

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年4月26日(26.04.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/074041 A1

(51) 国際特許分類:

B24B 49/12 (2006.01) *G01B 11/30* (2006.01)
B24B 37/34 (2012.01) *H01L 21/304* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/029154

(22) 国際出願日: 2017年8月10日(10.08.2017)

(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 2016-204438 2016年10月18日(18.10.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社 荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 Tokyo (JP). 国立大学法人九州工業大学(KYUSHU INSTITUTE OF

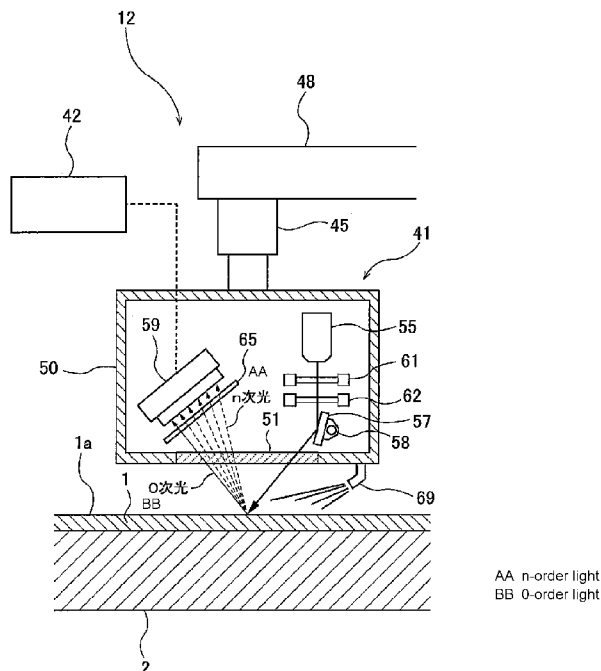
TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒8048550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1 番 1 号 Fukuoka (JP).

(72) 発明者: 松尾 尚典 (MATSUO, Hisanori); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内 Tokyo (JP). 金馬 利文 (KIMBA, Toshifumi); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作所内 Tokyo (JP). 鈴木 恵友 (SUZUKI, Keisuke); 〒8208502 福岡県飯塚市川津 6 8 0 - 4 国立大学法人九州工業大学内 Fukuoka (JP). 坂本 一篇 (SAKAMOTO, Kazuhiro); 〒8208502 福岡県飯塚市川津 6 8 0 - 4 国立大学法人九州工業大学内 Fukuoka (JP).

(54) Title: SURFACE PROPERTY MEASURING DEVICE FOR POLISHING PAD

(54) 発明の名称: 研磨パッドの表面性状測定装置

[図4]



(57) Abstract: This surface property measuring device for a polishing pad measures surface properties, such as surface shape and surface state, of a polishing pad to be used for the purpose of polishing substrates, such as a semiconductor wafer. The surface property measuring device is provided with: a housing (50) that does not pass light; an optical window (51) fitted in the housing (50); a laser light source (55) that emits laser light; an input light mirror (57) that guides the laser light to a polishing pad (1) via the optical window (51); and a light reception sensor (59) that measures the intensity of



(74) 代理人: 廣澤 哲也, 外(HIROSAWA, Tetsuya et al.); 〒1600023 東京都新宿区西新宿 7 丁目 5 番 8 号 GOWA 西新宿 4 階 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

scattering light generated when the laser light hit the polishing pad (1). The laser light source (55), the input light mirror (57), and the light reception sensor (59) are disposed in the housing (50).

(57) 要約: 本発明は、半導体ウェーハ等の基板の研磨に用いられる研磨パッドの表面形状や表面状態などの表面性状を測定する研磨パッドの表面性状測定装置に関するものである。表面性状測定装置は、光を通さない筐体(50)と、筐体(50)に取り付けられた光学窓(51)と、レーザー光線を発するレーザー光源(55)と、レーザー光線を光学窓(51)を通じて研磨パッド(1)に導く入射光線ミラー(57)と、レーザー光線が研磨パッド(1)に当たったときに発生する散乱光の強度を測定する受光センサー(59)とを備える。レーザー光源(55)、入射光線ミラー(57)、および受光センサー(59)は、筐体(50)内に配置されている。

明 細 書

発明の名称： 研磨パッドの表面性状測定装置

技術分野

[0001] 本発明は、半導体ウェーハ等の基板の研磨に用いられる研磨パッドの表面形状や表面状態などの表面性状を測定する研磨パッドの表面性状測定装置に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、半導体デバイスの高集積化・高密度化に伴い、回路の配線がますます微細化し、多層配線の層数も増加している。回路の微細化を図りながら多層配線を実現しようとする、下側の層の表面凹凸を踏襲しながら段差がより大きくなるので、配線層数が増加するに従って、薄膜形成における段差形状に対する膜被覆性（ステップカバレッジ）が悪くなる。したがって、多層配線するためには、このステップカバレッジを改善し、然るべき過程で平坦化処理しなければならない。また光リソグラフィの微細化とともに焦点深度が浅くなるため、半導体デバイスの表面の凹凸段差が焦点深度以下に収まるように半導体デバイス表面を平坦化処理する必要がある。

[0003] 従って、半導体デバイスの製造工程においては、半導体デバイス表面の平坦化技術がますます重要になっている。この平坦化技術のうち、最も重要な技術は、化学的機械的研磨（CMP（Chemical Mechanical Polishing））である。この化学的機械的研磨は、研磨装置を用いて、シリカ（ SiO_2 ）やセリア（ CeO_2 ）等の砥粒を含んだ研磨液を研磨パッドに供給しつつ半導体ウェーハなどの基板を研磨パッドに摺接させて研磨を行うものである。

[0004] 上述したCMPを行う研磨装置は、研磨パッドを有する研磨テーブルと、半導体ウェーハ（基板）を保持するためのキャリア又はトップリング等と称される基板保持装置とを備えている。このような研磨装置を用いて基板保持装置により基板を保持しつつ、この基板を研磨パッドに対して所定の圧力で押圧して、基板上の絶縁膜や金属膜を研磨することが行われている。

[0005] 基板の研磨を行なうと、研磨パッドの表面には砥粒や研磨屑が付着し、また、研磨パッドの表面形状や状態が変化して研磨性能が劣化してくる。このため、基板の研磨を繰り返すに従い、研磨速度が低下し、また、研磨むらが生じてしまう。そこで、劣化した研磨パッドの表面形状や状態を再生するために、ドレッサーを用いて研磨パッドのドレッシング（コンディショニング）を行っている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平9－119822号公報

特許文献2：特開2003－151934号公報

特許文献3：特開2012－137484号公報

非特許文献

[0007] 非特許文献1：櫛田高志，木村景一，カチョーンルンルアン・パナート，鈴木恵友著「光学的フーリエ変換に基づくCMP用ポリシングパッドの表面形状評価に関する研究（第二報）－測定装置の試作－」2012年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集，2012年3月14日頒布，p.823－824

非特許文献2：櫛田高志，木村景一，カチョーンルンルアン・パナート，鈴木恵友著「光学的フーリエ変換に基づいたCMP用ポリシングパッドの表面形状評価に関する研究」2011年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集，2011年9月20日頒布，p.159－160

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] CMP（化学的機械的研磨）においては、研磨パッドの表面形状や状態は研磨性能に与える影響が大きく、種々の測定方法により研磨パッドの表面形状、状態を測定して、ドレッシング条件や研磨条件に反映させることが提案されている。

上記非特許文献 1 及び 2 には、研磨パッドの表面にレーザー光を照射し、その散乱反射光を光学的 F F T 解析することにより研磨パッドの表面形状特性を測定可能であることが示唆されている。

[0009] 研磨パッドの表面にレーザー光を照射し、その散乱反射光を用いて研磨パッドの表面形状や表面状態などの表面性状を測定するにあたって、種々の外乱等の影響があるため、散乱反射光を適切にセンシングすることが重要である。

[0010] 本発明は、上述の事情に鑑みなされたもので、種々の外乱等の影響を排除して研磨パッドの表面性状を正確に測定することができる研磨パッドの表面性状測定装置および当該測定装置を備えた研磨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

