

(43) 国際公開日
2009 年 6 月 25 日 (25.06.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/078231 A1

(51) 国際特許分類:

B23K 26/38 (2006.01) B23K 26/40 (2006.01)
B23K 26/00 (2006.01) H01L 21/301 (2006.01)
B23K 26/06 (2006.01) B23K 101/40 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2008/070406

(22) 国際出願日: 2008 年 11 月 10 日 (10.11.2008)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2007-327249

2007 年 12 月 19 日 (19.12.2007) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社東京精密 (TOKYO SEIMITSU CO., LTD.) [JP/JP];
〒1818515 東京都三鷹市下連雀九丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤 良祐 (ITO, Ryosuke) [JP/JP]; 〒1818515 東京都三鷹市下連雀九丁目 7 番 1 号 株式会社東京精密内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 松浦 憲三 (MATSUURA, Kenzo); 〒1630239 東京都新宿区西新宿二丁目 6 番 1 号 新宿住友ビル 39 階 私書箱第 176 号 新都心国際特許事務所 Tokyo (JP).

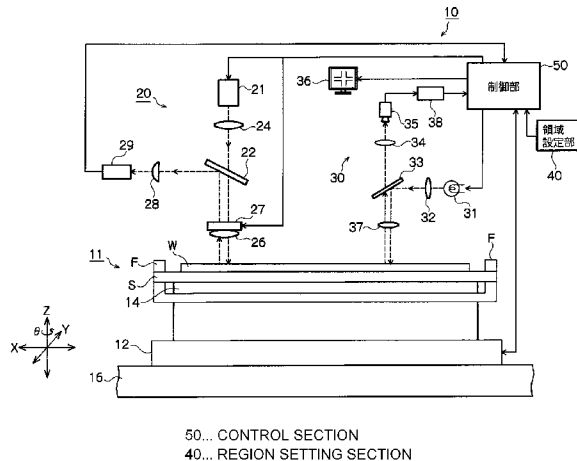
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE,

[続葉有]

(54) Title: LASER DICING APPARATUS AND DICING METHOD

(54) 発明の名称: レーザーダイシング装置及びダイシング方法

[×11]



(57) Abstract: Highly accurate dicing is performed without being affected by steps on a wafer surface, and particle generation due to abrasion is eliminated. A laser dicing apparatus (10), which forms a modified layer on a wafer (W) by irradiating the wafer (W) with a laser beam, is provided with a condensing lens (26) for condensing the laser beam; an astigmatic optical measuring section (29), which measures an uneven shape of a surface of the wafer (W), based on the laser beam applied by a laser oscillating apparatus (21); an actuator (27), which adjusts the position of the light condensing point of the laser beam by shifting the condensing lens (26); and a control section (50) for controlling the actuator (27). The control section (50) switches to control based on the uneven shape measured by the astigmatic optical measuring section (29) and to control for maintaining the condensing lens (26) at a fixed position, in accordance with the position of the laser beam.

(57) 要約: ウェーハ表面の段差による影響を受けずに高精度なダイシングを行い、且つ、アブレーション起因のパーティクル発生を防止することを可能にする。 レーザー光をウェーハ (W) に照射することで改質層をウェーハ W に形成するレーザーダイシング装置 (10) は、レーザー光を集光するコンデンスレンズ (26) と、レーザー発振装置 (21) により照射さ

[続葉有]



SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

れたレーザー光に基づいてウェーハ (W) の表面の凹凸形状を測定する非点収差式光学測定部 (29) と、コンデンスレンズ (26) を移動させてレーザー光の集光点の位置を調節するアクチュエータ (27) と、アクチュエータ (27) を制御する制御部 (50) とを備える。制御部 (50) は、レーザー光の位置に応じて、非点収差式光学測定部 (29) により測定された凹凸形状に基づいた制御と、コンデンスレンズ (26) の位置を一定に維持する制御とを切り替える。

明 細 書

レーザーダイシング装置及びダイシング方法

技術分野

[0001] 本発明は、半導体装置や電子部品等のウェーハを個々のチップに分割するレーザーダイシング装置及びダイシング方法に関するものである。

背景技術

[0002] ダイシング工程におけるチップングの問題を解決する手段として、従来のダイシングブレードによる切断に替えて、ウェーハの内部に集光点を合わせたレーザー光を入射し、ウェーハ内部に多光子吸収による改質領域を形成して個々のチップに分割するレーザーダイシング装置に関する技術が提案されている(例えば、特許文献1参照)。

[0003] 特許文献1に記載されているようなレーザーダイシング装置では、ウェーハの内部に形成する改質領域をウェーハ表面から一定の深さに形成するため、ウェーハ表面の位置(高さ)を検出してレーザー光の集光点の位置を高精度に制御する必要がある。

[0004] このため従来のレーザーダイシング装置では、オートフォーカス機構によりレーザー光の集光点の位置が制御される。具体的には、図7に示すように、レーザー発振装置21からウェーハに向けてレーザー光L1が照射される。照射されたレーザー光L1のうち一部はウェーハ内部に入射して、ある位置(集光点)で集光し、改質領域Pを形成する。このレーザー照射により形成された改質領域Pは、ウェーハをチップに個片化するためのきっかけとなる。一方、ウェーハ表面で反射したレーザー光L2は、ハーフミラー22を介して、光学式測定部29に取り込まれる。光学式測定部29は、受光したレーザー光L2に基づいて、ウェーハ表面の凹凸形状を検出する。そして光学式測定部29によって検出された凹凸形状に基づいて、制御部50がレーザー発振装置21(正確には、レーザー発振装置21から発振されたレーザー光を集光するコンデンスレンズの位置)を制御し、レーザー光の集光点のウェーハ厚み方向の位置が、レーザー光の走査に対してリアルタイムで調節される。このようなオートフォーカス機構を

利用することで、ウェーハ表面の凹凸形状に追従した高精度なダイシングを行うことができる。

特許文献1:特開2005-175147号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上述のオートフォーカス機構をウェーハ全面にわたって適用すると次のような問題が発生する。

[0006] 一般的にウェーハは、平滑な表面で構成されるが、数マイクロメートル程度の段差が存在する場合もあり得る。このような数マイクロメートルの段差の周辺について、オートフォーカス機構を適用すると、段差部分では十分な精度で集光点位置の調節を行うことができず、結果としてダイシングの精度の低下やアブレーションによるパーティクルの発生を招くこととなる。この問題について、図7を用いて具体的に説明する。

[0007] ダイシングの精度の低下やパーティクルの発生の原因となり得る典型的なウェーハ表面の段差として、ウェーハの外周部に設けられた保護膜60が形成する段差62(図7参照。)が挙げられる。ウェーハ外周部の保護膜60はウェーハの中央部と比べて盛り上がりしており、数マイクロメートルの段差62が存在する。このような数マイクロメートルの段差62の周辺について、オートフォーカス機構を適用すると、段差62の急激な表面変位に制御部50による制御が十分に追従できずオーバーシュートしてしまう。その結果、図7に示すように、レーザー光の集光点は上下に大きく変動してしまい、高精度なダイシングをすることができない。このオーバーシュートの問題は、保護膜60が形成されていないウェーハ中央部(半導体デバイスが形成された領域)におけるダイシング精度に影響を及ぼすため、チップ不良の原因となる。さらに、集光点変動により、ウェーハ表面にレーザー光が集光してしまうと、アブレーション起因のパーティクルが発生しチップ不良を引き起こす。

