吸着したウェハＷがここで粗研削される。チャック１３８は、図５においては精研削ステージ１２０に位置され、吸着したウェハＷがここで仕上げ研削（精研削、スパークアウト）される。チャック１４０は、図５においては研磨ステージ１２２に位置され、吸着したウェハＷがここで研磨され、研削で生じた加工変質層、及びウェハＷの厚みのバラツキ分が除去される。

【０１１８】

ここで、チャック１３２、１３６、１３８、１４０について説明する。チャック１３６、１３８、１４０はチャック１３２と同様の構成を有するため、チャック１３２について説明し、チャック１３６、１３８、１４０については説明を省略する。

【０１１９】

図９は、チャック１３２の詳細を示す図であり、（ａ）はチャック１３２の平面図、（ｂ）は（ａ）におけるＡ－Ａ'断面図、（ｃ）は（ｂ）におけるＢ部拡大図である。

【０１２０】

チャック１３２は、緻密体で形成されたチャック本体１３２ｂに、多孔質材（例えば、ポーラスセラミックス）で形成された載置台１３２ａが嵌めこまれることにより構成される。チャック本体１３２ｂの載置台１３２ａが嵌めこまれる下側には、真空吸着のために吸着孔１３２ｃが形成されている。なお、チャック１３２は、熱伝導率の低い材質で形成されることが望ましい。

【０１２１】

載置台１３２ａには、図９（ｃ）に示すように、ウェハＷがＢＧテープＢを介して載置される。載置台１３２ａは、図９（ｃ）に示すように、ウェハＷを載置台１３２ａに載置した時に、ウェハＷの外周の一部が載置台１３２ａからはみ出すよう形成されているが、その幅ｘは約１．５ｍｍ程度である。なお、本実施の形態で用いられるウェハＷは、直径

10

20

30

40

50

が約 12 インチ、厚さ t は約 775 μm である。

【0122】

吸着孔 132c は、図 9 (a)、(b) に示すように、載置台 132a の略全域を覆うように配置されている。吸着孔 132c には、図示しない流体継手が連結され、この流体継手に連結された図示しないサクシオンポンプが空気を吸引する。したがって、ウェハ W の略全面が載置台 132a の表面にしっかりと真空吸着される。これにより、位置ずれを起こすことなく、ウェハ W と載置台 132a とを面で密着させることができる。

【0123】

チャック 132、136、138、140 は、図 8 に示すように、その下面にスピンドル 194 とモータ 192 が各々連結され、これらのモータ 192 の駆動力によって回転される。モータ 192 は、支持部材 193 を介してインデックステーブル 134 に支持されている。これにより、チャック 132、136、138、140 をモータ 137 で移動させる毎に、スピンドル 194 をチャック 132、136、138、140 から切り離したり、次の移動位置に設置されたスピンドル 194 にチャック 132、136、138、140 を連結したりする手間を省くことができる。

【0124】

モータ 192 の下部には、シリンダ装置 117 のピストン 119 が連結されている。このピストン 119 が伸長されると、チャック 132、136、138、140 の下部に形成された凹部 (図示せず) に嵌入されて連結される。そして、チャック 132、136、138、140 は、ピストン 119 の継続する伸長動作によって、インデックステーブル 134 から上昇移動され、砥石 146、154 による研削位置に位置される。

【0125】

制御部 100 は、CPU、メモリ、入出力回路部等からなり、研削装置 2 の各部の動作を制御する。

【0126】

チャック 132 に吸着保持されたウェハ W は、制御部 100 に接続された一对の測定ゲージ (図示せず) によってその厚みが測定される。これらの測定ゲージは、それぞれ接触子を有し、接触子はウェハ W の上面 (裏面) に、他の接触子はチャック 132 の上面に接触されている。これらの測定ゲージは、チャック 132 の上面を基準点としてウェハ W の厚みをインプロセスゲージ読取値の差として検出することができる。なお、測定ゲージによる厚み測定はインラインで実施してもよい。また、ウェハ W の厚み測定の方法はこれに限られない。

【0127】

制御部 100 によりインデックステーブル 134 が図 5 の矢印 R 方向に 90 度回転されることで、厚みが測定されたウェハ W が粗研削ステージ 118 に位置され、粗研削ステージ 118 のカップ型砥石 146 によってウェハ W の裏面が粗研削される。このカップ型砥石 146 は、図 5 に示すように、モータ 148 の図示しない出力軸に連結され、また、モータ 148 のサポート用ケーシング 150 を介して砥石送り装置 152 に取り付けられている。砥石送り装置 152 は、カップ型砥石 146 をモータ 148 とともに昇降移動させるもので、この下降移動によりカップ型砥石 146 がウェハ W の裏面に押し付けられる。

【0128】

これにより、ウェハ W の裏面の粗研削が行われる。制御部 100 は、カップ型砥石 146 の下降移動量を設定し、モータ 148 を制御する。なお、カップ型砥石 146 の下降移動量、即ちカップ型砥石 146 による研削量は、予め登録されているカップ型砥石 146 の基準位置と、測定ゲージで検出されたウェハ W の厚みとに基づいて設定される。また、制御部 100 は、モータ 148 の回転数を制御することで、カップ型砥石 146 の回転数を制御する。

【0129】

粗研削ステージ 118 で裏面が粗研削されたウェハ W は、ウェハ W からカップ型砥石 146 が退避移動した後、制御部 100 に接続された測定ゲージ (図示せず) によってその

10

20

30

40

50

厚みが測定される。制御部 100 によりインデックステーブル 134 が図 5 の矢印 R 方向に 90 度回転されることで、厚みが測定されたウェハ W が精研削ステージ 120 に位置され、精研削ステージ 120 のカップ型砥石 154 によって精研削、スパークアウトされる。この精研削ステージ 120 の構造は、粗研削ステージ 118 の構造と同一なので、ここではその説明を省略する。また、カップ型砥石 154 による研削量は制御部 100 により設定され、カップ型砥石 154 の加工移動量及び回転数は制御部 100 により制御される。

【0130】

精研削ステージ 120 で裏面が精研削されたウェハ W は、ウェハ W からカップ型砥石 154 が退避移動した後、制御部 100 に接続された測定ゲージ（図示せず）によってその厚みが測定される。制御部 100 によりインデックステーブル 134 が図 5 の矢印 R 方向に 90 度回転されると、厚みが測定されたウェハ W が研磨ステージ 122 に位置され、研磨ステージ 122 の研磨布 156 によって化学機械研磨が行われ、ウェハ W の裏面が鏡面加工される。研磨布 156 の上下移動距離は、制御部 100 により設定され、制御部 100 によりモータ 182 が制御されることで研磨布 156 の位置が制御される。また、制御部 100 によりモータ 158 の回転数、すなわち研磨布 156 の回転数が制御される。

