(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
2024年8月29日(29.08.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/176279 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/683 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/005894

(22) 国際出願日： 2023年2月20日(20.02.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 株式会社日立ハイテク(HITACHI HIGH-TECH CORPORATION) [JP/JP]; 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 福村 真実(FUKUMURA Mami); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 辺見 真(HEMMI Makoto); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 宮崎 真理子(MIYAZAKI Mariko); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 佐藤 良広(SATOU Yoshihiro); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 増田 俊夫(MASUDA Toshio); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP). 芝山 慧(SHIBAYAMA Kei); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP). 小林 敏孝(KOBAYASHI Toshinori); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP). 矢崎 秋夫(YAZAKI Akio); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP).

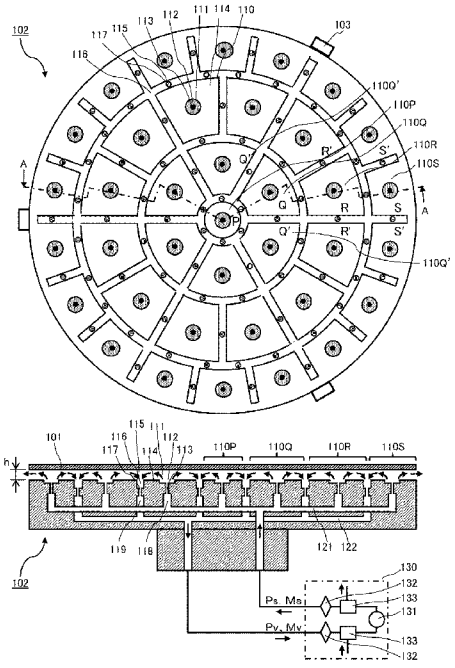
(74) 代理人: ポレール弁理士法人(POLAIRE I.P.C.); 〒1030021 東京都中央区日本橋本石町三丁目３番５号 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** SUBSTRATE-HOLDING DEVICE AND OPTICAL INSPECTION DEVICE HAVING SAME

(54) 発明の名称： 基板保持装置及びそれを有する光学式検査装置

図 2



(57) **Abstract:** Provided are: a substrate-holding device with which it is possible to improve the in-plane uniformity of wafer reverse-surface pressure and the smoothness with which a wafer is held, to flatten not only flat wafers but also warped wafers, and to hold wafers without touching the reverse surfaces thereof; and an optical inspection device having the substrate-holding device. This substrate-holding device comprises: a wafer chuck 102 (rotating chuck); and a clamp part 103 that supports the edges of a substrate 101, which is an object being rotated by the wafer chuck 102 (rotating chuck), in both a radial direction and a circumferential direction of the substrate 101. A plurality of static-pressure bearing pads that are provided to the wafer chuck 102 and that hold the substrate 101 without touching the reverse surface thereof are each provided with a plurality of air supply ports 111 that supply air to the substrate 101, suction grooves 116 that are disposed in the radial and circumferential directions and are provided connected to each other, one or a plurality of air suction ports 115 provided to the suction grooves 116, and static-pressure bearing parts 114 provided between the air supply ports 111 and the suction grooves 116. The suction grooves 116 and the one or plurality of air suction ports 115 are provided at shared positions between the static-pressure bearing pads that are adjacent to each other in the radial and circumferential directions.

WO 2024/176279 A1

[続葉有]

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：ウエハ裏面圧力の面内の均一性やウエハ保持の平坦度を向上すると共に、平坦ウエハのみならず反りウエハも平坦化し、ウエハを裏面非接触に保持し得る基板保持装置及びそれを有する光学検査装置を提供することにある。基板保持装置は、ウエハチャック１０２（回転チャック）と、ウエハチャック１０２（回転チャック）による回転対象である基板１０１のエッジを、基板１０１の半径方向及び周方向に支持するクランプ部１０３と、を有し、ウエハチャック１０２に設けられた、基板１０１を裏面非接触に保持する複数の静圧軸受パッドが、基板１０１へ気体を供給する複数の気体給気口１１１と、半径方向及び周方向に配置され相互に接続して設けられた吸気溝１１６と、吸気溝１１６に設けられた１つ又は複数の気体吸気口１１５と、気体給気口１１１と吸気溝１１６との間に設けられた静圧軸受部１１４と、を備え、吸気溝１１６及び１つ又は複数の気体吸気口１１５は、半径方向及び周方向に相互に隣接する静圧軸受パッドとの間で共有する位置に設けられる。