[0008] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、表面に段差が存在するウェーハをダイシングする場合であっても、段差の影響を受けることなく、高精度なダイシングを行うことができ、アブレーション起因のパーティクル発生を防止するレーザーダイシング装置およびダイシング方法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

- [0009] 上記目的を達成するため、本発明の1態様によれば、ウェーハにレーザー光を照射することで、前記ウェーハに改質領域を形成するレーザーダイシング装置は、前記レーザー光を照射するレーザー光照射部と、前記レーザー光照射部から照射される前記レーザー光を集光する集光部と、前記レーザー光照射部により照射されるレーザー光に基づいて、前記ウェーハの表面の凹凸形状情報を取得する表面情報取得部と、前記集光部をウェーハ厚み方向に移動させて、前記レーザー光の集光点の位置を調節する集光点位置調節部と、前記表面情報取得部により取得される前記凹凸形状情報に基づいて前記集光点位置調節部を制御する第1の制御部と、前記集光部のウェーハ厚み方向の位置を一定に維持するように前記集光点位置調節部を制御する第2の制御部と、前記ウェーハに対して前記レーザー光を相対移動させるレーザー光移動部と、前記レーザー光移動部により移動する前記レーザー光のウェーハ上の位置に応じて、前記第1の制御部と前記第2の制御部とのいずれかを選択する制御部選択部とを備える。
- [0010] 本態様に係るレーザーダイシング装置は、ウェーハ上のレーザー光の位置に応じて、集光点位置調節部を制御する制御部を、第1の制御部と第2の制御部との間で切り替える。したがって、急激な段差のないウェーハ上の領域の範囲内でレーザー光が走査されている場合は、表面検出部によりリアルタイムで検出されたウェーハ表面の凹凸形状に基づいた精密な集光点位置の調節を行うとともに、急激な段差の存在する可能性の高いウェーハ上の領域では、集光部の位置を固定したままレーザー光を走査することで、段差の影響によるオーバーシュートを防止することができる。結果として、ダイシング精度の低下及びアブレーション起因のパーティクル発生を防止することができる。
- [0011] また、上記レーザーダイシング装置は、前記制御部選択部により前記第2の制御部が選択される領域を設定する領域設定部を更に備えることが好ましい。
- [0012] この構成によれば、急激な段差が含まれる可能性の高い領域を領域設定部でレーザー加工(ダイシング)前に設定することで、当該領域については、集光部の位置を固定したままレーザー光を走査し、一方で、それ以外の領域については、表面検出

部により検出されたウェーハ表面の凹凸形状に基づいて精密に集光点位置を調節することができる。これにより、表面に段差が存在するウェーハをダイシングする場合であっても、段差の影響を受けず、ウェーハ全面にわたって、アブレーション起因のパーティクルを発生させることなく高精度にダイシングを行うことができる。

[0013] 領域設定部が設定する前記領域は、ウェーハの周端部と前記ウェーハの周端部から所定の距離だけ内側に入った略同心円とによって囲まれる領域であることが好ましい。

[0014] この場合、一般的なウェーハに設けられているウェーハ外周部の保護膜による段差の影響を受けずに、ウェーハ全面にわたって、アブレーション起因のパーティクルを発生させることなく高精度にダイシングを行うことができる。

[0015] また上記目的を達成するために、本発明の更なる1態様によれば、レーザー光を照射するレーザー光照射部と、前記レーザー光をウェーハの内部で集光させる集光部と、前記レーザー光を前記ウェーハに対して移動させるレーザー光移動部とを備えるレーザーダイシング装置を用いたウェーハのダイシング方法は、前記レーザー光照射部により照射されるレーザー光に基づいて前記ウェーハの表面の凹凸形状情報を取得する表面情報取得工程と、前記レーザー光移動部により移動する前記レーザー光のウェーハ上の位置に応じて、前記表面情報取得工程において取得される前記凹凸形状情報に基づいて前記レーザー光の集光点の位置を調節する第1の調節方式と、前記集光部のウェーハ厚み方向の位置を一定に維持する第2の調節方式とのいずれかの方式を選択する調節方式選択工程と、前記調節方式選択工程において選択された方式に基づいて、前記レーザー光の集光点の位置を調節する集光点位置調節工程とを含む。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、表面に段差が存在するウェーハをダイシングする場合であっても、段差の影響を受けずに、アブレーション起因のパーティクルを発生させることなく高精度なダイシングを行うことができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図1は、本発明の実施形態の一つであるレーザーダイシング装置の構成を示す

概略図である。

[図2]図1は、本実施形態に係るレーザーダイシング装置に搬入されるウェーハの様子を示す斜視図である。

[図3A]図3Aは、ウェーハ内部に形成された改質層を表す概念図(その1)である。

[図3B]図3Bは、ウェーハ内部に形成された改質層を表す概念図(その2)である。

[図4A]図4Aは、ウェーハ表面ーコンデンスレンズ間距離と4分割フォトダイオードで受光されたレーザー光の断面形状との関係を示す概念図(その1)である。

[図4B]図4Bは、ウェーハ表面ーコンデンスレンズ間距離と4分割フォトダイオードで受光されたレーザー光の断面形状との関係を示す概念図(その2)である。

[図4C]図4Cは、ウェーハ表面ーコンデンスレンズ間距離と4分割フォトダイオードで受光されたレーザー光の断面形状との関係を示す概念図(その3)である。

[図5]図5は、本実施形態に係るレーザーダイシング装置を用いて、ウェーハ内部に改質領域を形成する様子を示す模式図である。

[図6]図6は、本実施形態の変形例に係るレーザーダイシング装置を用いて、ウェーハ内部に改質領域を形成する様子を示す模式図である。

[図7]図7は、従来のレーザーダイシング装置を用いて、ウェーハ内部に改質領域を形成する様子を示す模式図である。

符号の説明

[0018] 10…レーザーダイシング装置

11…ウェーハ移動部

12…XYZ θ テーブル

14…吸着ステージ

20…レーザー光学部

21…レーザー発振装置

22…ハーフミラー

24…コリメートレンズ

26…コンデンスレンズ

27…アクチュエータ

- 28…円柱レンズ
- 29…非点収差式光学測定部
- 29A…4分割フォトダイオード
- 30…観察光学部
- 31…観察用光源
- 32…コリメートレンズ
- 33…ハーフミラー
- 34…コンデンスレンズ
- 35…CCDカメラ
- 36…テレビモニタ
- 38…画像処理装置
- 40…領域設定部
- 50…制御部
- 60…保護膜
- 62…段差

発明を実施するための最良の形態

[0019] 以下添付図面に従って本発明に係るレーザーダイシング装置及びダイシング方法の好ましい実施の形態について詳説する。尚、各図において同一部材には同一の番号または記号を付している。

[0020] [レーザーダイシング装置の概略構成]