【0131】

研磨ステージ 122 で研磨されたウェハ W は、制御部 100 によりアーム 168 が回転され、研磨布 156 がウェハ W の上方位置から退避移動した後に、ロボット（図示せず）のハンド（図示せず）で吸着保持されてウェハ洗浄ステージ 124 に搬送される。ウェハ洗浄ステージ 124 としては、リンス洗浄機能、及びスピン乾燥機能を有するステージが適用されている。研磨終了したウェハ W は、加工変質層が除去されているので、容易に破損することはない。よって、ロボットによる搬送時、及びウェハ洗浄ステージ 124 における洗浄時において破損しない。

【0132】

ウェハ洗浄ステージ 124 で洗浄乾燥終了したウェハ W は、ロボット（図示せず）のハンド（図示せず）に吸着保持されて、カセット（図示せず）の所定の棚に収納される。

【0133】

（3）分割装置について

次に分割装置（不図示）について説明する。分割装置は、従来の通常の分割装置を使用することができる。例えば、再表 2004 - 100240 に開示されている、以下のような構成の分割装置を使用することができる。

【0134】

即ち、ダイシングテープの周縁部は枠状のフレームに固定されている。ダイシングテープ周縁部の内側部分の下面にはリング部材が当接している。このリング部材の上面外周縁部は滑らかに R 面取りがされている。ダイシングテープの下方には、UV 光源（UV 光照射手段）が配されている。

【0135】

UV 光源より UV 光をダイシングテープに向けて照射すると共に、フレームを下の方に押し下げる。UV 光の照射により、ダイシングテープの粘着剤を硬化させたり、テープの粘着力を変化させたりできる。

【0136】

同時に、フレームに下方向に力が付与され、下方に押し下げられる。これによりダイシングテープはエキスパンドされ、チップ同士の間隔が広げられる。この時、リング部材の上面外周縁部が滑らかに R 面取りされているので、ダイシングテープ S はスムーズにエキスパンドされる。

【0137】

フレーム F を押し下げるための機構としては、公知の各種直動装置が採用できる。たとえば、シリンダ部材（油圧、空圧等による）、モータとねじ（シャフトとしての雄ねじと軸受としての雌ねじとの組み合わせ）よりなる直動装置が採用できる。

【 0 1 3 8 】

UV光の照射強度（電力）、波長領域、照射時間等の照射条件は、ダイシングテープSの粘着剤の材質、ウェーハのサイズ、切断後のチップのサイズ等に応じて適宜の値が選択できる。

【 0 1 3 9 】

ここでUV光源については、必ずしも有する必要はなくダイシングテープの粘着力を調整することにより、適切にチップを切断することが可能である。

【 0 1 4 0 】

< 半導体基板の切断方法 1 >

次に、半導体基板の切断方法について説明する。図 1 0 は、半導体基板の切断方法の処理の流れを示すフローチャートである。

10

【 0 1 4 1 】

(1) レーザー改質工程 (ステップ S 1 0)

表面にBGテープBが貼付されたウェーハWが、裏面が上向きとなるようにレーザーダイシング装置1の吸着ステージ13に載置される。以下の処理はレーザーダイシング装置1で行われ、制御部50により制御される。

【 0 1 4 2 】

レーザー発振器21からレーザー光Lが出射されると、図11に示すように、レーザー光Lはコリメートレンズ22、ハーフミラー23、コンデンスレンズ24等の光学系を経由してウェーハWの内部に照射され、ウェーハWの内部に予備改質領域P1が形成される。

20

【 0 1 4 3 】

本実施の形態では、最終的に生成されるチップの厚さが略50 μm であるため、図11に示すように、ウェーハWの表面から略60 μm ~略80 μm の深さ、すなわちウェーハW表面からチップTの厚み分だけ裏面側に位置する面である目標面から略10 μm ~略30 μm だけウェーハW裏面側の位置にレーザー光を照射して予備改質領域P1を形成する。ウェーハWの表面（デバイス面）を効率的に破断するためには、目標面に近い比較的深い位置にレーザ改質領域を形成する必要があるからである。なお、目標面と予備改質領域のウェーハ厚さ方向の位置との関係は、最終的に生成されるチップの厚さにはよらず一定である。

【 0 1 4 4 】

制御部50は、パルス状の加工用のレーザー光LをウェーハWの表面に平行に走査して、ウェーハW内部に複数の不連続な予備改質領域P1、P1、...を並べて形成する。予備改質領域P1の内部には、微小空孔（以下、クラックという）K1が形成される。以下、複数の不連続な予備改質領域P1、P1、...が並べて形成された領域を予備改質層という。

30

【 0 1 4 5 】

図12に示す切断ラインLのすべてに沿って予備改質層が形成されたら、図12に示す切断ラインLのすべてに沿って、予備改質領域P1の位置とウェーハWの厚さ方向のみ異なる位置に本改質領域P2を形成する。図13に示すように、ウェーハWの表面から略100 μm ~略120 μm の深さ、すなわち予備改質層のウェーハW裏面側の面から略20 μm ~略40 μm だけウェーハW裏面側の位置にレーザー光を照射して本改質領域P2を形成する。

40

【 0 1 4 6 】

制御部50は、パルス状の加工用のレーザー光LをウェーハWの表面に平行に走査して、ウェーハW内部に複数の不連続な本改質領域P2、P2、...を並べて形成する。本改質領域P2の内部には、微小空孔（以下、クラックという）K2が形成される。以下、複数の不連続な予備改質領域P2、P2、...が並べて形成された領域を本改質層という。本実施の形態では、予備改質層と本改質層との間隔を略20 μm としているが、予備改質層と本改質層との間隔は略20 μm ~略30 μm であればよく、これに限定されるものではない。なお、予備改質領域のウェーハ厚さ方向の位置と、本改質領域のウェーハ厚さ方向の位置の関係は、最終的に生成されるチップの厚さにはよらず一定である。

【 0 1 4 7 】

50

このように予備改質領域 P 1 と本改質領域 P 2 とが所定の間隔で重ねて形成されると、本改質領域 P 2 形成時の衝撃により、図 1 4 に示すように、予備改質領域 P 1 内のクラック K 1 と本改質領域 P 2 内のクラック K 2 がつながる。すなわち、クラック K 2 が形成されることにより、クラック K 1 がウェハ W の厚さ方向に進展する。