[0011] 上述した目的を達成するために、本発明の一態様は、基板の研磨に使用される研磨パッドの表面性状測定装置であって、光を通さない筐体と、前記筐体に取り付けられた光学窓と、レーザー光線を発するレーザー光源と、前記レーザー光線を前記光学窓を通じて前記研磨パッドに導く入射光線ミラーと、前記レーザー光線が前記研磨パッドに当たったときに発生する散乱光の強度を測定する受光センサーとを備え、前記レーザー光源、前記入射光線ミラー、および前記受光センサーは、前記筐体内に配置されていることを特徴とする。

[0012] 本発明の好ましい態様は、前記受光センサーを上下動させる上下動機構をさらに備えたことを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記上下動機構は、前記散乱光の 0 次光から n 次光（n は予め定められた自然数）を前記受光センサーが受けることができる位置まで、前記受光センサーを上昇および／または下降させることを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記研磨パッドの研磨面に気体の噴流を送る噴流ノズルをさらに備え、前記噴流ノズルは前記筐体に固定されていることを

特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記光学窓と前記受光センサーとの間に配置されたバンドパスフィルターをさらに備えたことを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記バンドパスフィルターは、前記レーザー光線の波長を含む限られた範囲内の波長を持つ光のみを通過させるように構成されていることを特徴とする。

[0013] 本発明の好ましい態様は、前記レーザー光源と前記光学窓との間に配置された減光フィルターをさらに備えたことを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記レーザー光源と前記光学窓との間に配置された偏光フィルターをさらに備えたことを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記研磨パッドの研磨面に平行な平面内で前記筐体を移動させる平行移動機構をさらに備えたことを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記研磨パッドからの散乱光を反射させ、前記受光センサーに導く散乱光ミラーをさらに備えたことを特徴とする。

本発明の好ましい態様は、前記散乱光ミラーは、凹面ミラーであることを特徴とする。

[0014] 本発明の一態様は、研磨パッドを支持する研磨テーブルと、基板を前記研磨パッドに押し付ける研磨ヘッドと、前記研磨パッドの表面性状を測定する上記表面性状測定装置とを備えたことを特徴とする研磨装置である。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、筐体は、レーザー光源や受光センサーを含む光学系をスラリーや純水などの液体から保護することができるのみならず、レーザー光線以外の光を遮ることができる。したがって、表面性状測定装置は、種々の外乱等の影響を排除して研磨パッドの表面性状を正確に測定することができる。上下動機構は、受光センサーが0次光からn次光までの散乱光を受けることができる最適な位置にまで受光センサーを移動させることができる。したがって、表面性状測定装置は、研磨パッドの表面性状を正確に測定することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]研磨パッドの表面性状測定装置を備えた研磨装置の一実施形態を示す模式平面図である。

[図2]図1に示す研磨装置を矢印Aの方向から見た側面図である。

[図3]図1に示す研磨装置を矢印Bの方向から見た側面図である。

[図4]測定ヘッドの断面図である。

[図5]散乱光のスペクトルを示す図である。

[図6]受光センサーが低すぎる位置にある場合に受光センサーが受けることができる散乱光の範囲を示す図である。

[図7]受光センサーが高すぎる位置にある場合に受光センサーが受けることができる散乱光の範囲を示す図である。

[図8]測定ヘッドの他の実施形態を示す図である。

[図9]測定ヘッドをドレッサーアームに固定した実施形態を示す図である。

[図10]測定ヘッドを研磨ヘッドアームに固定した実施形態を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

図1は、研磨パッドの表面性状測定装置を備えた研磨装置の一実施形態を示す模式平面図である。

研磨装置は、研磨面1aを有する研磨パッド1を支持する研磨テーブル2と、基板の一例であるウェーハWを研磨するための研磨ヘッド5と、研磨パッド1上にスラリーまたは純水を選択的に供給する処理液供給ノズル7と、研磨パッド1の研磨面1aをドレッシング（またはコンディショニング）するドレッサー10と、研磨パッド1の表面性状を測定する表面性状測定装置12とを備えている。

[0018] 図2は、図1に示す研磨装置を矢印Aの方向から見た側面図であり、図3は、図1に示す研磨装置を矢印Bの方向から見た側面図である。説明のために、図2では、表面性状測定装置12および処理液供給ノズル7の図示は省略されており、図3では、研磨ヘッド5および処理液供給ノズル7の図示は

省略されている。

[0019] 研磨テーブル2はテーブル軸2aを介してテーブルモータ15に連結されている。研磨テーブル2および研磨パッド1はその軸心を中心にテーブルモータ15によって回転されるように構成されている。研磨パッド1の上面は、ウェーハWを研磨するための上記研磨面1aを構成している。処理液供給ノズル7は、研磨テーブル2および研磨パッド1の上方に配置されており、研磨パッド1の研磨面1a上にスラリーまたは純水を選択的に供給するように構成されている。

[0020] 研磨ヘッド5は、その下面にウェーハWを真空吸引などにより保持することができるよう構成されている。研磨ヘッド5は研磨ヘッドアーム18に回転可能に支持されている。研磨ヘッド5は、研磨ヘッドアーム18内に設置された研磨ヘッド回転機構（図示せず）に連結されており、研磨ヘッド5はその軸心を中心に研磨ヘッド回転機構によって回転されるようになっている。

[0021] 研磨ヘッドアーム18は、研磨ヘッド旋回軸19に固定されている。この研磨ヘッド旋回軸19は、研磨ヘッド旋回機構21および研磨ヘッド上下動機構23に連結されている。研磨ヘッド上下動機構23は、研磨ヘッド旋回軸19、研磨ヘッドアーム18、および研磨ヘッド5を一体に上下動させることが可能に構成されている。研磨ヘッド旋回機構21は、研磨ヘッド旋回軸19を所定の角度だけ時計回りおよび反時計回りに回転させるように構成されている。研磨ヘッド旋回機構21が研磨ヘッド旋回軸19を回転させると、研磨ヘッドアーム18および研磨ヘッド5は、研磨面1aと平行な平面内で旋回する。より具体的には、研磨ヘッド5は、研磨パッド1の上方の研磨位置と、研磨パッド1の外側のウェーハ受け渡し位置（基板受け渡し位置）との間を移動可能となっている。

[0022] ドレッサー10はドレッサーアーム27に回転可能に支持されている。ドレッサー10は、ドレッサーアーム27内に設置されたドレッサー回転機構（図示せず）に連結されており、ドレッサー10はその軸心を中心にドレ

サー回転機構によって回転されるようになっている。ドレッサー１０の底部にはダイヤモンド粒子などの砥粒が固定されており、この砥粒は研磨面１ａをドレッシングするためのドレッシング面を構成する。

[0023] ドレッサーアーム２７は、ドレッサー旋回軸２９に固定されている。このドレッサー旋回軸２９は、ドレッサー旋回機構３１およびドレッサー上下動機構３３に連結されている。ドレッサー上下動機構３３は、ドレッサー旋回軸２９、ドレッサーアーム２７、およびドレッサー１０を一体に上下動させることが可能に構成されている。ドレッサー旋回機構３１は、ドレッサー旋回軸２９を所定の角度だけ時計回りおよび反時計回りに回転させるように構成されている。ドレッサー旋回機構３１がドレッサー旋回軸２９を回転させると、ドレッサーアーム２７およびドレッサー１０は、研磨面１ａと平行な平面内で旋回する。より具体的には、ドレッサー１０は、研磨パッド１の研磨面１ａの中心側領域と外側領域との間を往復移動可能となっている。

[0024] ウェーハＷは次のようにして研磨される。研磨ヘッド５はその下面にウェーハＷを保持し、研磨パッド１の研磨面１ａの上方の研磨位置に移動する。研磨ヘッド５は、その軸心を中心に研磨ヘッド回転機構（図示せず）により回転される。研磨テーブル２および研磨パッド１は、テーブルモータ１５により回転され、さらに処理液供給ノズル７からスラリーが研磨パッド１の研磨面１ａ上に供給される。研磨ヘッド５は、その軸心を中心に回転しながら、ウェーハＷの表面を研磨パッド１の研磨面１ａに対して押し付ける。ウェーハＷの表面は、スラリーの存在下で研磨パッド１に摺接され、スラリーに含まれる砥粒の機械的作用と、スラリーの化学的作用とにより研磨される。

[0025] ウェーハＷの研磨前および／または研磨後に、研磨パッド１の研磨面１ａのドレッシング（またはコンディショニング）が行われる。具体的には、ドレッサー１０は、その軸心を中心にドレッサー回転機構（図示せず）により回転され、ドレッサー１０のドレッシング面（下面）はドレッサー上下動機構３３により研磨パッド１の研磨面１ａに対して押し付けられる。純水を処理液供給ノズル７から研磨パッド１の研磨面１ａに供給しながら、ドレッサ