明　細　書

発明の名称 ： 基板保持装置及びそれを有する光学式検査装置

技術分野

[0001] 本発明は、基板保持装置に係り、特に光学式検査装置に好適な基板保持装置及びそれを有する光学式検査装置に関する。

背景技術

[0002] 半導体製造工程における異物・欠陥検査の微細化に対応して、ウエハ光学検査も高感度化が求められる。

ウエハ光学検査には、ウエハ裏面を真空吸着により接触保持して検査する「裏面吸着」方式とウエハ裏面非接触にエッジのみ保持して検査する「エッジグリップ」方式がある。このうち「エッジグリップ」方式は、ウエハチャックに取り付けられたエッジクランプでウエハを保持し、ウエハ裏面を空気圧によりウエハチャックに対して非接触に支持して、チャックが高速回転しつつ並進することで、ウエハ全面を検査するものである。

[0003] 「エッジグリップ」方式のウエハチャックとして、ウエハ裏面にエアを供給してウエハの自重沈下によるたわみを補正して支持する裏面エア浮上方式に加えて、最近では、エアベア（空気軸受）を用いて、ウエハとチャック表面との支持隙間を一定に保つエアベア方式のウエハチャックが提案されている。

一方、光学検査の高感度化に伴って、光学検査部の焦点深度が小さくなると、ウエハ表面の高さ変動を焦点深度の範囲におさめることが困難になる。自動焦点機構は、ウエハ表面の半径方向の高さ変動には、並進移動に追従すればよいが、ウエハ表面の周方向の高さ変動には、高速回転に追従するには振幅－応答性の帯域幅に限界がある。また、ウエハは平坦とは限らず、反ったウエハも光学検査の対象となる。このため、光学検査部の焦点深度が小さくなることで、平坦ウエハを平坦に保持するのみならず、反ったウエハをも平坦化して保持し、ウエハ高さの変動を焦点深度の範囲におさめることを、

自動焦点機構の帯域の制約のなかで、ウエハ裏面に非接触に行うことが必要となる。

[0004] さらに、ウエハ光学検査には、ウエハ表面のみならず裏面に対しても、検査中にウエハに異物を付着させないことが求められる。

[0005] 裏面非接触にウエハを保持する方式に関する技術として、特許文献１は、チャック面に複数の加圧ガス要素からなる加圧ガス領域と複数の減圧ガス要素からなる減圧ガス領域を配置して、ウエハ裏面のチャック面への接触を回避しつつウエハの平坦性を保って保持し、かつウエハエッジで水平方向に保持する回転ウエハチャック機構を開示している。

加圧ガス領域と減圧ガス領域が周方向に離れて交互に配置されることで、加圧ガス領域から供給された気体は減圧ガス領域に流れ、排気される形態となっている。ウエハチャック機構は回転駆動されるため、加圧ガス領域や減圧ガス領域、およびこれらの中間の領域も同様に回転する。このため、加圧ガス領域からウエハ裏面に供給された気体は、回転半径位置に応じて遠心力が作用して外側に流れがちになる。ウエハ保持はウエハ裏面の気体の圧力、すなわち正圧及び負圧の平衡によりなされるものであるので、静止時と回転時ではウエハ裏面の気体の流れや圧力分布が変化することとなる。その結果、ウエハに対する気体による保持力分布が変動することになり、ウエハの平坦度に悪影響を及ぼす可能性がある。

[0006] そこで、特許文献２に記載される技術が提案されている。特許文献２には、ウエハに向かって気体を供給する気体給気口と、気体給気口の周囲を囲む環状溝に設けられた気体排気口と、を有するエアベアリングパッドを、回転チャック上に複数配置したウエハチャックが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特表２０１７－５０４１９９号公報