【 0 1 4 8 】

クラック K 2 がつながる前（すなわち予備改質領域 P 1 のみが形成されていた図 1 1 における状態）は、クラック K 1 のウェハ W 厚さ方向の長さは中心から上下方向にそれぞれ略 $8\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$ であるが、クラック K 2 がクラック K 1 につながると、クラック K 1 のウェハ W 厚さ方向の長さは中心から上下方向にそれぞれ略 $20\ \mu\text{m}$ と長くなる。これにより、クラック K 1 は目標面よりウェハ W の表面側まで進展する。

10

【 0 1 4 9 】

すなわち、本改質領域 P 2 を形成することでクラックを微妙に進展させることが可能となる。したがって、目標面とウェハ W の表面との間まで等所望の位置までクラックを進展させることができ、後に説明する分割・離間工程（ステップ S 1 8）で効率よく分割することが可能となる。

【 0 1 5 0 】

なお、最終的に生成されるチップ T の厚さ、すなわち進展させたいクラックの長さに応じて、本改質領域 P 2 に加えて本改質領域 P 3 を形成するようにしてもよい。図 1 5 は、予備改質領域 P 1 を 1 つと本改質領域 P 2、P 3 を 2 つの合計 3 つの改質領域を形成した場合の模式図である。本改質領域 P 2 と本改質領域 P 3 との間隔は、予備改質領域 P 1 と本改質領域 P 2 との間隔と同じである。

20

【 0 1 5 1 】

図 1 5 に示すように、予備改質領域 P 1、本改質領域 P 2 が形成されているところに、本改質領域 P 2 と所定の間隔で本改質領域 P 3 が重ねて形成されると、本改質領域 P 3 形成時の衝撃により、本改質領域 P 3 内のクラック K 3 が本改質領域 P 2 内のクラック K 2 につながり、それによりクラック K 2 につながっているクラック K 1 がウェハ W の厚さ方向に進展する。

【 0 1 5 2 】

このように、本改質領域の数を増やしていくと、予備改質領域 P 1 のクラック K 1 を進展させることができる。なお、新たに形成される本改質領域と、直前に形成された本改質領域との間隔は、予備改質領域 P 1 と本改質領域 P 2 との間隔と同じである。

30

【 0 1 5 3 】

表 1 は、照射深さ間隔 $20\ \mu\text{m}$ のときの、本改質領域の数とクラック K 1 の進展する長さとの関係を示すものである。表 1 より、最終チップ T の厚さを略 $60\ \mu\text{m}$ とする場合において、初期の予備改質領域の下端が、デバイス面側から $90\ \mu\text{m}$ の位置に照射された場合に、残り $30\ \mu\text{m}$ ほどクラックを進展させる必要があることがわかる。このとき、本改質領域の数として、表 1 によれば、2 つ形成すればよいことがわかる。2 つ形成することで初期の予備改質領域から派生する亀裂を $40\ \mu\text{m}$ 延長することができるからである。表 1 は、材質が Si で面方位が (100) 等のウェハを用いた場合であるが、様々な別の材料によっても、本改質領域の数によってクラックが進展する長さをあらかじめ求めておく

40

【 0 1 5 4 】

【表 1】

| 本改質領域の数 (照射深さ間隔 20 μm) | クラック K 1 の進展する長さ (μm) |
|---------------------------------------|------------------------------------|
| 0 | 略 8 ~ 10 |
| 1 | 略 20 |
| 2 | 略 40 |
| 3 | 略 60 |

10

【0155】

クラック K 1 が所望の長さに進展したら、ステップ S 10 の処理を終了する。

【0156】

(2) 研削除去工程 (ステップ S 12)

レーザー改質工程 (ステップ S 10) により切断ライン L に沿って改質領域が形成されたら、搬送装置 (図示せず) によりウェハ W をレーザーダイシング装置 1 から研削装置 2 へ搬送する。以下の処理は研削装置 2 で行われ、制御部 100 により制御される。

【0157】

搬送されたウェハ W を裏面を上側、すなわちウェハ W の表面に貼付された B G テープ B を下側にしてチャック 132 (例示、チャック 136、148、140 でも可) に載置させ、ウェハ W の略全面をチャック 132 に真空吸着させる。

20

【0158】

インデックステーブル 134 を回転軸 135 を中心に回転させてチャック 132 を粗研削ステージ 118 に搬入し、ウェハ W を粗研磨する。

【0159】

粗研磨は、チャック 132 を回転させるとともにカップ型砥石 146 を回転させることにより行う。本実施の形態では、カップ型砥石 146 として番手が # 325 番以上の砥石 (例えば、東京精密製ピトリファイド 325) を用い、カップ型砥石 146 の回転数は略 3000 rpm である。

【0160】

粗研磨後、インデックステーブル 134 を回転軸 135 を中心に回転させてチャック 132 を精研削ステージ 120 に搬入し、チャック 132 を回転させるとともにカップ型砥石 154 を回転させてウェハ W を精研磨する。本実施の形態では、カップ型砥石 154 として番手が # 2000 以上の砥石 (例えば、東京精密製レジン 2000) を用い、カップ型砥石 154 の回転数は略 2400 rpm である。

30

【0161】

本実施の形態では、図 16 に示すように、粗研磨と精研磨とをあわせて目標面まで、すなわちウェハ W の表面からチップ T の厚さ (本実施の形態では略 50 μm) だけ裏面側に位置する面まで研削を行う。本実施の形態では、粗研磨で略 700 μm の研削を行い、精研磨で略 30 ~ 40 μm の研削を行うが、厳密に決まっているわけではなく、粗研磨と精

40

【0162】

したがって、図 16 に示すように、予備改質層及び本改質層は研削工程で除去され、最終的な製品であるチップ T 断面にはレーザー光による予備改質領域 P 1 及び本改質領域 P 2、P 3・・・は残らない。そのため、チップ断面から改質層が破碎し、破碎した部分からチップ T が割れたり、また破碎した部分から発塵したりということをなくすることができる。

【0163】

なお、本実施の形態では、研削時の条件によっては、この研削除去工程においてもクラック K 1 をさらに進展させることも可能である。ウェハ W の裏面 (研削面) は熱膨張によ