本発明の実施形態の一つであるレーザーダイシング装置の概略構成について説明する。

[0021] 図1は、本実施形態に係るレーザーダイシング装置の概略構成図である。図2は、図1に示すダイシング装置10に搬入されるウェーハの様子を示す概略図である。図2に示すように、ダイシング装置10に搬入されるウェーハWは一方の面に粘着材を有するダイシングシートSに貼付され、このダイシングシートSを介してフレームFと一体化されている。

[0022] レーザーダイシング装置10は、図1に示すように、ウェーハ移動部11、レーザー光

学部20、観察光学部30、制御部50等から構成される。

[0023] ウェーハ移動部11は、レーザーダイシング装置10の本体ベース16に設けられたXYZ θ テーブル12、ウェーハを吸着保持する吸着ステージ14等により構成される。吸着ステージ14は、XYZ θ テーブル12に載置されており、ダイシングシートSを介してフレームFにマウントされたウェーハWを吸着保持する。このような構成を有するウェーハ移動部11によって、図1のXYZ θ 方向にウェーハWを高精度に移動させる。なお、本実施形態では、XYZ θ テーブル12を後述のレーザー発振装置21に対して移動させることにより、ウェーハ上でレーザー光を走査する。このように、本実施形態では、「レーザー光移動部」の一態様として、XYZ θ テーブル12をレーザー発振装置21に対して移動させている。他にも、レーザー光移動部としては、レーザー発振装置21を移動させる態様であってもよいし、XYZ θ テーブル12とレーザー発振装置21の両者を移動させる態様であってもよい。

[0024] レーザー光学部20は、レーザー光を発振するレーザー発振装置(「レーザー照射部」に相当)21、発振されたレーザー光を平行光に揃えるコリメートレンズ24、レーザー光を集光するコンデンスレンズ(「集光部」に相当)26、コンデンスレンズ26を光軸上で微小移動させるアクチュエータ(「集光点位置調節部」に相当)27、ウェーハ表面で反射されたレーザー光を後述する非点収差式光学測定部(「表面検出部」に相当)29に取り出すハーフミラー22、ハーフミラー22により取り出されたレーザー光を集光する円柱レンズ28等から構成される。

[0025] レーザー光学部20では、レーザー発振装置21から発振されたレーザー光はコリメートレンズ24、ハーフミラー22、コンデンスレンズ26等の光学系を経てウェーハWの内部に集光される。集光点のZ方向位置は、アクチュエータ27によってコンデンスレンズ26をZ方向に微小移動させることにより調節される。

[0026] 本実施形態では、アクチュエータ27として圧電素子を使用している。この圧電素子は中空の円筒形状であり、上端がレーザー光学部20の本体に固定されており、下端がコンデンスレンズ26を保持するレンズフレームと接合されている。電圧が印加されると圧電素子は伸縮し、圧電素子の伸縮に応じてコンデンスレンズ26が光軸方向に微小移動する。

[0027] ここでレーザー発振装置21から発振されたレーザー光がウェーハ内部に形成する改質領域について説明する。レーザー発振装置21から発振されたレーザー光としては、例えば、パルス幅が $1\mu\text{s}$ 以下のレーザー光であって、集光点におけるピークパワー密度が $1\times 10^8(\text{W}/\text{cm}^2)$ 以上となるものを用いることができる。図3A及び3Bは、ウェーハ内部の集光点近傍に形成される改質領域を説明する概念図である。図3Aは、ウェーハWの内部に入射された加工用のレーザー光L1が集光点に改質領域Pを形成した状態を示し、図3Bはパルス状の加工用のレーザー光L1をウェーハWの表面に平行に走査して、内部に複数の不連続な改質領域Pが並んで形成された状態を模式的に示している。図3Aに示すように、レーザー光学部20からのレーザー光L1の一部がウェーハWに入射して、集光点近傍でエネルギーが集中し、多光子吸収によるクラック領域、熔融領域、屈折率変化領域等の改質領域Pが形成される。レーザー光L1は空気中からウェーハに入射する際に屈折するため、改質領域Pが形成される深さ(集光点のウェーハ厚み方向の位置)は、空気とウェーハの屈折率差に依存する。図3Bに示すように、パルス状の加工用レーザー光L1をウェーハに照射して複数の改質領域Pをダイシングストリートに沿って形成することで、ウェーハWは分子間力のバランスが崩れ、自然に割断するかあるいは僅かな外力を加えることにより割断される。

[0028] 観察光学部30は、観察用光源31、コリメートレンズ32、ハーフミラー33、コンデンスレンズ34、37、観察装置としてのCCDカメラ35、画像処理装置38、テレビモニタ36等を備える。

[0029] 観察光学部30では、観察用光源31において発光した照明光がコリメートレンズ32、ハーフミラー33、コンデンスレンズ37等の光学系を経てウェーハWの表面に到達する。ウェーハWの表面からの反射光はコンデンスレンズ37、ハーフミラー33、コンデンスレンズ34を経由して観察装置としてのCCDカメラ35に入射し、ウェーハWの表面画像が撮像される。

[0030] この撮像データは画像処理装置38で画像処理され、制御部50に入力される。この撮像データに基づいて、制御部50の制御のもとにXYZ θ テーブル12が移動してウェーハWのアライメントが行われる。また撮像データは制御部50を経てテレビモニタ3

6に映し出される。

- [0031] 制御部50は、CPU、メモリ、入出力回路部等からなり、ウェーハ移動部11、レーザー光学部20、観察光学部30等のレーザーダイシング装置10の各部を制御する。例えば、制御部50は、レーザー光のウェーハ厚み方向における集光点位置を調節するために、アクチュエータ27を制御する。すなわち、制御部50は、非点収差式光学測定部29により検出されたウェーハの凹凸形状に基づいてアクチュエータ27を制御する「第1の制御部」や、コンデンスレンズ26のウェーハ厚み方向の位置を吸着ステージ14に対して一定に維持するようにアクチュエータ27を制御する「第2の制御部」として機能する。また、制御部50は、アクチュエータ27を制御する制御部を、第1の制御部と第2の制御部のいずれかを選択する「制御部選択部」として機能する。制御部50の詳細については後述する。
- [0032] レーザーダイシング装置10は、第2の制御部がアクチュエータ27を制御するウェーハ上の領域を設定する領域設定部40を備えるとともに、制御部選択部として機能する制御部50が、領域設定部40により設定されたウェーハ上の領域の範囲内でレーザー光が走査される場合に第2の制御部を選択してアクチュエータ27を制御することが好ましい。
- [0033] 領域設定部40としては、例えば、レーザーダイシング装置を使用するユーザーが、急激な段差が含まれる可能性の高い領域を入力するためのユーザーインターフェイスを挙げることができる。
- [0034] このように領域設定部40を設けることで、急激な段差が含まれる可能性の高い領域をレーザー加工(ダイシング)前に予め設定することができる。そして、領域設定部40により設定された領域については、第2の制御部を用いて、コンデンスレンズ26のウェーハ厚み方向の位置を吸着ステージ14に対して一定に維持するとともに、それ以外の領域では、第1の制御部を用いて、非点収差式光学測定部29により検出されたウェーハ表面の凹凸形状に基づいた精密な集光点位置調節を行うことができる。結果として、表面に段差が存在するウェーハをダイシングする場合であっても、段差の影響を受けず、ウェーハ全面にわたって、アブレーション起因のパーティクルを発生させることなく高精度にダイシングを行うことが出来る。