特許文献2：国際公開第２０２１－２４０５９８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、特許文献２の構成では、エアベアリングパッド同士の間の気体に、ウエハチャックの高速回転にともなう遠心力が作用することで、排気溝や気体排気口の圧力が排気圧で決まらず、パッド間に圧力特性の差が生じてウエハの平坦度に影響する虞がある。また、特許文献１及び特許文献２とも、反ったウエハを平坦化して保持することは考慮されていない。

[0009] そこで、本発明は、ウエハ裏面圧力の面内の均一性やウエハ保持の平坦度を向上すると共に、平坦ウエハのみならず反りウエハも平坦化し、ウエハを裏面非接触に保持し得る基板保持装置及びそれを有する光学検査装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するため、本発明に係る基板保持装置は、回転チャックと、前記回転チャックによる回転対象である基板のエッジを、前記基板の半径方向及び周方向に支持するクランプ部と、を有し、前記回転チャックに設けられた、前記基板を裏面非接触に保持する複数の静圧軸受パッドが、前記基板へ気体を供給する複数の気体給気口と、半径方向及び周方向に配置され相互に接続して設けられた吸気溝と、前記吸気溝に設けられた１つ又は複数の気体吸気口と、前記気体給気口と前記吸気溝との間に設けられた静圧軸受部と、を備え、前記吸気溝及び前記１つ又は複数の気体吸気口は、半径方向及び周方向に相互に隣接する静圧軸受パッドとの間で共有する位置に設けられることを特徴とする。

[0011] また、本発明に係る光学式検査装置は、基板を保持する基板保持装置と、前記基板保持装置を載置する合焦機構部と、前記合焦機構部を回転させる回転機構部と、前記回転機構部を並進移動させる並進機構部と、照射光学系及び検出光学系を有する光学検査部を備え、前記基板保持装置は、回転チャックと、前記回転チャックによる回転対象である基板のエッジを、前記基板の半径方向及び周方向に支持するクランプ部と、を有し、前記回転チャックに設けられた、前記基板を裏面非接触に保持する複数の静圧軸受パッドが、前

記基板へ気体を供給する複数の気体給気口と、半径方向及び周方向に配置され相互に接続して設けられた吸気溝と、前記吸気溝に設けられた１つ又は複数の気体吸気口と、前記気体給気口と前記吸気溝との間に設けられた静圧軸受部と、を備え、前記吸気溝及び前記１つ又は複数の気体吸気口は、半径方向及び周方向に相互に隣接する静圧軸受パッドとの間で共有する位置に設けられることを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、ウエハ裏面圧力の面内の均一性やウエハ保持の平坦度を向上すると共に、平坦ウエハのみならず反りウエハも平坦化し、ウエハを裏面非接触に保持し得る基板保持装置及びそれを有する光学検査装置を提供することが可能となる。

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施形態に係る光学式検査装置の全体概略構成図である。

[図2]本発明の実施例１に係る基板保持装置（ウエハチャック）の上面図及びＡ－Ａ断面図である。

[図3]本発明の実施例１に係る基板保持装置（ウエハチャック）のエアベアパッド単体での上面図及びＡ－Ａ断面図である。

[図4]図２に示すエアベアパッドの上面或いはウエハの裏面の圧力分布を示す図である。

[図5]支持特性、すなわち支持隙間ｈと支持力Ｆ、支持剛性ｄＦ／ｄｈの関係を示す図である。

[図6]図３に示すエアベアパッドを複数個配置したウエハチャックの上面図、チャック半径方向の位置（チャック中心からの距離）に応じた、ウエハ裏面の圧力分布、及び支持隙間を示す図、支持隙間とチャック外周部での角度位置の関係を示す図である。