50

って円盤状の場合外周方向に広がろうとする（熱膨張による変位）のに対し、ウェハWの表面（吸着面）は物理的に位置ずれしないように略全面が拘束されているため、ウェハ内部に歪が生じ、この内部歪によりクラックKがウェハWの厚み方向に進展するからである。なお、研削によりクラックK1を進展させるためには、研磨初期に研削水を供給せずに研削熱を上昇させるように研削することや、また、少なくともレーザー光による改質領域がウェハの中立面より下側に存在するという条件下でクラックを進展させる研削を行う必要がある。なお、この現象はウェハWの略全面を固定する場合に限定されるものであり、ウェハWをリテーナ等に嵌め込むことで基板の外周を支持する場合や、ウェハWの一部のみを吸着する場合には発生しない。

【0164】

10

（3）化学機械研磨工程（ステップS14）

この工程は研削装置2で行われ、制御部100により制御される。

【0165】

精研磨後、インデックステーブル134を回転軸135を中心に回転させてチャック132を研磨ステージ122に搬入し、研磨ステージ122の研磨布156によって化学機械研磨が行われ、研削除去工程（ステップS12）においてウェハWの裏面に形成された加工変質層が除去され、ウェハW裏面が鏡面加工される。

【0166】

本実施の形態では、研磨布156としてポリウレタン含浸不織布（例えば、東京精密製TS200L）を用い、スラリーとしてコロイダルシリカを用い、研磨布156の回転数は略300rpmである。

20

【0167】

研削除去工程（ステップS12）により、ウェハWの裏面は、図17に示すような凹凸が多数形成されている。化学エッチングにより研磨を行う場合には、表面形状がそのまま保たれるため、凹部から割れが発生する恐れがあるし、表面が鏡面化されない。それに対し、本実施の形態では、化学機械研磨であるため、加工により生じた加工歪を除去され、表面の凹凸が除去されて鏡面化される。

【0168】

すなわち、最終製品であるチップTの品質向上のためには、砥石を用いた研削除去工程と、研磨布を使用した化学液を含んだ遊離砥粒による化学機械研磨工程の二つが必要不可欠となる。

30

【0169】

（4）エキスパンドテープ貼付工程（ステップS16）

化学機械研磨工程（ステップS14）が行われたウェハWの裏面にエキスパンドテープFを貼り付ける。エキスパンドテープは弾性テープの一種であり、伸縮自在である。

【0170】

本実施の形態では、化学機械研磨工程（ステップS14）においてウェハWの裏面が鏡面化されているため、エキスパンドテープFとウェハWとの密着性も格段に向上する。また、最終的に生成されるチップTの抗折強度をあげることもできる。

【0171】

40

（5）分割・離間工程（ステップS18）

エキスパンドテープ貼付工程（ステップS16）でエキスパンドテープFが裏面に貼付されたウェハWを、図18に示すようにウェハWの表面が上になるように載置する。レーザー改質工程（ステップS10）においてクラックが目標面より表面側へ進展しているため、図18に示すように、ウェハWのエキスパンドテープFが貼付されている側には進展したクラックが形成されている。

【0172】

その後、図19に示すように、エキスパンドテープFを外側へ拡張する（エキスパンド）と、進展したクラックをもとにウェハWが破断される。すなわち、ウェハWが切断ラインで破断され、複数のチップTに分割される。その後、エキスパンドテープFをさらに拡

50

張すると個々のチップＴが離間する。

【０１７３】

本実施の形態では、レーザー改質工程（ステップＳ１０）において、クラックを目標面より下側に進展させることによって、この分割・離間工程においてエキスパンドテープＦを引っ張るだけで、効率よくウェハＷをチップＴに分割することが可能となる。また、クラックを進展させるときに完全にウェハを切断しないため、作業効率がよい。

【０１７４】

また、本実施の形態では、化学機械研磨工程（ステップＳ１４）でウェハＷ裏面が鏡面加工されているため、エキスパンドする際にエキスパンドテープＦとチップＴとがずれを起こして部分的に剥離することがない。

10

【０１７５】

以上、説明したように、本実施の形態によれば、研削によりレーザー光により形成された改質領域内のクラックを進展させることができるため、チップＴの断面にレーザー光により形成された改質領域が残らないようにすることができる。そのため、チップＴが割れたり、チップＴ断面から発塵したりとするという不具合を防ぐことができる。したがって、安定した品質のチップを効率よく得ることができる。

【０１７６】

なお、本実施の形態では、ステップＳ１０において本改質領域Ｐ２を形成することにより予備改質領域Ｐ１内のクラックＫ１を目標面とウェハＷの表面との間まで進展させたが、クラックＫ１を進展させる位置はこれに限られない。本実施の形態では本改質領域を形成することでクラックＫ１を微妙に進展させることができるため、例えばデバイス面に負荷をかけることなくウェハＷを完全に分割させるようにクラックＫ１を進展させることも可能である。この場合には、分割・離間工程（ステップＳ１８）において、エキスパンドテープＦをエキスパンドするとチップＴ間が離間する。

20

【０１７７】

< 第２の実施の形態 >

本発明の第２の実施の形態は、ウェハＷをチップＴへと分割する方法が第１の実施の形態と異なるものである。

【０１７８】

以下、第２の実施の形態について説明する。なお、第１の実施の形態と同一の部分については説明を省略する。

30

【０１７９】

本実施の形態は、レーザーダイシング装置１と、研削装置２と、レーザーダイシング装置１により加工されたウェハを研削装置２へ搬送する第１の搬送装置（図示せず）と、研削装置２により研削されたウェハをチップへ分割する分割装置３００と、ウェハを研削装置２から分割装置３００へ搬送する第２の搬送装置（図示せず）とで構成された切断装置により行われる。

【０１８０】

< 装置構成について >

レーザーダイシング装置１と、研削装置２とは、第１の実施の形態と同一であるため、分割装置３００についてのみ説明する。

40

【０１８１】

図２０は、分割装置３００の概略を示す図である。図２０において、（Ａ）は、分割装置３００の平面図であり、（Ｂ）は、分割装置３００の側面図である。分割装置３００は、ウェハ３０２を吸着固定するためのウエハチャック３０４と、ウエハチャック３０４を撓ませるための撓ませ手段３０６と、真空ポンプ３０８とを主に含んで構成される。

【０１８２】

ウエハチャック３０４は、独立吸着孔を有する独立吸着チャック３１０と、前記独立吸着孔に連通する螺旋溝を有する連通溝チャック３１２と、を主に含んで構成され、独立吸着チャック３１０と、独立吸着チャック３１０とは重ね合わさっている。

50

【 0 1 8 3 】

連通溝チャック 3 1 2 と、独立吸着チャック 3 1 0 の厚みは、それぞれ約 1 mm であり、二つ重なることによって約 2 mm 程度になる。それぞれアクリル等の樹脂素材を部材として作製されることが好ましい。しかしながら、樹脂素材に限定するものではなく、セラミック等その他の素材でも良く、ウエハを真空吸着した後に、ウエハチャックを撓ませることができるものならば、どんな素材を選択しても良い。また、ウエハチャック 3 0 4 の素材そのものが必ずしも撓む必要はなく、ウエハチャック 3 0 4 全体として撓む構成、構造であればよい。