一旋回機構 31 によりドレッサー 10 は研磨面 1a 上を研磨パッド 1 の半径方向に往復移動する。回転するドレッサー 10 のドレッシング面は、研磨パッド 1 の研磨面 1a を僅かに削り取ることで、研磨面 1a を再生する。一実施形態では、ドレッサー 10 は、ウェーハ W の研磨中に研磨パッド 1 の研磨面 1a をドレッシングしてもよい。

[0026] 研磨パッド 1 の表面性状測定装置 12 は、測定ヘッド 41 とデータ処理部 42 を備えている。測定ヘッド 41 は、研磨パッド 1 の研磨面 1a の上方に配置されている。測定ヘッド 41 は、研磨面 1a に平行な平面内で測定ヘッド 41 を移動させる平行移動機構 44、および測定ヘッド 41 を上下動させる上下動機構 45 に連結されている。平行移動機構 44 は、測定ヘッド 41 を支持する支持構造体 48 と、支持構造体 48 に連結された回転アクチュエータ 49 とを備えている。回転アクチュエータ 49 は、研磨テーブル 2 の外側に配置されている。回転アクチュエータ 49 は、モータおよびトルク伝達機構（例えば減速ギヤ）の組み合わせ等から構成される。

[0027] 支持構造体 48 は、研磨テーブル 2 の外側から研磨テーブル 2 の上方位置まで延びている。支持構造体 48 は、アーム、ブロック、トラス構造、ラーメン構造などの剛性のある構成を有していれば、特に限定されない。支持構造体 48 の一端は上下動機構 45 に連結され、支持構造体 48 の他端は回転アクチュエータ 49 に連結されている。

[0028] 本実施形態では、上下動機構 45 は、研磨テーブル 2 および研磨パッド 1 の上方に配置されており、測定ヘッド 41 は上下動機構 45 に連結され、かつ支持されている。上下動機構 45 は、サーボモータとボールねじ機構との組み合わせから構成されてもよい。一実施形態では、上下動機構 45 は、回転アクチュエータ 49 に接続され、回転アクチュエータ 49、支持構造体 48、および測定ヘッド 41 を一体に上下動させてもよい。

[0029] 回転アクチュエータ 49 は、支持構造体 48 を所定の角度だけ時計回りおよび反時計回りに回転させるように構成されている。回転アクチュエータ 49 が支持構造体 48 を回転させると、測定ヘッド 41 は研磨パッド 1 の研磨

面 1 a の上方を研磨面 1 a と平行な方向に移動する。本実施形態では、測定ヘッド 4 1 は、研磨パッド 1 の半径方向に移動する。平行移動機構 4 4 は、測定ヘッド 4 1 を予め設定された測定位置まで移動させることができる。上下動機構 4 5 は、測定ヘッド 4 1 を所望の高さにまで上昇または下降させることができる。測定ヘッド 4 1 は、上記測定位置において、研磨パッド 1 の研磨面 1 a の性状を測定する。研磨面 1 a の性状の具体例としては、表面形状が挙げられる。

[0030] 図 4 は、測定ヘッド 4 1 の断面図である。測定ヘッド 4 1 は、赤外線、可視光線、紫外線を含む光を通さない筐体 5 0 と、筐体 5 0 の底部に固定された光学窓 5 1 を備えている。光学窓 5 1 は光の通過を許容する透明な材料から構成されている。光学窓 5 1 は、測定ヘッド 4 1 の底部を構成し、研磨パッド 1 の研磨面 1 a に対向している。光は、光学窓 5 1 のみを通じて筐体 5 0 の内部空間に入ることができる。筐体 5 0 は、上述した平行移動機構 4 4 および上下動機構 4 5 に連結されている。

[0031] 測定ヘッド 4 1 は、筐体 5 0 内に配置されたレーザー光源 5 5、入射光線ミラー 5 7、および受光センサー 5 9 をさらに備えている。レーザー光源 5 5 は、入射光線ミラー 5 7 を向いて配置されており、レーザー光線を入射光線ミラー 5 7 に向けて発するように構成されている。レーザー光線は入射光線ミラー 5 7 で反射し、透明窓である光学窓 5 1 を通って研磨パッド 1 の研磨面 1 a に導かれる。入射光線ミラー 5 7 は、レーザー光線の反射角度を変えることができるように、回転軸 5 8 を中心に回転可能に構成されている。レーザー光線は、研磨面 1 a で反射および散乱し、散乱光を形成する。この散乱光は、測定ヘッド 4 1 に向かって進む。

[0032] 研磨パッド 1 の研磨面 1 a からの散乱光は、光学窓 5 1 を通過し、受光センサー 5 9 によって検出される。受光センサー 5 9 は、散乱光の強度を測定することができるように構成されている。受光センサー 5 9 は、CCD センサー、CMOS センサーなどのイメージセンサーから構成されている。

[0033] 本実施形態では、レーザー光源 5 5 と光学窓 5 1 との間に、偏光フィルタ

ー 6 1 および減光フィルター (neutral-density filter または ND フィルター) 6 2 が配置されている。偏光フィルター 6 1 は、ある特定の方向に振動する光のみを通過させる光学フィルターである。減光フィルター 6 2 は、光を減じる光学フィルターである。偏光フィルター 6 1 および減光フィルター 6 2 は、筐体 5 0 内に配置されている。レーザー光源 5 5 から発せられたレーザー光線は、偏光フィルター 6 1 および減光フィルター 6 2 を通って入射光線ミラー 5 7 に当たる。したがって、ある特定の方向に振動した、弱められたレーザー光線が研磨パッド 1 の研磨面 1 a に導かれる。

[0034] 偏光フィルター 6 1 を設ける理由は、次の通りである。入射するレーザー光線の p 偏光成分の反射率は、s 偏光成分の反射率よりも低い。さらに、p 偏光成分は研磨パッド 1 を透過しやすく、または研磨パッド 1 に吸収されやすい。本実施形態の表面性状測定装置 1 2 には、研磨パッド 1 の最表層の性状を測定することが望まれる。入射するレーザー光線が p 偏光成分を含むと、研磨パッド 1 の内部の空孔で散乱する成分が多くなる。その結果、受光センサー 5 9 で検出される散乱光には、研磨パッドの 1 の表面性状を反映した成分のみならず、研磨パッド 1 の内部で発生した散乱成分が外乱として含まれてしまう。

[0035] そこで、本実施形態では、p 偏光成分を除去するために、偏光フィルター 6 1 が設けられている。この偏光フィルター 6 1 は、入射面（入射するレーザー光線を含み、かつ研磨パッド 1 の研磨面 1 a に垂直な平面）に垂直な方向に振動する光成分のみを通過させる光学フィルターである。レーザー光線を偏光フィルター 6 1 に通すことで、s 偏光成分のみを含むレーザー光線を研磨パッド 1 に照射することができる。結果として、受光センサー 5 9 は、研磨パッド 1 の内部で発生した散乱成分を含まない散乱光を検出することができる。

[0036] 減光フィルター 6 2 を設ける理由は、次の通りである。受光センサー 5 9 には、検出可能な光の強度の上限が存在する。上限を超えた強度の光を受光センサー 5 9 が受光すると、検出された光の強度は飽和してしまい、表面性

状測定装置 12 は研磨パッド 1 の表面性状を正しく測定できない。そこで、レーザー光線を減光フィルター 62 に通すことで、受光センサー 59 での光の強度の飽和を防止することができ、表面性状測定装置 12 は研磨パッド 1 の表面性状を正しく測定することができる。

[0037] 本実施形態では、偏光フィルター 61 および減光フィルター 62 は、レーザー光源 55 と入射光線ミラー 57 との間に配置されている。一実施形態では、偏光フィルター 61 および減光フィルター 62 の一方または両方は、入射光線ミラー 57 と光学窓 51 との間に配置されてもよい。