- [0035] 領域設定部40が設定するウェーハ上の領域は、ウェーハ上の一部の領域であってもよいし、ウェーハ全面であってもよい。例えば、使用するウェーハの凹凸が無視できるほど小さく、オートフォーカス機能を使用する必要がない場合には、第2の制御部を用いた集光点位置調節が行われるウェーハ上の領域として、ウェーハ全面を設定することが好ましい。第2の制御部を用いた集光点位置調節が行われるウェーハ上の領域として、ウェーハ全面を設定した場合には、ウェーハ全面にわたって第2の制御部を用いて集光点位置が調節される。したがって第1の制御部を用いて集光点位置を調節するために必要となるリアルタイム凹凸検出(非点収差式光学測定部29を用いたウェーハ表面の凹凸検出)を省略することができ、ダイシングに要する時間を大幅に短縮することができる。
- [0036] また、領域設定部40が設定するウェーハ上の領域は、ウェーハの周端部と前記ウェーハの周端部から所定の距離だけ内側に入った略同心円とによって囲まれる領域であることが好ましい。
- [0037] この態様によれば、一般的なウェーハに設けられているウェーハ外周部の保護膜60による段差62の影響を受けずに、ウェーハ全面にわたって、アブレーション起因のパーティクルを発生させることなく高精度にダイシングを行うことが出来る。また、領域を設定するために必要なパラメータが一つ(ウェーハの周端部からの距離のみ)であり、領域設定部40を用いた領域設定を簡素化することができる。
- [0038] ダイシング装置10はこの他に、図示しないウェーハカセットエレベータ、ウェーハ搬送部、操作板、及び表示灯等を備える。
- [0039] ウェーハカセットエレベータは、ウェー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。搬送部はカセットと吸着ステージ14との間でウェーハを搬送する。
- [0040] 操作板には、ダイシング装置10の各部を操作するスイッチ類や表示装置が取り付けられている。表示灯は、ダイシング装置10の加工中、加工終了、非常停止等の稼動状況を表示する。
- [0041] [第1の制御部と第2の制御部]
- 次に、制御部50に含まれる第1の制御部と第2の制御部とについて詳細に説明す

る。

[0042] 本実施形態では、制御部50は、非点収差式光学測定部29により検出されたウェーハの凹凸形状に基づいてアクチュエータ27を制御する第1の制御部と、コンデンスレンズ26のウェーハ厚み方向の位置を一定に維持するようにアクチュエータ27を制御する第2の制御部とを含む。

[0043] まず、第1の制御部によるアクチュエータ27の制御について説明する。

[0044] 図1に示すように、ウェーハWの表面に照射されたレーザー光のうち一部はウェーハWの表面で反射し、コンデンスレンズ26とハーフミラー22を介して、円柱レンズ28を通過して、非点収差式光学測定部29の4分割フォトダイオード29A(図4Aから4Cに図示)で受光される。

[0045] 4分割フォトダイオード29Aが出力した信号は制御部50で処理され、ウェーハWの表面の厚さ方向位置(ウェーハ表面の凹凸形状)が求められる。求められたウェーハWの表面の厚さ方向位置データに基づいて、アクチュエータ27はレーザー光の集光点の位置を調節する。

[0046] 図4Aから4Cは、非点収差式光学測定部29の測定原理を説明するための概念図である。図4Aから4Cには、ウェーハ表面から反射されたレーザー光がコンデンスレンズ26、円柱レンズ28を通過して非点収差式光学測定部29の4分割フォトダイオード29Aに到達するまでの様子を示している。図4Aから4Cでは説明の簡素化のため、図1に示すハーフミラー22を省略している。

[0047] 図4Aには、4分割フォトダイオード29Aに到達したレーザー光の断面形状が真円となる場合の様子が示されている。図4Bは、ウェーハ表面とコンデンスレンズ26との距離が図4Aの場合と比べて遠くなった場合を示す。図4Bから分かるように、4分割フォトダイオード29Aで受光されるレーザー光の断面形状は縦方向に引き伸ばされた楕円である。一方、図4Cは、ウェーハ表面とコンデンスレンズ26との距離が図4Aの場合と比べて近くなった場合を示す。図4Cから分かるように、4分割フォトダイオード29Aで受光されるレーザー光の断面形状は横方向に引き伸ばされた楕円である。このように、4分割フォトダイオード29Aで受光されるレーザー光の断面形状は、ウェーハ表面とコンデンスレンズ26との距離によって異なる。本実施形態では、この性質を利

用してウェーハ表面の凹凸形状を検出する。すなわち、受光したレーザー光を4分割フォトダイオード29Aで光電変換して、演算することによりウェーハ表面位置を検出する。以上が、本実施形態で採用する、非点収差法を用いたウェーハ表面の凹凸形状の検出方法である。このように本実施形態では、ウェーハ表面の凹凸形状を検出する「表面検出部」の一態様として、非点収差法を利用しているが、ナイフエッジ法などの他の公知の検出方法を用いる構成であってもよい。

[0048] 以上のようにして検出されたウェーハ表面の凹凸形状は非点収差式光学測定部29から制御部50に送られる。制御部50の第1の制御部は、非点収差式光学測定部29で検出されたウェーハ表面の凹凸形状に基づいてアクチュエータ27を制御して、コンデンスレンズ26とウェーハ表面との距離を変化させ、集光点のウェーハ厚み方向の位置を調節する。このようにして第1の制御部がアクチュエータ27を制御する場合は、レーザー加工中にリアルタイムで検出したウェーハ表面の凹凸形状に基づいて集光点の位置を調節することで、ウェーハ表面の微小な凹凸形状に追従して高精度なダイシングを行うことができる。

[0049] 一方、制御部50の第2の制御部は、コンデンスレンズ26のウェーハ厚み方向の位置を吸着ステージ14に対して一定に維持するようにアクチュエータ27を制御する。

[0050] [制御部選択部]

次に、制御部選択部としての制御部50について説明する。

[0051] 制御部50は、XYZ θ テーブル12のXYZ θ 方向の移動量に基づいて、第1の制御部と第2の制御部とのうち、いずれがアクチュエータ27を制御するかを決定する。

[0052] 例えば、領域設定部40によつて、第2の制御部がアクチュエータ27を制御する領域が設定されている場合には、この領域の範囲内でレーザー光が走査されていれば、第2の制御部がアクチュエータ27を制御して、コンデンスレンズ26のウェーハ厚み方向の位置を一定に維持する。一方、それ以外の領域でレーザー光が走査されていれば、第1の制御部がアクチュエータ27を制御する。

[0053] [レーザーダイシング装置の作用]