【 0 1 8 4 】

撓ませ手段 3 0 6 は、先端が丸まった棒状体であり、ウエハチャック 3 0 4 裏面の中心部を下方から上方に突き上げることによりウエハチャック 3 0 4 を半球状に撓ませることができる。

10

【 0 1 8 5 】

ウエハ 3 0 2 は、外周を例えば金属などのフレームで固定されたエキスパンドフィルム 3 1 4 上に貼り付けられたままでウエハチャック 3 0 4 に載せられて、真空吸着される。エキスパンドフィルム 3 1 4 は、多少通気性がある方が好ましく、通気性があることにより、ウエハ 3 0 2 自身が真空力により直接ウエハチャック 3 0 4 に吸着される。

【 0 1 8 6 】

ウエハチャック 3 0 4 は、ウエハ 3 0 2 を吸着したまま撓ませ手段により、半球状に撓ませられる。これにより、ウエハ 3 0 2 は、切断ラインに沿って分割される。

20

【 0 1 8 7 】

次に、チャック撓ませ手段の他の実施形態について図 2 5 を参照して説明する。図 2 5 は、チャック撓ませ手段の他の実施形態を示す説明図である。この図において、チャック撓ませ手段 3 2 0 以外は、図 2 0 と同じなので説明を省略する。

【 0 1 8 8 】

図 2 5 に示すように、チャック撓ませ手段 3 2 は、かまぼこ形状を成している。また、この分割装置 3 0 0 は、チャック撓ませ手段 3 2 0 をウエハ 3 0 2 に対して相対的に回転させる手段（図示せず）も備えている。

【 0 1 8 9 】

ウエハ 3 0 2 に形成されている分割ラインは、ウエハ表面内で違いに垂直である X 軸、Y 軸を考えたとき、この X 軸方向、Y 軸方向にある場合が多い。そこで、次のようにしてウエハ 3 0 2 を分割する。即ち、チャック撓ませ手段 3 2 0 の一側面が、X 軸に平行になるようにチャック撓ませ手段 3 2 0 の位置を合わせる。次に、分割ラインが X 軸に平行になるようにウエハ 3 0 2 を位置合わせウエハチャック 3 0 4 に載せて真空吸着させる。

30

【 0 1 9 0 】

チャック撓ませ手段 3 2 0 をウエハチャック 3 0 4 の下面に押し付けることによってウエハチャック 3 0 4 と共にウエハ 3 0 2 を撓ませて X 方向に分割する。次に、チャック撓ませ手段 3 2 0 をウエハチャック 3 0 4 から離して、90 度回転させ、前記一側面が Y 軸に平行になるようにして、再度ウエハチャック 3 0 4 の下面に押し付けることにより、ウエハ 3 0 2 を Y 方向に分割する。これにより、ウエハ 3 0 2 は、X 方向、Y 方向ともに分割ラインに沿って割ることができる。

40

【 0 1 9 1 】

ここで、ウエハ 3 0 2 を真空吸着せず、弾性フィルムであるダイシングフィルムを介してチャック撓ませ手段 3 2 0 に押せてウエハ 3 0 2 を撓ませた場合は、ある一部でウエハが先に割れると、その割れた部分でウエハが急峻に曲がり、そこでチャック撓ませ手段 3 2 0 の曲率が吸収されるため、部分的にウエハが曲がらず、分割されないままでチャック撓ませ手段 3 2 0 に倣うことがある。

【 0 1 9 2 】

そこで、ウエハ 3 0 2 をまずウエハチャック 3 0 4 に真空吸着させて、ウエハチャック 3 0 4 でウエハ 3 0 2 を平面に矯正した後、そのウエハチャック 3 0 4 ごと撓ませると、

50

ウェハ 302 内の各部分は、ウェハチャック 304 の撓みに対応して、ウェハ 302 は吸着されたまま倣うので、ウェハ 302 の面内に、一様に一定の曲げ応力が印加されるため、分割残りが無く、ウェハ 302 を分割することができる。

【0193】

<半導体基板の切断方法 2>

次に、上述したものとは異なる半導体基板の切断方法について説明する。図 21 は、半導体基板の切断方法の処理の流れを示すフローチャートである。レーザー改質工程（ステップ S10）、研削除去工程（ステップ S12）、化学機械研磨工程（ステップ S14）については第 1 の実施の形態と同一であるため説明を省略する。

【0194】

（1）エキスパンドテープ貼付工程（ステップ S16）

化学機械研磨工程（ステップ S14）により化学機械研磨が行われたら、第 2 の搬送装置（図示せず）によりウェハ W が研削装置 2 から分割装置へ搬送される。以下の処理は分割装置で行われる。

【0195】

図 22（a）に示すように、化学機械研磨工程（ステップ S14）が行われたウェハ W を、テーブル 201 の本体部 201a にウェハ W の裏面を上、すなわち BG テープ B が本体部 201a に接触するように載置する。クラック K が目標面とウェハ W の表面との間にまで進展され（亀裂進展工程）、かつウェハ W が目標面まで研削されているため、テーブル 201 に載置されるウェハ W は、裏面側にクラック K が露出している（図 22（c）参照）。

【0196】

その後、吸着孔 201b（図 16（a）、（b）では省略）を介して空気が吸引されると、図 22（b）に示すように、ウェハ W の略全面が本体部 201a の表面にしっかりと真空吸着される。これにより、ウェハ W が本体部 201a に沿って変形してウェハ W に曲げモーメントが働き、ウェハ W 内部に曲げ応力が生じる。

【0197】

図 22（c）は、ウェハ W の略全面が本体部 201a の表面に真空吸着されたときのウェハ W の状態を示す図である。本体部 201a は凸形状を有するため、ウェハ W が変形すると、ウェハ W のクラック K が露出された裏面側には引張り応力が生じる。この引張り応力によりクラック K が広がり、それによりクラック K がデバイス面にまで進展し、ウェハ W が破断される。すなわち、ウェハ W が切断ラインで破断され、複数のチップ T に分割される。