[0038] 本実施形態では、測定ヘッド 41 は、受光センサー 59 の受光面を覆うバンドパスフィルター 65 をさらに備えている。このバンドパスフィルター 65 は、筐体 50 内に配置されており、光学窓 51 と受光センサー 59 との間に配置されている。バンドパスフィルター 65 は、レーザー光源 55 から発せられたレーザー光線の波長を含む限られた範囲内の波長の光のみを通過させるように構成されている。一実施形態では、バンドパスフィルター 65 は、レーザー光線と実質的に同じ波長の光のみを通過させるように構成されてもよい。このようなバンドパスフィルター 65 は、自然光などの外乱となりうる、レーザー光線以外の光を除去することができる。

[0039] 測定ヘッド 41 は、研磨パッド 1 の研磨面 1a に気体の噴流を送る噴流ノズル 69 を備えている。この噴流ノズル 69 は、筐体 50 の底部に固定されており、光学窓 51 に近接している。噴流ノズル 69 は、下方に傾いている。噴流ノズル 69 が気体の噴流を研磨面 1a に衝突させることで、スラリーおよび／または純水を研磨面 1a から除去することができる。使用される気体の例としては、清浄な空気、または窒素ガスなどの不活性ガスが挙げられる。本実施形態によれば、測定ヘッド 41 は、気体の噴流によってスラリーおよび／または純水を研磨面 1a から除去しながら、レーザー光線を研磨面 1a に照射することができる。したがって、表面性状測定装置 12 は、スラリーおよび／または純水の影響を受けることなく、研磨パッド 1 の表面性状を正確に測定することができる。

[0040] 本実施形態では、測定ヘッド41を構成する筐体50、光学窓51、レーザー光源55、入射光線ミラー57、受光センサー59、偏光フィルター61、減光フィルター62、バンドパスフィルター65、および噴流ノズル69は、平行移動機構44によって一体に移動され、上下動機構45によって一体に上下動される。

[0041] 測定ヘッド41の受光センサー59は、データ処理部42に接続されており、受光センサー59によって取得された測定データはデータ処理部42に送られるようになっている。データ処理部42は、散乱光の測定データから散乱光のスペクトルを生成し、該スペクトルからパッド表面指数を算出するように構成される。測定データには、受光センサー59の受光位置（すなわち、ピクセル位置）、および各受光位置での散乱光の強度が含まれる。データ処理部42は、測定データから、図5に示すような、散乱光のスペクトルを生成する。図5の縦軸は、散乱光の強度を表し、横軸は、受光センサー59の受光位置を表している。図5に示すスペクトルは、散乱光の強度分布を示すパワースペクトルである。

[0042] 上記非特許文献1，2に記載されているように、散乱光のスペクトルは、研磨パッド1の表面形状に対して空間的フーリエ変換（あるいは空間的高速フーリエ変換）を行って得られるスペクトルに相当する。図5に示す横軸に示される受光センサー59の受光位置は、研磨パッド1の表面形状の空間波長に相当する。

[0043] データ処理部42は、図5に示す散乱光のスペクトルに公知の処理を行って、パッド表面指数を求める。この公知の処理は、特定空間波長領域の散乱光強度の積分値の算出、または第一の空間波長領域の積分値に対する、第二の空間波長領域の積分値の比の算出などである。パッド表面指数は、研磨パッド1の研磨面1aの表面性状、すなわち研磨パッド1の研磨性能を示している。

[0044] 研磨パッド1の研磨性能を正しく示すパッド表面指数を算出するためには、適切な角度範囲で反射した散乱光を受光センサー59が受ける必要がある

。具体的には、受光センサー５９は、０次光から７次光前後の散乱光を受けることが好ましい。整数次光は、図５に示すように、特徴的なピークとしてスペクトル上に現れる。

[0045] 受光センサー５９が受けることができる散乱光の範囲は、研磨パッド１の研磨面１ａからの受光センサー５９の高さに従って変わる。例えば、図６に示すように、受光センサー５９が低すぎる位置にある場合、受光センサー５９は高次光を受けることができない。一方、図７に示すように、受光センサー５９が高すぎる位置にある場合、受光センサー５９は低次光を受けることができない。図４に示す受光センサー５９は、０次光から高次光までの散乱光を受けることができる。つまり、受光センサー５９が０次光から高次光までの散乱光を受けることができる受光センサー５９の最適な高さが存在する。

[0046] そこで、上下動機構４５は、散乱光の０次光から n 次光（ n は予め定められた自然数）を受光センサー５９が受けることができる位置まで、受光センサー５９を含む測定ヘッド４１の全体を上昇および／または下降させるように構成されている。より具体的には、レーザー光源５５から研磨パッド１の研磨面１ａにレーザー光線を照射し、研磨面１ａからの散乱光を受光センサー５９で検出しながら、受光センサー５９の予め定められた最適受光位置に、最高強度の散乱光（０次光が最高強度を有する）が入射するまで、上下動機構４５は測定ヘッド４１を上昇および／または下降させる。上記最適受光位置は、最高強度の散乱光が最適受光位置に入射するときに、受光センサー５９が０次光から n 次光までの散乱光を受けることができる位置である。

[0047] このように研磨面１ａからの受光センサー５９の高さを調整することによって、受光センサー５９は、０次光から高次光までの散乱光を受けることができる。一実施形態では、上下動機構４５は、筐体５０内に配置され、受光センサー５９を上昇および／または下降させるように構成されてもよい。

[0048] 図８は、測定ヘッド４１の他の実施形態を示す図である。特に説明しない本実施形態の構成は、上述した実施形態と同じであるので、その重複する説

明を省略する。この実施形態では、光学窓 51 と受光センサー 59 との間に散乱光ミラー 70 が配置されている。この散乱光ミラー 70 は、筐体 50 内に配置されている。研磨パッド 1 からの散乱光は、光学窓 51 を通過した後、散乱光ミラー 70 で反射し、受光センサー 59 に導かれる。このような配置によれば、筐体 50 内における受光センサー 59 の配置の自由度が増し、測定ヘッド 41 を小型化することができる。

[0049] 一実施形態では、上記散乱光ミラー 70 は、凹面ミラーであってもよい。凹面ミラーからなる散乱光ミラー 70 は、散乱光を集束させることができる。したがって、受光センサー 59 として、より小型の受光センサーを使用することができ、測定ヘッド 41 の小型化に寄与する。

[0050] 図 9 は、測定ヘッド 41 をドレッサーアーム 27 に固定した実施形態を示す図である。測定ヘッド 41 は、ドレッサー 10 とともに研磨パッド 1 の上方を移動する。この実施形態では、測定ヘッド 41 を研磨面 1a と平行な平面内で移動させる平行移動機構は、ドレッサーアーム 27、ドレッサー旋回軸 29（図 2 参照）、およびドレッサー旋回機構 31（図 2 参照）により構成され、測定ヘッド 41 を上下動させる上下動機構は、ドレッサー上下動機構 33（図 2 参照）により構成される。

[0051] 図 10 は、測定ヘッド 41 を研磨ヘッドアーム 18 に固定した実施形態を示す図である。測定ヘッド 41 は、研磨ヘッド 5 とともに研磨パッド 1 の上方を移動する。この実施形態では、測定ヘッド 41 を研磨面 1a と平行な平面内で移動させる平行移動機構は、研磨ヘッドアーム 18、研磨ヘッド旋回軸 19（図 2 参照）、および研磨ヘッド旋回機構 21（図 2 参照）により構成され、測定ヘッド 41 を上下動させる上下動機構は、研磨ヘッド上下動機構 23（図 2 参照）により構成される。

[0052] 上述した実施形態は、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が本発明を実施できることを目的として記載されたものである。上記実施形態の種々の変形例は、当業者であれば当然になしうることであり、本発明の技術的思想は他の実施形態にも適用しうる。したがって、本発明は、記

載された実施形態に限定されることはなく、特許請求の範囲によって定義される技術的思想に従った最も広い範囲に解釈されるものである。

産業上の利用可能性

[0053] 本発明は、半導体ウェーハ等の基板の研磨に用いられる研磨パッドの表面形状や表面状態などの表面性状を測定する研磨パッドの表面性状測定装置に利用可能である。

符号の説明

[0054]	1 a	研磨面
	1	研磨パッド
	2	研磨テーブル
	5	研磨ヘッド
	7	処理液供給ノズル
	10	ドレッサー
	12	表面性状測定装置
	15	テーブルモータ
	18	研磨ヘッドアーム
	19	研磨ヘッド回転軸
	21	研磨ヘッド回転機構
	23	研磨ヘッド上下動機構
	27	ドレッサーアーム
	29	ドレッサー回転軸
	31	ドレッサー回転機構
	33	ドレッサー上下動機構
	41	測定ヘッド
	42	データ処理部
	44	平行移動機構
	45	上下動機構
	48	支持構造体