次に、本実施形態のレーザーダイシング装置10を用いたウェーハWのダイシングについて説明する。

- [0054] ウェーハWがダイシングされるときは、図2に示すように、片方の面に粘着剤を有するダイシングテープSを介してリング状のダイシング用フレームFにマウントされ、ダイシング工程中はこの状態で搬送される。このように、ウェーハWの裏面にはダイシングテープSが貼られているので、個々のチップに分割されても1個1個バラバラになることがない。
- [0055] ウェーハWはこの状態で吸着ステージ14に吸着保持されている。最初にCCDカメラ35でウェーハ表面に形成された回路パターンが撮像され、画像処理装置38で画像処理され、制御部50の制御のもとにXYZ θ テーブル12が移動して、XY方向及び θ 方向のアライメントがなされる。
- [0056] アライメントが終了すると、XYZ θ テーブル12がXY方向に移動して、ウェーハWのダイシングストリートに沿ってレーザー発振装置21から加工用のレーザー光が入射される。それとともにウェーハ表面で反射された表面検出用のレーザー光が、ハーフミラー22で方向を変えられて非点収差式光学測定部29に入射し、ウェーハ表面の凹凸形状が非点収差式光学測定部29によって検出される。
- [0057] 制御部50は、XYZ θ テーブル12の移動量に基づいて算出したウェーハ上のレーザー光の位置に基づいて、アクチュエータ27を制御する制御部として、第1の制御部と第2の制御部とのいずれを選択するか決定する。すなわち、制御部50は、非点収差式光学測定部29により検出されたウェーハ表面の凹凸形状に基づいて集光点の位置を調節する第1の調節方式と、コンデンスレンズ26のウェーハ厚み方向の位置を一定に維持する第2の調節方式との間で、集光点位置の調節方式を切り替える。
- [0058] 制御部50が選択した制御部(第1の制御部又は第2の制御部)が、アクチュエータ27を制御して、コンデンスレンズ26の位置を調節することで、結果として、レーザー光の集光点の位置が調節される。
- [0059] 図5はレーザー光の走査により形成された改質領域Pの様子を示す概念図である。図5では説明の簡略化のため、レーザー光学部20のうち、レーザー発振装置21及びハーフミラー22のみを示している。図5に示すように、レーザー光が図の左側から右側に向かって走査される際に、ウェーハ内部に改質領域Pが形成される。ウェーハ

WのM2で示す領域内でレーザー光が走査されている場合は、制御部50に含まれる第2の制御部を用いて、集光レンズ26のウェーハ厚み方向の位置を吸着ステージ14に対して一定に維持する。一方、ウェーハWのM1で示す領域内でレーザー光が走査されている場合は、制御部50に含まれる第1の制御部を用いて、非点収差式光学測定部29で検出したウェーハ表面の凹凸形状に基づいて集光点の位置が制御される。

[0060] 図5に示すように、本実施形態に係るレーザーダイシング装置を用いることで、図7に示すオーバーシュートは発生せず、ダイシング精度の低下及びアブレーション起因のパーティクル発生を防止することができる。なお図5に示すように、ウェーハ周辺の保護膜60が形成されている領域においてウェーハの厚みに応じて改質領域Pの形成される深さが変動するが、チップ不良の原因にはならない。段差62付近のウェーハ中央部に比べて盛り上がった領域では、保護膜60及びウェーハWと空気との屈折率差により、改質領域Pが形成される深さはウェーハWの表面からより深い位置(図5における下側)になるから、レーザー光の集光点が保護膜60の表面に合いにくくなり、アブレーションが発生しにくくなるからである。また、図7に示すオーバーシュートは、保護膜60が形成されていないウェーハ中央部(ウェーハの半導体デバイスが形成された領域)にまで影響を及ぼすのに対し、本変形例のレーザーダイシング装置を用いた場合の改質領域Pの深さ変動は、図5に示すように保護膜60が形成されている領域(半導体デバイスが形成されていない領域)に限られる。したがって、図5に示すような改質領域Pの深さ変動は、半導体デバイスが形成されたウェーハ中央部におけるダイシング精度にほとんど影響しないため、チップ不良の原因となることはない。

[0061] 以上のようにして、ウェーハWの1つの方向の全てのダイシングストリートに対して改質領域形成加工が行われると、XYZ θ テーブル12が90° 回転し、直交する全てのストリートに対して改質領域形成加工が行われる。

[0062] なお、本実施形態ではレーザーダイシングをウェーハWの表面側から加工用のレーザー光を入射させて行っているが、これに限らず、ウェーハWの裏面側から加工用のレーザー光を入射させてもよい。この場合加工用のレーザー光はダイシングテー

プSを透過してウェーハWに入射するか、或いはウェーハWが表面側を下向きにしてダイシングテープSに貼付される。また、この場合、裏面側から赤外光等のウェーハWを透過する光を用い、ウェーハ表面の回路パターンを観察してアライメントする必要がある。

[0063] [レーザーダイシング装置の変形例]

次に、本実施形態に係るレーザーダイシング装置10の変形例について説明する。本変形例に係るレーザーダイシング装置では、ダイシングの対象となるウェーハに関する凹凸形状情報が予め記憶される記憶部を含む点と、制御部50が第2の制御部に代えて第3の制御部を含む点を除いて、レーザーダイシング装置10と同じ構成を有する。したがって、ここでは、レーザーダイシング装置10についてすでに説明した事項と重複する事項については説明を省略する。

[0064] 本変形例のレーザーダイシング装置が備える記憶部には、ダイシングの対象となるウェーハに関する凹凸形状情報が予め記憶されている。例えば、レーザーダイシング装置とは分離した別個の検出装置等によって予め取得したウェーハの凹凸形状情報が記憶される。あるいは、ダイシングの対象となるウェーハの製造メーカーが提供する凹凸形状情報を記憶してもよい。記憶部に予め記憶される凹凸形状情報は、ウェーハ全面の凹凸形状を示すデータであってもよいし、周端部などのウェーハの一部の領域における凹凸形状を示すデータであってもよい。

[0065] 制御部50は、非点収差式光学測定部29により検出されたウェーハの凹凸形状に基づいてアクチュエータ27を制御する第1の制御部や、記憶部に記憶されたウェーハの凹凸形状情報に基づいてアクチュエータ27を制御する第3の制御部として機能する。また、制御部50は、アクチュエータ27を制御する制御部を、第1の制御部と第2の制御部とのいずれかに決定する制御部選択部として機能する。

[0066] 図6は、本変形例のレーザーダイシング装置を用いて形成した改質領域Pの様子を示す概念図である。図6では説明の簡略化のため、レーザー光学部20のうち、レーザー発振装置21及びハーフミラー22のみを示している。図6に示すように、レーザー光が図の左側から右側に向かって走査される際に、ウェーハ内部に改質領域Pが形成される。ウェーハWのM3で示す領域内でレーザー光が走査されている場合は、制

御部50に含まれる第3の制御部を用いて、記憶部に記憶されたウェーハの凹凸形状情報に基づいてアクチュエータ27を制御する。一方、ウェーハWのM1で示す領域内でレーザー光が走査されている場合は、制御部50に含まれる第1の制御部を用いて、非点収差式光学測定部29で検出したウェーハ表面の凹凸形状に基づいて集光点の位置が調節される。