【0198】

ここで、亀裂の進展について説明する。凸形状のチャック面にウェハを吸着させると、微小亀裂が残っているウェハ裏面に対して引っ張り応力が作用し、反対にデバイス面側には圧縮応力が作用する。そのため、引っ張り応力が作用する微小亀裂を起点としてさらに亀裂は進展し、デバイス面側に到達する。この際の凸形状の曲率などは、ウェハの剛性、厚みや研削研磨時に形成した亀裂進展の深さなどを基に、さらに亀裂が緩やかに進展してウェハ割れに至る最適な引っ張り応力が作用する程度に、適宜最適化すればよい。

【0199】

ウェハ W が複数のチップ T に分割されたら、図 22（d）に示すように、本体部 201a に吸引されたウェハ W の裏面にエキスパンドテープ F をローラ 202 で押圧し、ウェハ W の裏面にエキスパンドテープ F を貼り付ける。エキスパンドテープは弾性テープの一種であり、伸縮自在である。

【0200】

本実施の形態では、研削除去工程（ステップ S12）においてウェハ W が目標面まで除去されている、すなわちウェハ W が薄くなっているため、小さい曲げ応力でクラックをデバイス面まで進展させることができる。

【0201】

また、本実施の形態では、クラックKが目標面より下側に進展されているため、このエキスパンドテープ貼付工程（ステップS16）においてウェハWに曲げ応力を生じさせることで、効率よくウェハWをチップTに分割することが可能となる。また、クラックを進展させるときにはBGテープBが貼付されているため、チップTがばらばらになることがなく、作業効率がよい。

【0202】

また、本実施の形態では、ウェハWの略全面を本体部201aの表面に真空吸着させるため、ウェハWにエキスパンドテープを貼付することなくウェハWに曲げ応力を生じさせることができる。

【0203】

なお、本実施の形態では、ウェハWに曲げ応力を生じさせてクラックKをデバイス面まで進展させてからエキスパンドテープFを貼付したが、エキスパンドテープFを貼付してからウェハWを本体部201に真空吸着させて、ウェハWに曲げ応力を生じさせてクラックKをデバイス面まで進展させてもよい。エキスパンドテープFは伸縮自在であるため、エキスパンドテープFが貼付されていたとしても、ウェハWに曲げ応力を生じさせることでクラックKが進展し、ウェハWをチップTへと分割することができる。

【0204】

また、エキスパンドテープが貼り付けられた場合、エキスパンドテープとBGテープとによってウェハは拘束されているため、ウェハが割れて破壊した際によって伝播する衝撃を抑えることが可能となる。

【0205】

エキスパンドテープが張り付けられていない場合で、BGテープとウェハが密着していない場合は、割る際の衝撃によって、チップがBGテープから浮き上がり、一部はそこから飛び跳ねることもある。また、飛び跳ねずとも、割れる際の衝撃がチップ内を走り、チップが割れることもあった。しかし、エキスパンドテープとBGテープにウェハが挟まれていることにより、ウェハが割れた際の衝撃は、ウェハ両面から拘束され、なおかつ両者とも弾性フィルムであるため、その衝撃を吸収することから、こうした曲げ応力を附加することによって付随的に起こるチップ破損を大幅に防止することができる。ただし、クラックKをデバイス面まで効率よく進展させるために、エキスパンドテープFは無くてもよい。

【0206】

（2）離間工程（ステップS18）

エキスパンドテープ貼付工程（ステップS16）でウェハWの裏面に貼付されたエキスパンドテープFを外側へ拡張する（エキスパンド）と、個々のチップTが離間する。

【0207】

以上、説明したように、本実施の形態によれば、研削によりレーザー光により形成された改質領域内のクラックを進展させることができるため、チップTの断面にレーザー光により形成された改質領域が残らないようにすることができる。そのため、チップTが割れたり、チップT断面から発塵したりとするという不具合を防ぐことができる。したがって、安定した品質のチップを効率よく得ることができる。また、効率よくウェハWをチップTに分割することが可能となる。

【0208】

なお、本実施の形態では、エキスパンドテープ貼付工程（ステップS16）において、ウェハWをテーブル201に真空吸着させてウェハWを変形させることで、ウェハWに曲げ応力を生じさせてチップTに分割したが、ウェハWに曲げ応力を生じさせる方法はこれに限られない。

【0209】

例えば、図23に示すように、ウェハWをテーブル201の本体部201aの表面にローラ202等で押し付けることでウェハWを本体部201aの凸形状に沿って変形させるとともに、エキスパンドテープFをウェハWの裏面に貼付するようにしてもよい。この場

10

20

30

40

50

合には、ウェハWに曲げ応力を生じさせることと、エキスパンドテープFの貼付とが同時に行われる。また、図24に示すように、まずウェハWの裏面にエキスパンドテープFを貼付し、その後エキスパンドテープFの中央部を吸引する等によりウェハWの裏面側に引張り応力を生じさせるようにしてもよい。

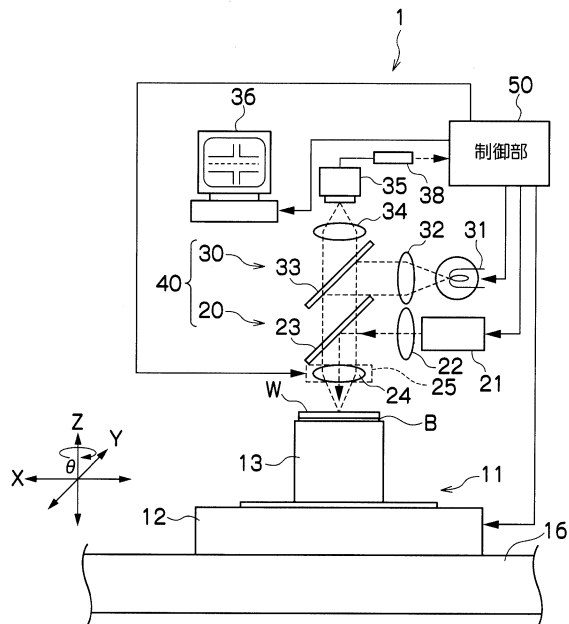
【符号の説明】

【0210】

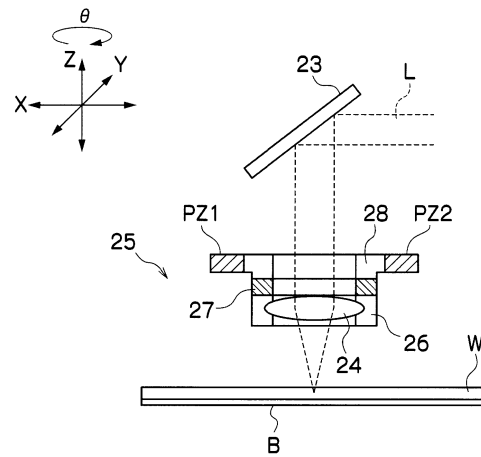
1...レーザーダイシング装置、2...研削装置、W...ワーク、B...BGテープ、F...エキスパンドテープ、11...ウェハ移動部、13...吸着ステージ、20...レーザー光学部、30...観察光学部、40...レーザーヘッド、50...制御部、118...粗研削ステージ、120...精研削ステージ、122...研磨ステージ、132、136、138、140...チャック、146、154...カップ型砥石、156...研磨布、300...分割装置