4 9	回転アクチュエータ
5 0	筐体
5 1	光学窓
5 5	レーザー光源
5 7	入射光線ミラー
5 8	回転軸
5 9	受光センサー
6 1	偏光フィルター
6 2	減光フィルター
6 5	バンドパスフィルター
7 0	散乱光ミラー

請求の範囲

- [請求項1] 基板の研磨に使用される研磨パッドの表面性状測定装置であって、
光を通さない筐体と、
前記筐体に取り付けられた光学窓と、
レーザー光線を発するレーザー光源と、
前記レーザー光線を前記光学窓を通じて前記研磨パッドに導く入射
光線ミラーと、
前記レーザー光線が前記研磨パッドに当たったときに発生する散乱
光の強度を測定する受光センサーとを備え、
前記レーザー光源、前記入射光線ミラー、および前記受光センサー
は、前記筐体内に配置されていることを特徴とする表面性状測定装置
。
- [請求項2] 前記受光センサーを上下動させる上下動機構をさらに備えたことを
特徴とする請求項1に記載の表面性状測定装置。
- [請求項3] 前記上下動機構は、前記散乱光の0次光から n 次光（ n は予め定め
られた自然数）を前記受光センサーが受けることができる位置まで、
前記受光センサーを上昇および／または下降させることを特徴とする
請求項2に記載の表面性状測定装置。
- [請求項4] 前記研磨パッドの研磨面に気体の噴流を送る噴流ノズルをさらに備
え、前記噴流ノズルは前記筐体に固定されていることを特徴とする請
求項1に記載の表面性状測定装置。
- [請求項5] 前記光学窓と前記受光センサーとの間に配置されたバンドパスフィ
ルターをさらに備えたことを特徴とする請求項1に記載の表面性状測
定装置。
- [請求項6] 前記バンドパスフィルターは、前記レーザー光線の波長を含む限ら
れた範囲内の波長を持つ光のみを通過させるように構成されているこ
とを特徴とする請求項5に記載の表面性状測定装置。
- [請求項7] 前記レーザー光源と前記光学窓との間に配置された減光フィルター

をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の表面性状測定装置。
。

[請求項8] 前記レーザー光源と前記光学窓との間に配置された偏光フィルターをさらに備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の表面性状測定装置。
。

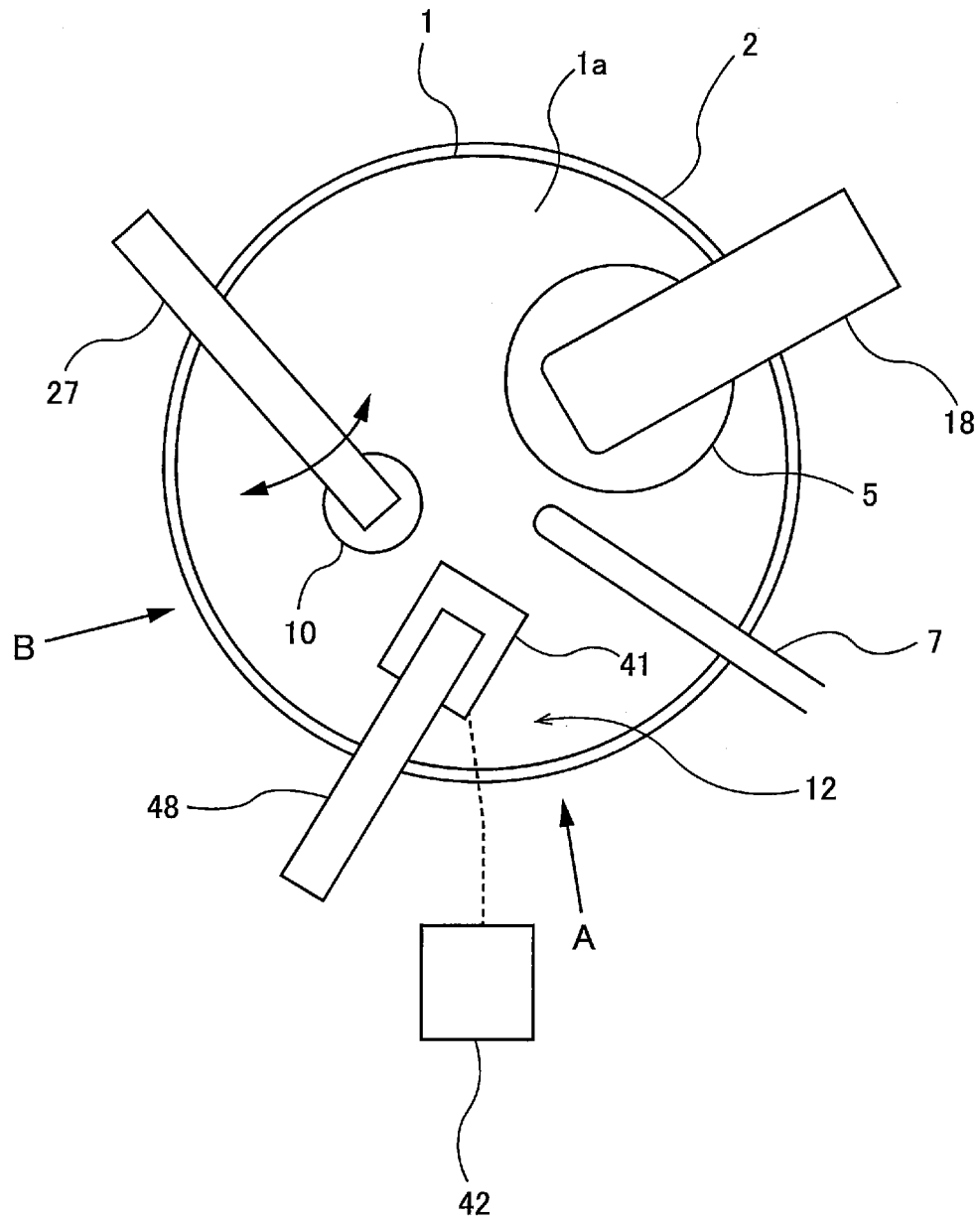
[請求項9] 前記研磨パッドの研磨面に平行な平面内で前記筐体を移動させる平行移動機構をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の表面性状測定装置。

[請求項10] 前記研磨パッドからの散乱光を反射させ、前記受光センサーに導く散乱光ミラーをさらに備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の表面性状測定装置。

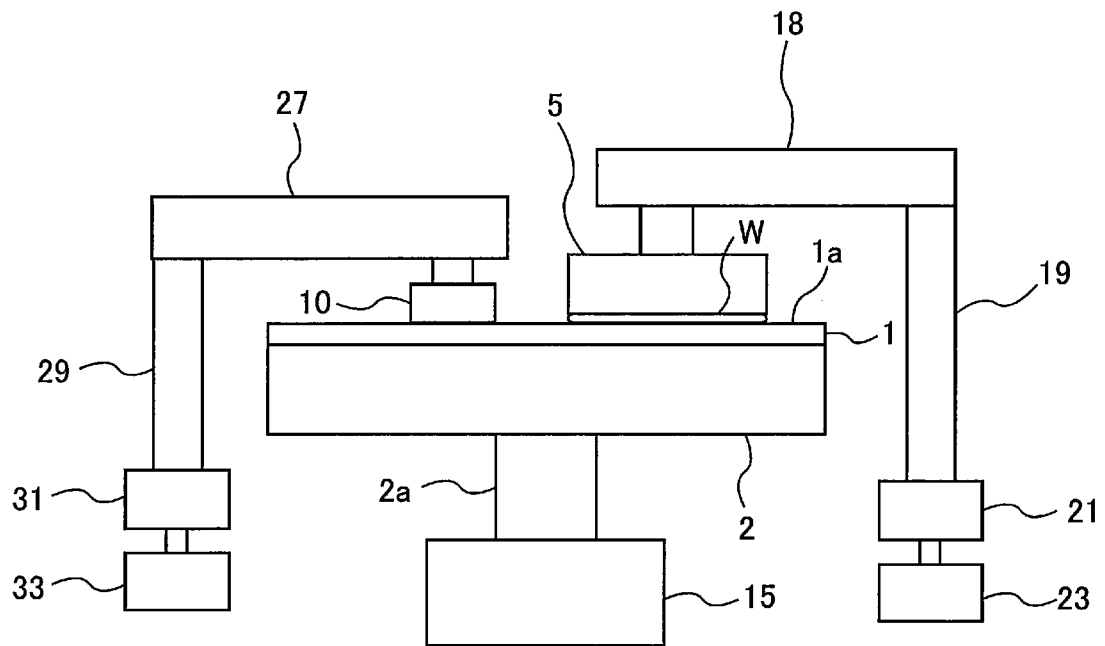
[請求項11] 前記散乱光ミラーは、凹面ミラーであることを特徴とする請求項 10 に記載の表面性状測定装置。