[図7]特許文献２に記載されるエアベアパッドの概略構成を示すそれぞれ上面

図及びＡ－Ａ断面図である。

[図8]図７に示すエアベアパッドの上面或いはウエハの裏面の圧力分布を示す図である。

[図9]図７に示すエアベアパッドを配置したウエハチャックの上面図及びチャック半径方向の位置（チャック中心からの距離）に応じた、ウエハ裏面の圧力分布、及び支持隙間を示す図である。

[図10]検査中に回転数が線速度一定で変化するＣＬＶ検査におけるウエハ裏面の圧力分布や支持隙間、ウエハ高さ変動への影響を示した図である。

[図11]本発明の実施例２に係る基板保持装置（ウエハチャック）の上面図及びＡ－Ａ断面図である。

[図12]本発明の実施例３に係る基板保持装置（ウエハチャック）の上面図及びＡ－Ａ断面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 本明細書において、「半径方向」とは円板状の基板の中心から外周方向へ向かう方向を指し、「周方向」とは円板状の基板の同心円状の各周方向に沿った方向を指すものとする。また、「基板」とはウエハ等を指す。以下では光学式検査装置としてウエハ検査装置を一例に説明する。

[0015] 図１は、本発明の実施形態に係る光学式検査装置の全体概略構成図である。図１に示すように、ウエハ検査装置１００は、ウエハ１０１を保持するウエハチャック１０２、ウエハ保持機構１０３、合焦機構部１０４、回転機構部１０５、並進機構部１０６、光学検査部107を備える。

[0016] ウエハ１０１は、ウエハチャック１０２（基板保持装置とも称される）に備えられたウエハ保持機構１０３により端部を保持され、ウエハチャック１０２とは裏面非接触に、支持隙間ｈをもって保持される。ウエハチャック１０２は、合焦機構部１０４上に載置される。回転機構部１０５は、ウエハ１０１、ウエハチャック１０２、合焦機構部１０４を回転させる。並進機構部１０６は、回転機構部１０５をウエハ１０１、ウエハチャック１０２、合焦機構部１０４とともに並進移動させる。

これらの回転機構部１０５による回転移動と、並進機構部１０６による並進移動により、ウエハ１０１はその全面が光学検査部１０７によりスパイラル状に検査される。

[0017] 光学検査部107は、検査位置１０７ａに光学アライメントされた照射光学系１０７ｂ及び検出光学系１０７ｃにて構成される。検出光学系１０７ｃは検出レンズ１０７ｄと検出センサ１０７ｅで構成され、検査位置１０７ａにおける異物・欠陥からの微弱散乱光を検出する。さらに検査位置１０７ａでのウエハ１０１の高さ位置を測定するウエハ高さ測定系１０７ｆを備えることで、光学検査時のウエハ高さを測定して、合焦機構部１０４によるウエハ高さ調整が可能なように構成される。

[0018] ウエハ検査装置１００は、上記構成により、ウエハチャック１０２に裏面非接触に保持されたウエハ１０１の全面にわたる光学検査を可能とする。光学検査の高感度と高スループットを確保するために、照射光学系１０７ｂには紫外や深紫外領域の短波長レーザを用いる。また検出光学系１０７ｃには、集光光学系或いは結像光学系を、さらに検出センサ１０７ｅは、フォトマル（光電子増倍管）、マルチピクセルでフォトン計数を行うＳｉＰＭ（Ｓｉｌｉｃｏｎ　Ｐｈｏｔｏｍｕｌｔｉｏｌｉｅｒ）、或いは多数の撮像素子を線（ライン）状に高密度配置したラインセンサを用いる。

[0019] 以下では、光学式検査装置としてのウエハ検査装置１００を構成するウエハチャック１０２（基板保持装置）について、図面を用いて詳細に説明する。

実施例 1

[0020] 図２は、本実施例に係る基板保持装置（ウエハチャック）の上面図及びＡ－Ａ断面図である。図２の上段に示すように、ウエハチャック１０２の上面には、エアベアパッド１１０が多数配置される。

エアベアパッド１１０は、気体給気口１１１として、給気ポケット１１２、給気オリフィス１１３、静圧軸受部１１４を備え、また気体吸気口１１５として、吸気溝１１６、吸気オリフィス１１７を備えて、これらにより静圧