10

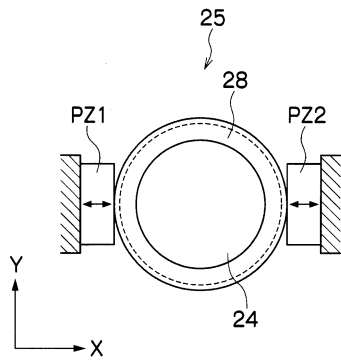
【図1】



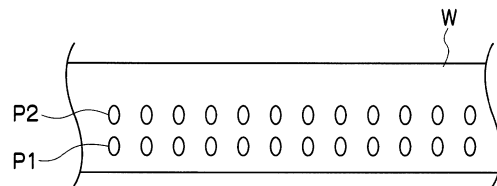
【図2】



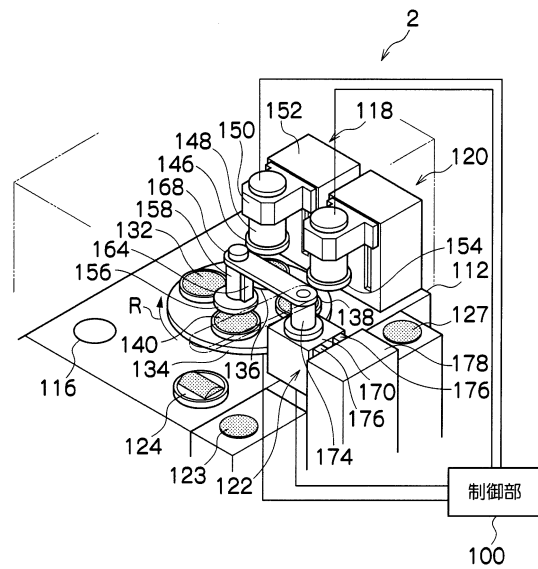
【図 3】



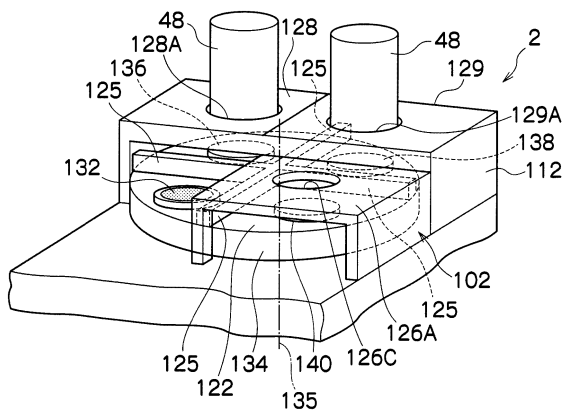
【図 4】



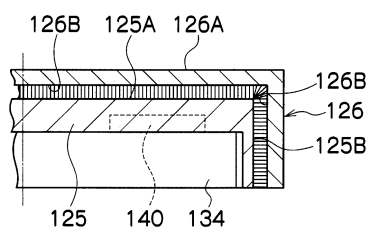
【図 5】



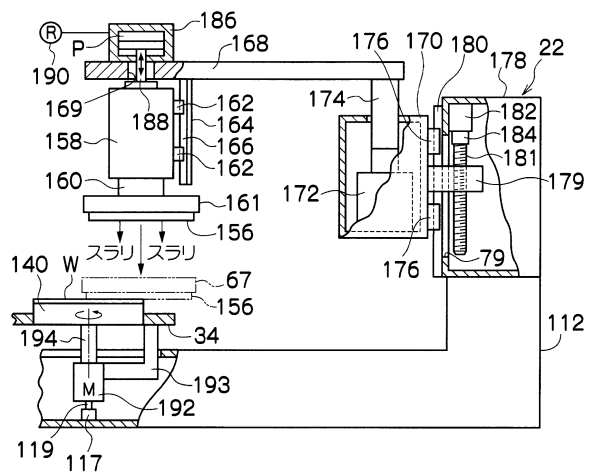
【図 6】



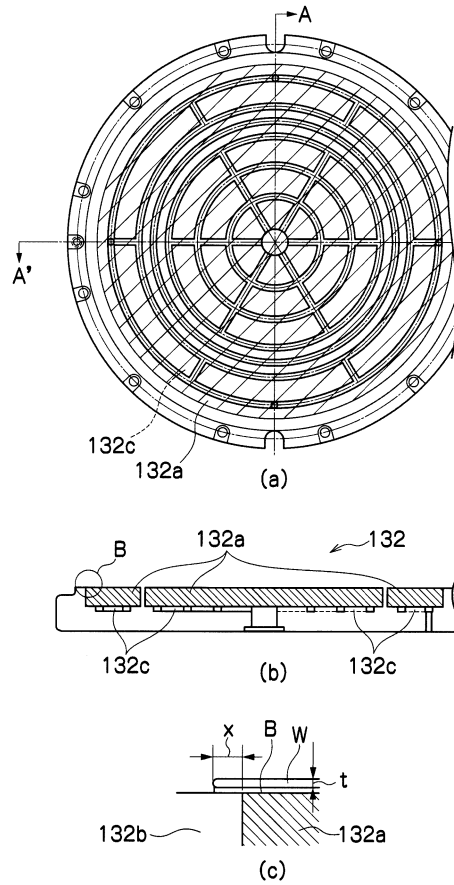
【図 7】



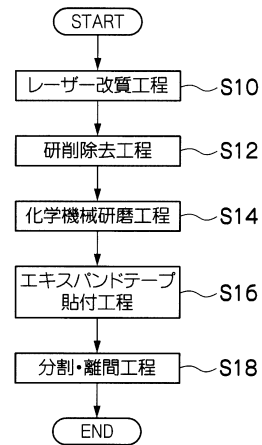
【図 8】



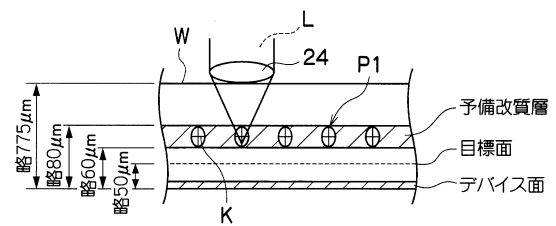
【図 9】



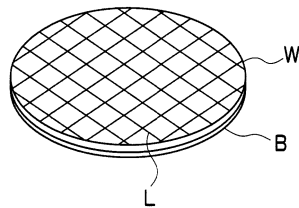
【図 10】



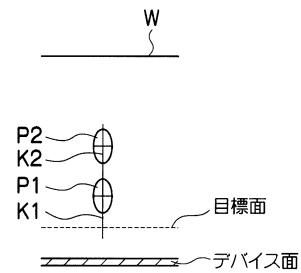
【図 11】



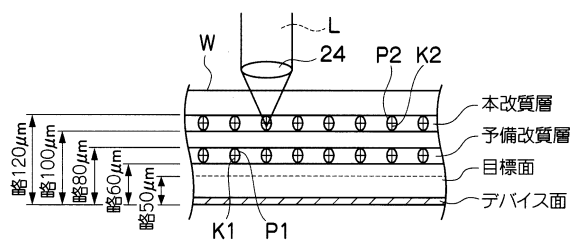
【図 12】



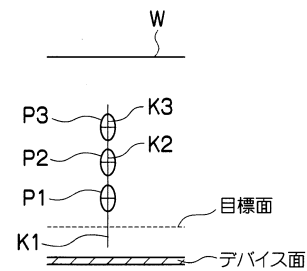
【図 14】



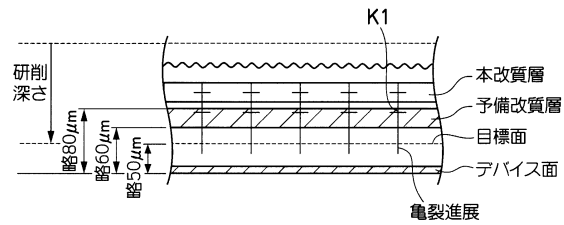
【図 13】



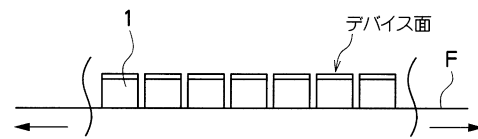
【図 15】



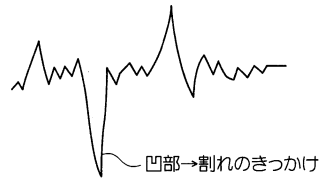
【図 16】



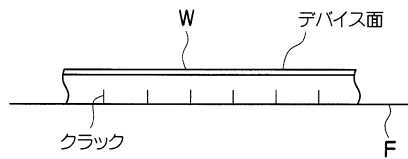
【図 19】



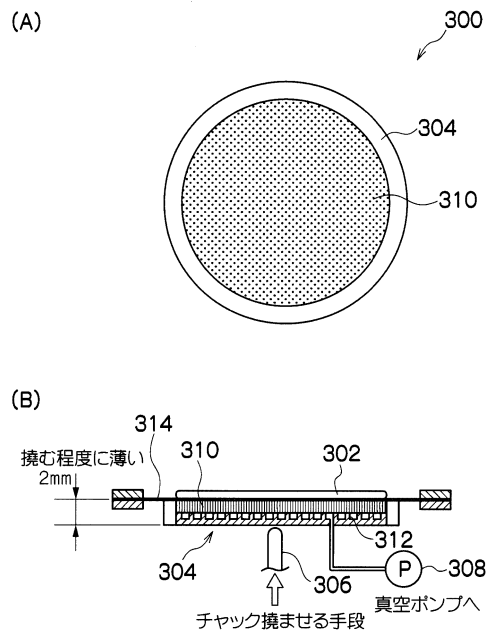
【図 17】



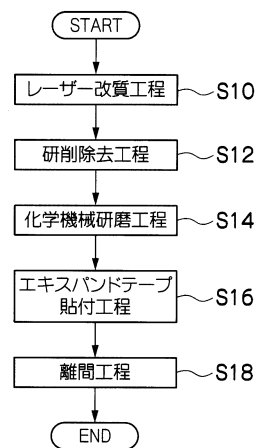
【図 18】



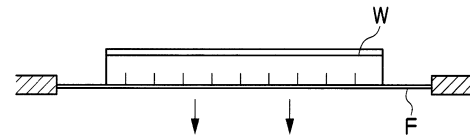
【図 20】



【図 21】



【圖 24】



A schematic diagram of a curved structure 201. A roller 202 is positioned on the upper surface of the structure. The roller is shown with a curved arrow indicating its rotation. The structure is labeled with 'W' at the left end, 'B' below the left end, and 'F' at the right end. The roller is labeled '202'.