[0067] 図6に示すように、本変形例に係るレーザーダイシング装置を用いると、保護膜60が形成されたウェーハの周端部においても、改質領域PをウェーハWの表面からほぼ一定の深さに形成することができる。

[0068] 以上、本発明のレーザーダイシング装置及びダイシング方法について詳細に説明したが、本発明は、以上の例には限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良や変形を行ってもよいのはもちろんである。

請求の範囲

- [1] ウェーハにレーザー光を照射することで、前記ウェーハに改質領域を形成するレーザーダイシング装置であって、
- 前記レーザー光を照射するレーザー光照射部と、
- 前記レーザー光照射部から照射される前記レーザー光を集光する集光部と、
- 前記レーザー光照射部により照射されるレーザー光に基づいて、前記ウェーハの表面の凹凸形状情報を取得する表面情報取得部と、
- 前記集光部をウェーハ厚み方向に移動させて、前記レーザー光の集光点の位置を調節する集光点位置調節部と、
- 前記表面情報取得部により取得される前記凹凸形状情報に基づいて前記集光点位置調節部を制御する第1の制御部と、
- 前記集光部のウェーハ厚み方向の位置を一定に維持するように前記集光点位置調節部を制御する第2の制御部と、
- 前記ウェーハに対して前記レーザー光を相対移動させるレーザー光移動部と、
- 前記レーザー光移動部により移動する前記レーザー光のウェーハ上の位置に応じて、前記第1の制御部と前記第2の制御部とのいずれかを選択する制御部選択部とを、
- 備えるレーザーダイシング装置。
- [2] 前記制御部選択部により前記第2の制御部が選択される領域を設定する領域設定部を、更に備える請求項1のレーザーダイシング装置。
- [3] 前記領域設定部が設定する前記領域は、ウェーハの周端部と前記ウェーハの周端部から所定の距離だけ内側に入った略同心円とによって囲まれる領域である、
- 請求項2のレーザーダイシング装置。
- [4] レーザー光を照射するレーザー光照射部と、前記レーザー光をウェーハの内部で集光させる集光部と、前記レーザー光を前記ウェーハに対して移動させるレーザー光移動部とを備えるレーザーダイシング装置を用いたウェーハのダイシング方法であって、
- 前記レーザー光照射部により照射されるレーザー光に基づいて前記ウェーハの表

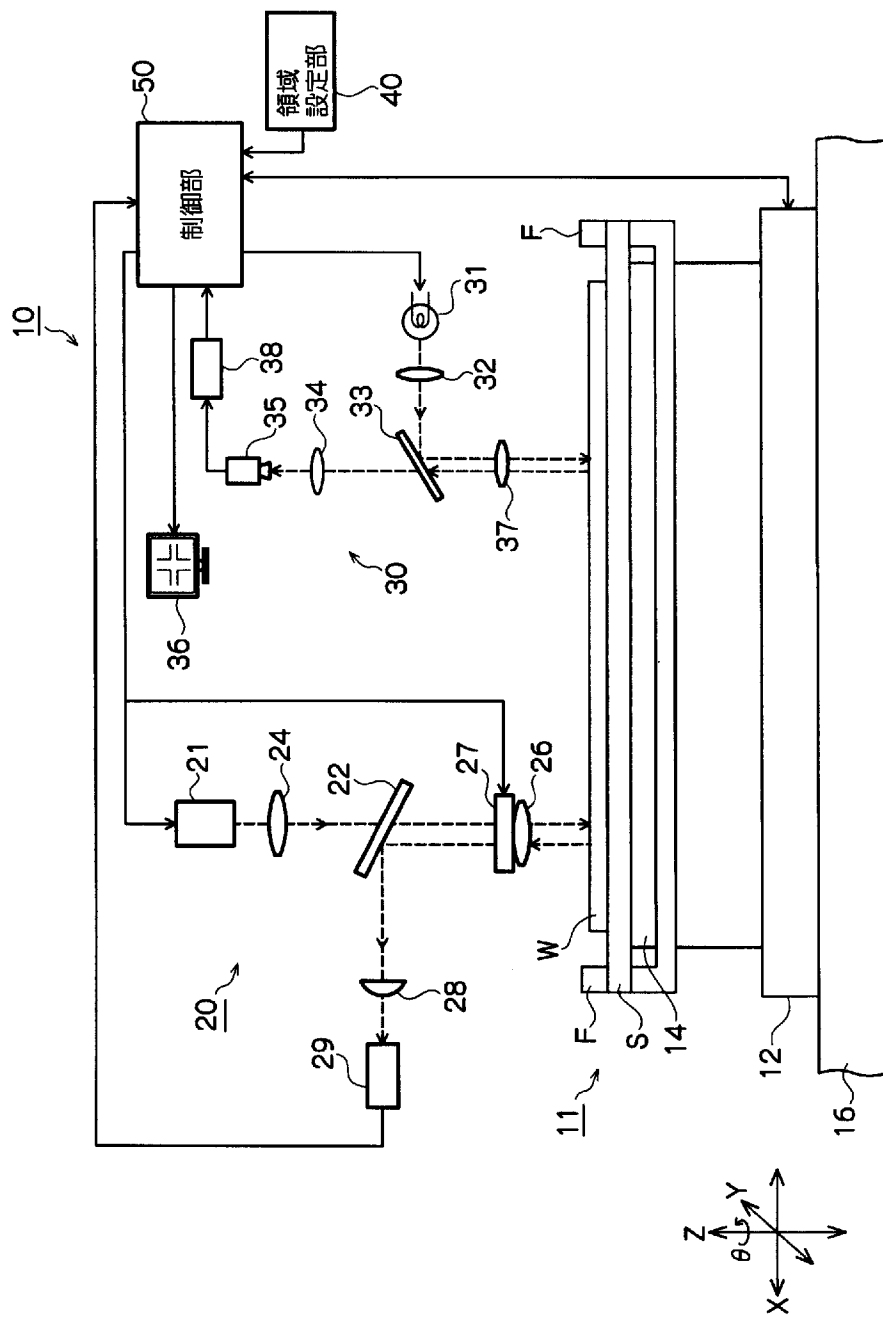
面の凹凸形状情報を取得する表面情報取得工程と、

前記レーザー光移動部により移動する前記レーザー光のウェーハ上の位置に応じて、前記表面情報取得工程において取得される前記凹凸形状情報に基づいて前記レーザー光の集光点の位置を調節する第1の調節方式と、前記集光部のウェーハ厚み方向の位置を一定に維持する第2の調節方式とのいずれかの方式を選択する調節方式選択工程と、