[請求項12] 研磨パッドを支持する研磨テーブルと、
基板を前記研磨パッドに押し付ける研磨ヘッドと、
前記研磨パッドの表面性状を測定する、請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載の表面性状測定装置とを備えたことを特徴とする研磨装置。

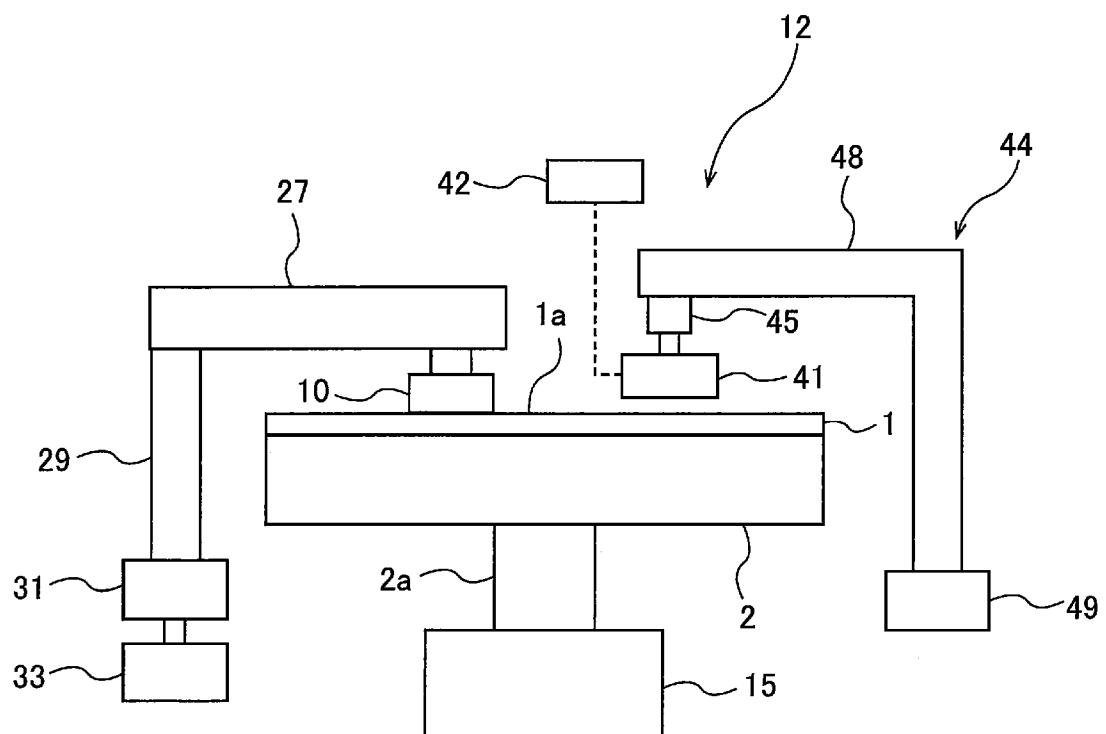
[図1]



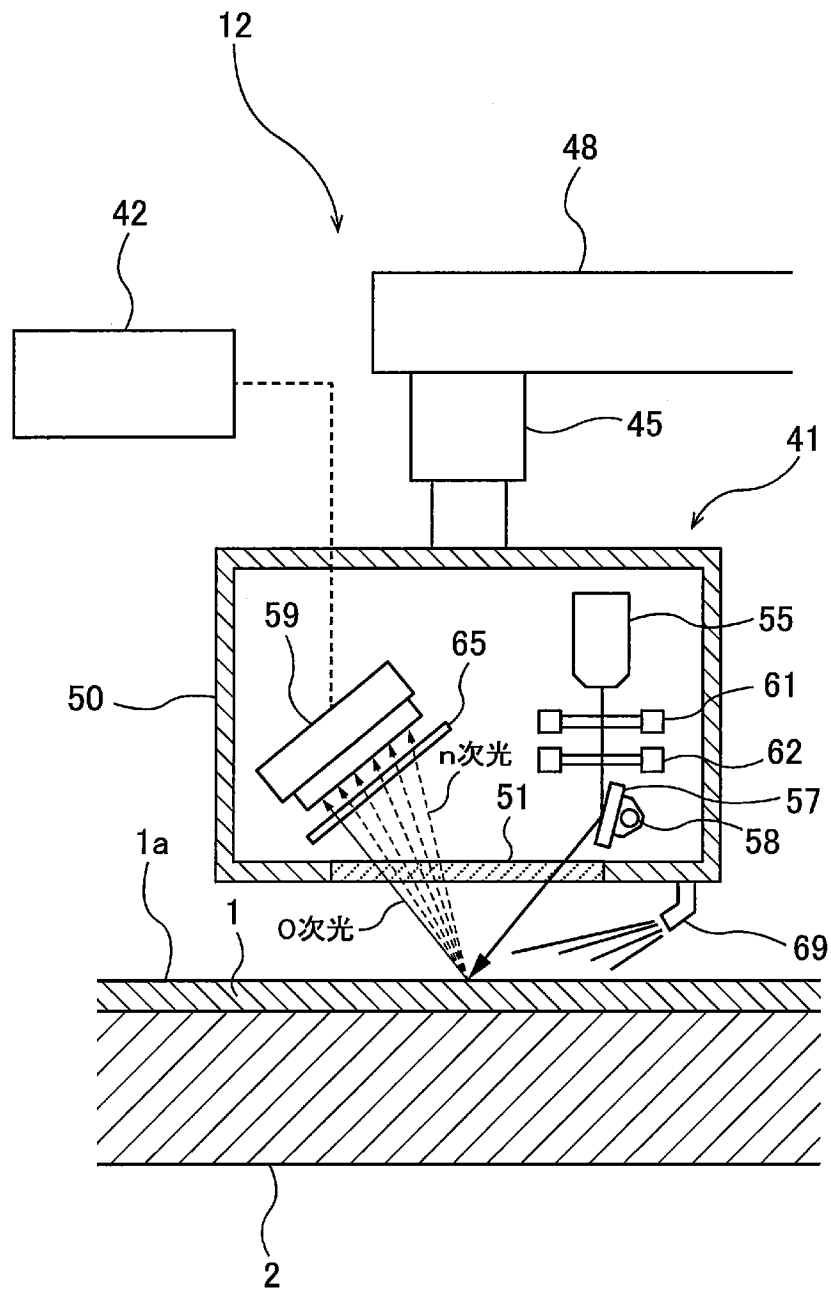
[図2]



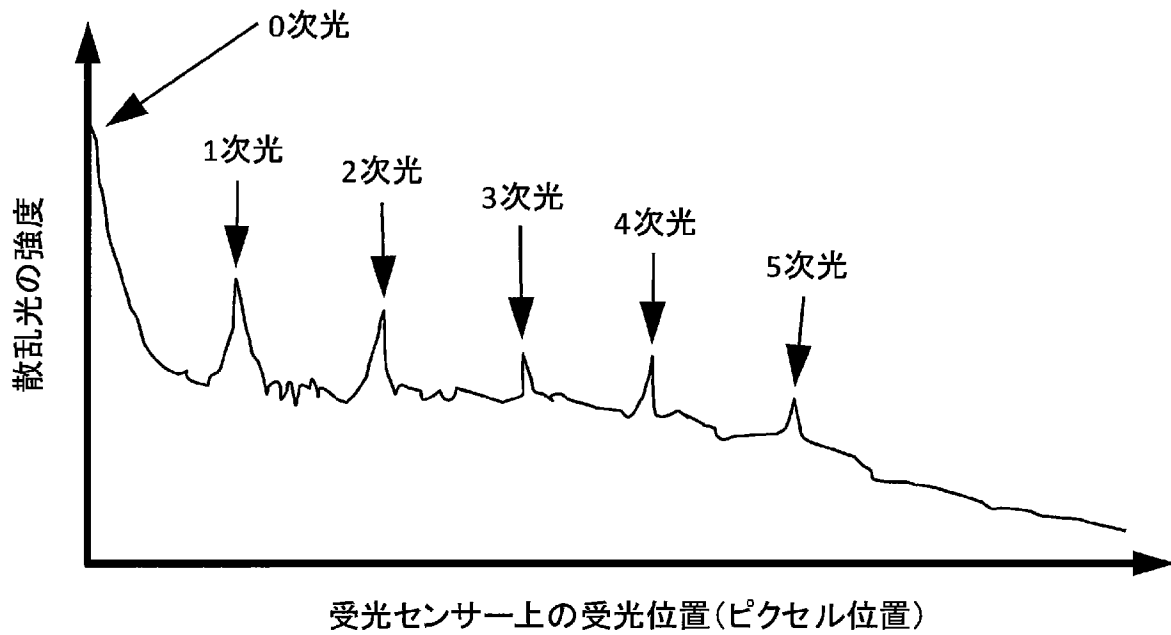
[図3]