Figure 1 consists of two schematic diagrams, (A) and (B), illustrating the device 300.

(A) Top view of the device 300, showing a circular structure. The central region is labeled 310, and the outer ring is labeled 304.

(B) Cross-sectional view of the device 300. The device is mounted on a base 320. A substrate 302 is shown with a layer 310 on top. A force F is applied to the layer 310. The layer 310 is connected to a vacuum pump 308 via a tube 312. The device is mounted on a base 320. A scale bar indicates 2mm.

 フロントページの続き

| | | | | | |
|----------------|--------------|------------------|---------|-------|---|
| (51)Int.Cl. | | | F I | | |
| B 2 4 B | 7/22 | (2006.01) | H 0 1 L | 21/78 | M |
| B 2 4 B | 37/10 | (2012.01) | B 2 3 K | 26/00 | H |
| | | | B 2 3 K | 26/53 | |
| | | | B 2 3 K | 26/40 | |
| | | | B 2 4 B | 7/22 | Z |
| | | | B 2 4 B | 37/04 | G |

(72)発明者 植木原 明
 東京都八王子市石川町 2 9 6 8 - 2 株式会社東京精密内

審査官 宇田川 辰郎

(56)参考文献 特開昭 5 2 - 0 7 6 8 7 2 (J P , A)
 特開 2 0 0 9 - 1 6 6 1 5 0 (J P , A)
 特開 2 0 0 7 - 1 0 9 8 6 9 (J P , A)
 国際公開第 2 0 1 0 / 0 9 0 1 1 1 (W O , A 1)
 特許第 4 4 4 0 5 8 2 (J P , B 2)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
 H 0 1 L 2 1 / 3 0 1
 H 0 1 L 2 1 / 3 0 4
 B 2 3 K 2 6 / 0 0
 B 2 4 B 7 / 2 2