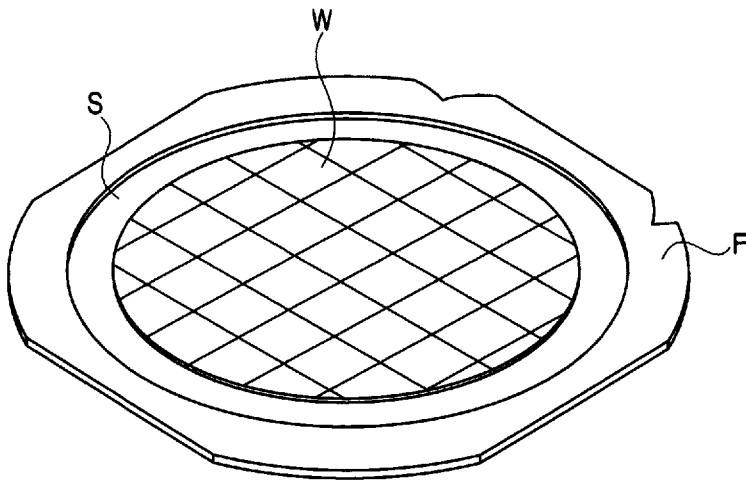
前記調節方式選択工程において選択された方式に基づいて、前記レーザー光の集光点の位置を調節する集光点位置調節工程とを、

含むダイシング方法。

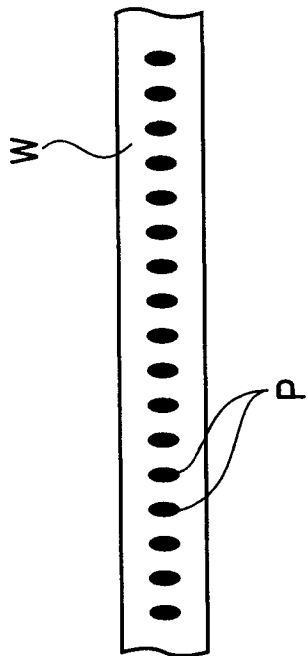
[図1]



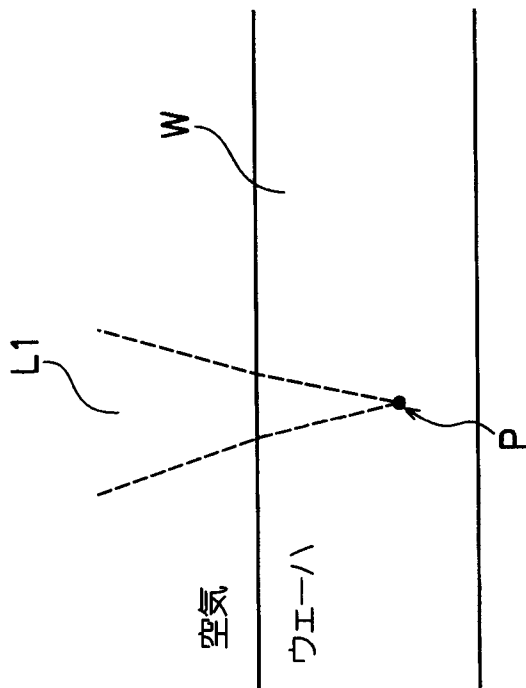
[図2]



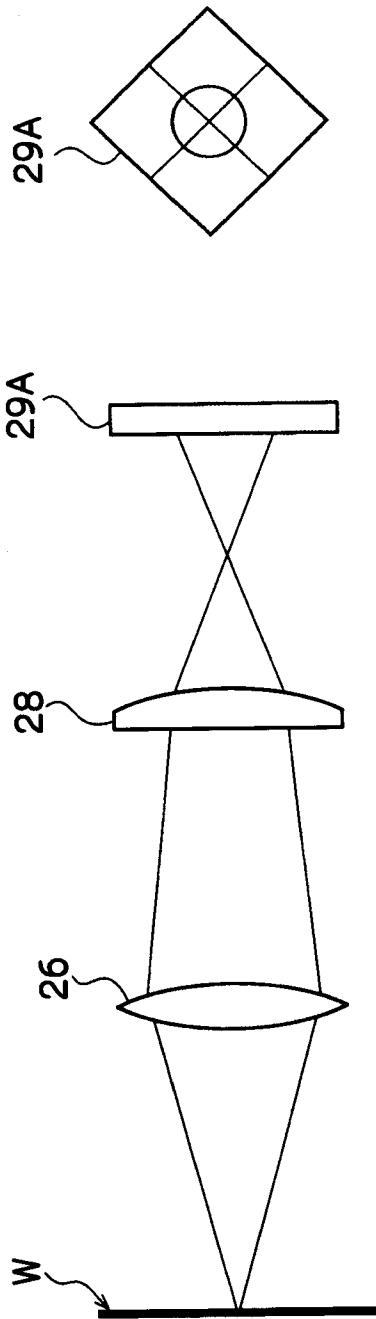
[図3A]



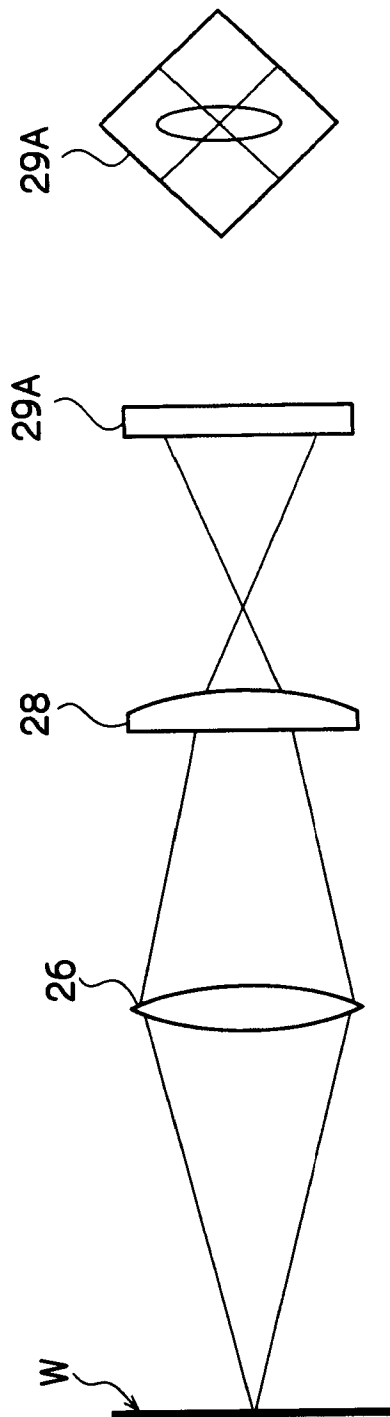
[図3B]



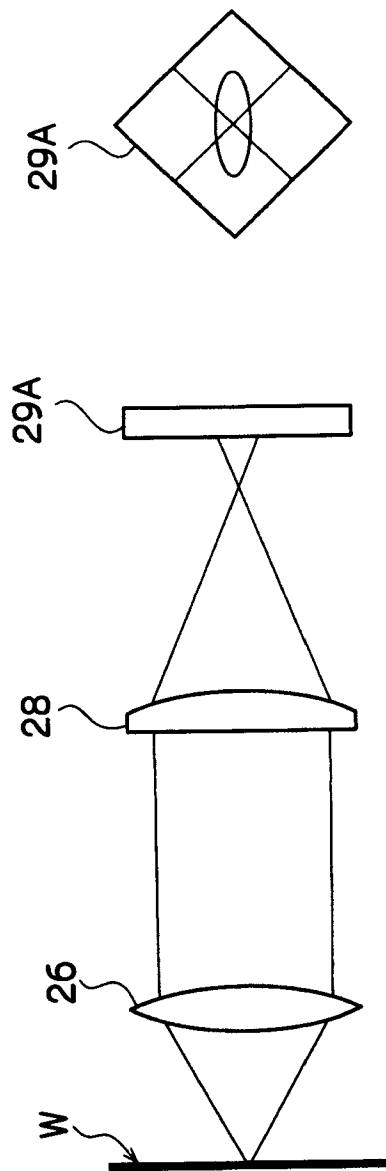
[図4A]