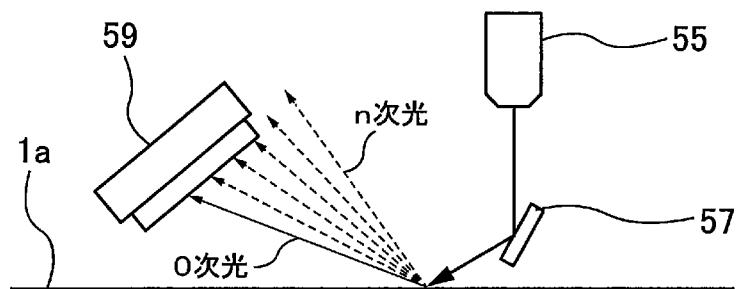
[図4]



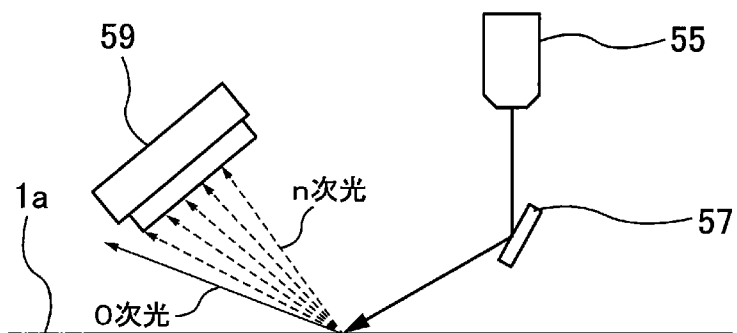
[図5]



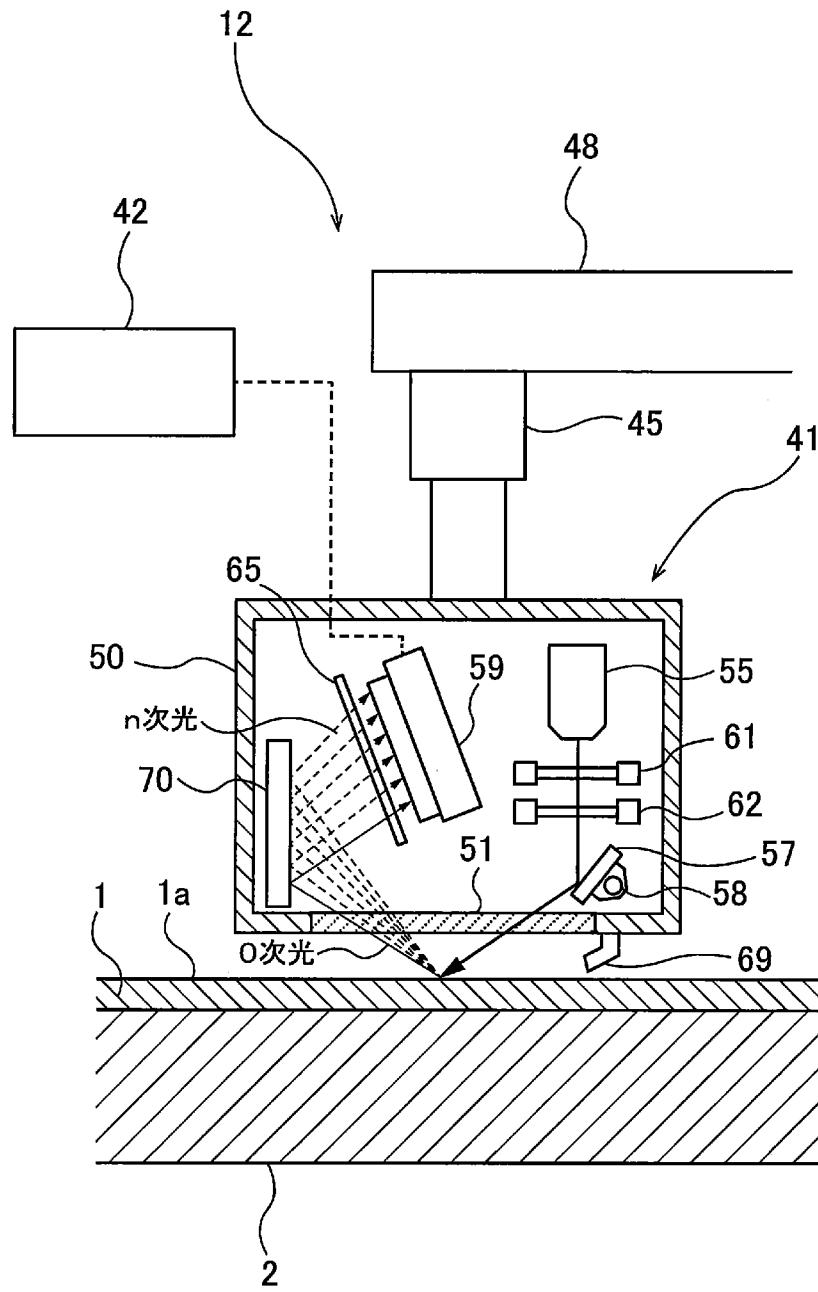
[図6]



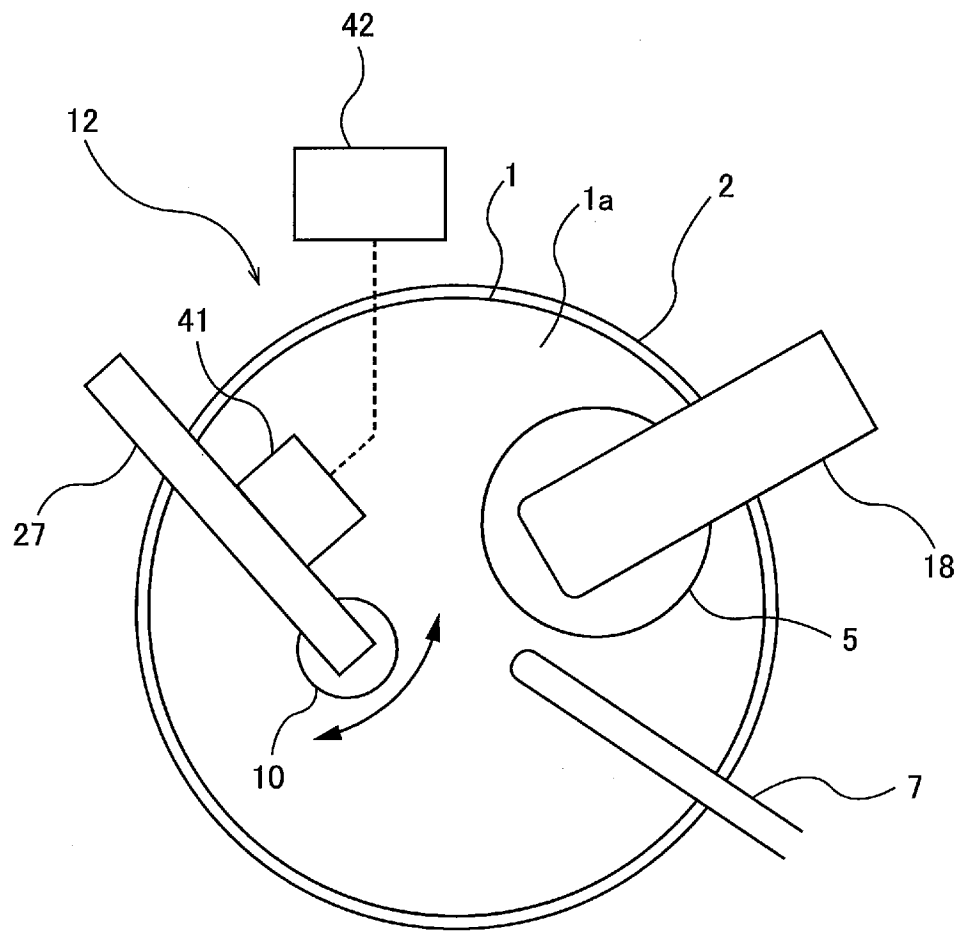
[図7]