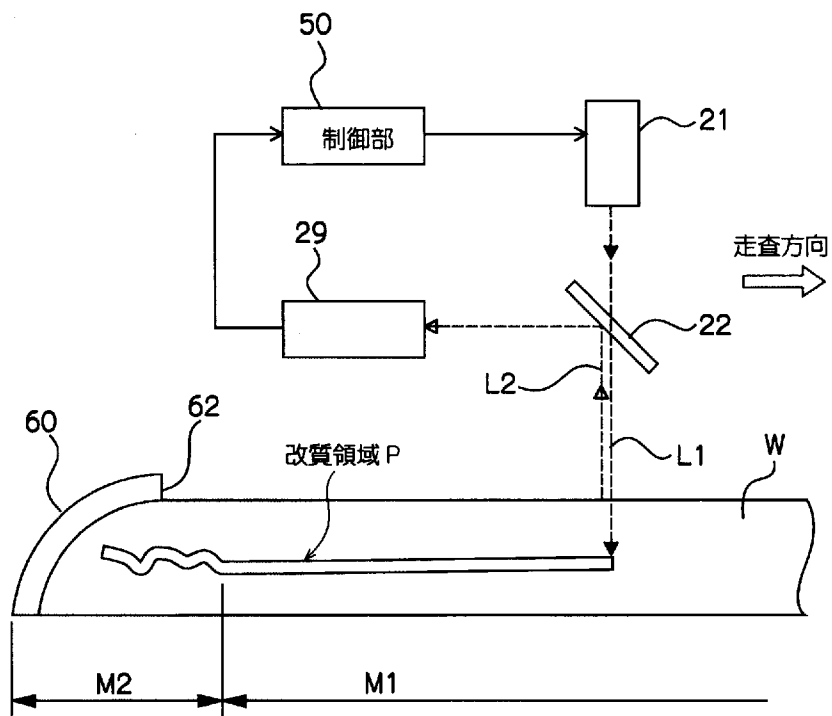
[図4B]



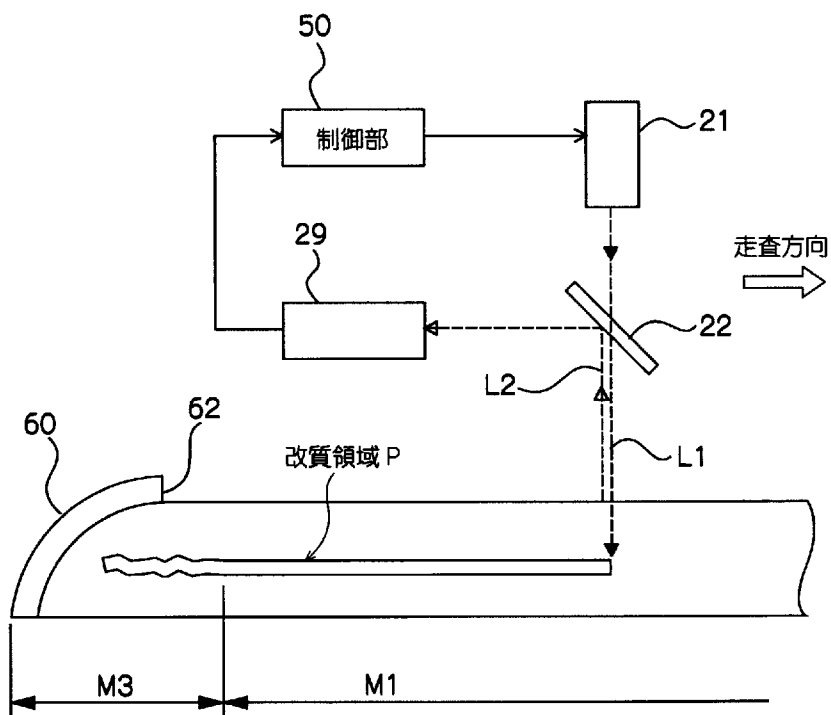
[図4C]



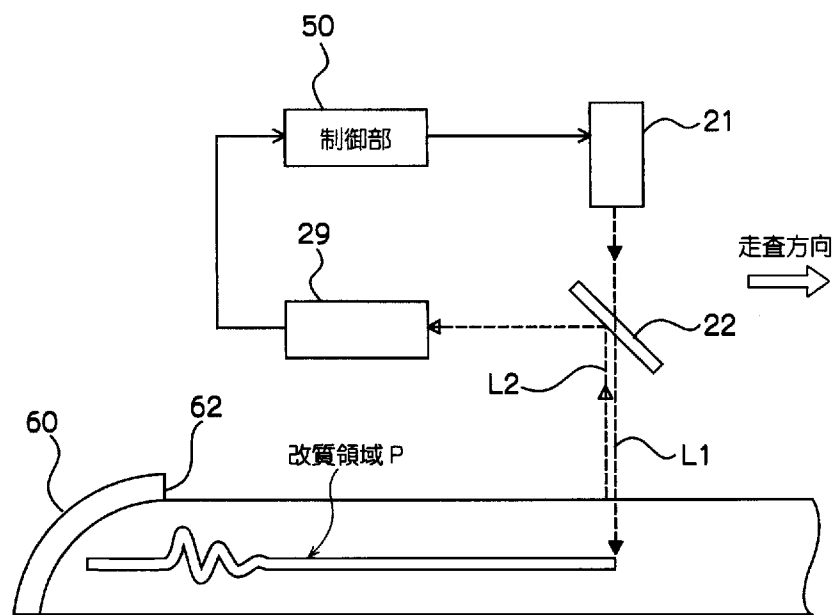
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/070406

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K26/38(2006.01)i, B23K26/00(2006.01)i, B23K26/06(2006.01)i, B23K26/40(2006.01)i, H01L21/301(2006.01)i, B23K101/40(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K26/38, B23K26/00, B23K26/06, B23K26/40, H01L21/301, B23K101/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006-122982 A (Tokyo Electron Ltd.), 18 May, 2006 (18.05.06), Par. Nos. [0030] to [0050]; all drawings & US 2006/0092990 A1	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 February, 2009 (03.02.09)

Date of mailing of the international search report
17 February, 2009 (17.02.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23K26/38(2006.01)i, B23K26/00(2006.01)i, B23K26/06(2006.01)i, B23K26/40(2006.01)i,
H01L21/301(2006.01)i, B23K101/40(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23K26/38, B23K26/00, B23K26/06, B23K26/40, H01L21/301, B23K101/40

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2006-122982 A (東京エレクトロン株式会社) 2006.05.18, 段落【0030】-【0050】, 全図 & US 2006/0092990 A1	1 - 4

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 3 . 0 2 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 2 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

青木 正博

3 P

3 9 3 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 4