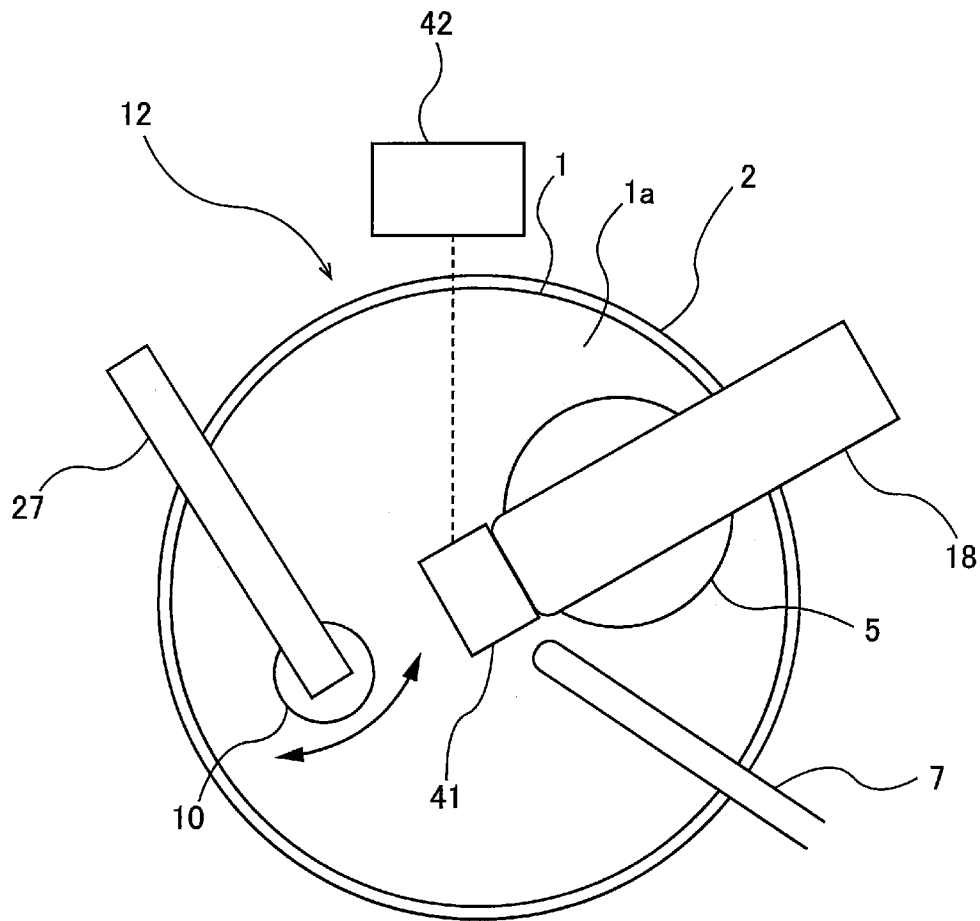
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/029154

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B49/12(2006.01)i, B24B37/34(2012.01)i, G01B11/30(2006.01)i, H01L21/304(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)

B24B49/12, B24B37/00-37/34, G01B11/00-11/30, H01L21/304

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

DWPI (Derwent Innovation)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2016/111335 A1 (Ebara Corp.), 14 July 2016 (14.07.2016), paragraphs [0025], [0029], [0034], [0047]; fig. 1, 4 (Family: none)	1-12
Y	JP 2010-120130 A (Disco Inc.), 03 June 2010 (03.06.2010), paragraphs [0031] to [0032]; fig. 5 (Family: none)	1-12
Y	JP 2002-261059 A (Omron Corp.), 13 September 2002 (13.09.2002), paragraphs [0024], [0048] to [0050]; fig. 1, 8 (Family: none)	1-12

☒ 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
25 October 2017 (25.10.17)

Date of mailing of the international search report
07 November 2017 (07.11.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/029154

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2012-135857 A (SUMCO Corp.), 19 July 2012 (19.07.2012), paragraph [0021]; fig. 1 (Family: none)	2-3, 9, 12 1, 4-8, 10-11
Y A	JP 2001-223190 A (Hitachi, Ltd.), 17 August 2001 (17.08.2001), paragraphs [0052] to [0054]; fig. 5 & US 2001/0015801 A1 paragraphs [0083] to [0086]; fig. 5	4, 12 1-3, 5-11
Y A	JP 2000-271854 A (Hitachi, Ltd.), 03 October 2000 (03.10.2000), paragraph [0027]; fig. 10 (Family: none)	4, 12 1-3, 5-11
Y A	JP 2013-102223 A (KLA-Tencor Corp.), 23 May 2013 (23.05.2013), paragraphs [0094] to [0095]; fig. 8 & US 2005/0252752 A1 paragraphs [0110] to [0111]; fig. 8	10-12 1-9
A	JP 2014-172154 A (Ebara Corp.), 22 September 2014 (22.09.2014), entire text; all drawings & US 2014/0262027 A1 entire text; all drawings	1-12
A	JP 2015-208840 A (Ebara Corp.), 24 November 2015 (24.11.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2014-132275 A (KLA-Tencor Corp.), 17 July 2014 (17.07.2014), entire text; all drawings & US 2005/0018179 A1 entire text; all drawings	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B24B49/12(2006.01)i, B24B37/34(2012.01)i, G01B11/30(2006.01)i, H01L21/304(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 (IPC))

Int.Cl. B24B49/12, B24B37/00-37/34, G01B11/00-11/30, H01L21/304

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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)

DWPI (Derwent Innovation)

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 請求項の番号
Y	WO 2016/111335 A1 (株式会社 荏原製作所) 2016.07.14, 段落 [0025], [0029], [0034], [0047], 図 1, 4 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP 2010-120130 A (株式会社ディスコ) 2010.06.03, 段落 [0031]-[0032], 図 5 (ファミリーなし)	1-12
Y	JP 2002-261059 A (オムロン株式会社) 2002.09.13, 段落 [0024], [0048]-[0050], 図 1, 8 (ファミリーなし)	1-12

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

25.10.2017

国際調査報告の発送日

07.11.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

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)

須中 栄治

3 C

3714

電話番号 03-3581-1101 内線 3322

C (続き) . 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 請求項の番号
Y A	JP 2012-135857 A (株式会社 S U M C O) 2012. 07. 19, 段落[0021], 図 1 (ファミリーなし)	2-3, 9, 12 1, 4-8, 10-11
Y A	JP 2001-223190 A (株式会社日立製作所) 2001. 08. 17, 段落 [0052]-[0054], 図 5 & US 2001/0015801 A1, 段落[0083]-[0086], 図 5	4, 12 1-3, 5-11
Y A	JP 2000-271854 A (株式会社日立製作所) 2000. 10. 03, 段落[0027], 図 10 (ファミリーなし)	4, 12 1-3, 5-11
Y A	JP 2013-102223 A (ケーエルエーテンカー コーポレーション) 2013. 05. 23, 段落[0094]-[0095], 図 8 & US 2005/0252752 A1, 段落 [0110]-[0111], 図 8	10-12 1-9
A	JP 2014-172154 A (株式会社荏原製作所) 2014. 09. 22, 全文, 全図 & US 2014/0262027 A1, 全文, 全図	1-12
A	JP 2015-208840 A (株式会社荏原製作所) 2015. 11. 24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2014-132275 A (ケーエルエーテンカー コーポレーション) 2014. 07. 17, 全文, 全図 & US 2005/0018179 A1, 全文, 全図	1-12