空気軸受（エアベアリング）を構成している。

[0021] 図２の下段（上段の一点鎖線における断面図）に示すように、気体給気口１１１は、気体給気通路１１８からの気体が、給気オリフィス１１３及び給気ポケット１１２を通じて、ウエハ１０１の裏面の静圧軸受部１１４に気体を供給する。気体吸気口１１５は、気体給気口１１１からウエハ１０１の裏面の静圧軸受部１１４に供給された気体を、吸気溝１１６、吸気オリフィス１１７及び吸気通路１１９を通じて吸気する。この構成により、ウエハ１０１は、ウエハチャック１０２の表面と支持隙間ｈをもって、静圧軸受の作用により裏面非接触状態で保持される。静圧軸受部１１４は、ウエハ１０１と支持隙間ｈをもって対向する平坦部であり、ウエハチャック１０２上のすべてのエアベアパッド１１０において、同じ高さをもって平坦に形成される。

エアベアパッド１１０は、気体給気通路１１８は気体給気配管１２１と、吸気通路１１９は気体吸気配管１２２と接続される。気体給気配管１２１、気体吸気配管１２２は、それぞれがほかのエアベアパッドと相互に接続されて、気体給気・吸気系１３０に接続される。

気体給気・吸気系１３０は、ポンプ１３１により、クリーンフィルタ１３２を介して気体吸気配管１２２から気体を吸気し、気体給気配管１２１に給気する。気体の圧力・流量は、圧力・流量制御弁１３３により、気体給気の圧力P_S、流量M_S、気体吸気の圧力P_V、流量M_Vに設定される。

[0022] 気体給気口１１１から給気された気体は、気体吸気口１１５から吸気される。気体給気口１１１及び気体吸気口１１５は、エアベアパッド１１０毎に、気体の給気と吸気の流量が概略バランスするように設定する。この場合、ウエハチャック全体としても気体の給気と吸気の流量が概略バランスするので、気体給気・吸気系１３０のそれぞれに大容量のポンプ１３１を設けることなく、圧力・流量制御弁１３３で流量調整することで、循環的に気体の給気・吸気が可能となる。

[0023] 一方で、気体の給気・吸気量は、支持隙間ｈの変動により変化することが

ある。また、反ったウエハを平坦化して保持しようとすると、反り部分では支持隙間ｈが異なる。この場合、給気と吸気の流量がバランスしない可能性がある。或いは、ウエハ１０１端部で外周部に供給気体が流出することで、給気と吸気のバランスを崩す要因となり得る。このような場合でも、圧力・流量制御弁１３３により給気と吸気の流量を調整できる。

[0024] 図２上段において、エアベアパッド１１０は、周方向及び半径方向に相互に隣接して配置される。吸気溝１１６は、エアベアパッド１１０を囲むように配置されると共に、隣接するエアベアパッド１１０同士で共有されるように形成されている。換言すれば、吸気溝１１６は、周方向及び半径方向に相互に隣接する気体給気口１１１の間に設けられている。

[0025] 例えば、エアベアパッド１１０Ｑの周囲の吸気溝１１６は、周方向に隣接するエアベアパッド１１０Ｑ‘との間、及び、半径方向に隣接するエアベアパッド１１０Ｐ，エアベアパッド１１０Ｒとの間で共有される。なお、吸気溝１１６は、半径方向及び周方向に配置されて相互に接続するよう形成される。換言すれば、吸気溝１１６は、半径方向及び周方向に配置されて相互に連通するよう形成されている。

[0026] さらに吸気溝１１６には、気体吸気口１１５が、エアベアパッド１１０の周囲に複数個配置される。気体吸気口１１５の数は、気体給気口１１１からの気体給気と気体吸気口１１５からの吸気が、エアベアパッド１１０毎に概略同量となってバランスするように、給気オリフィス１１３、吸気オリフィス１１７の孔径や給気圧力P_S、吸気圧力P_Vも考慮して設定する。なお、気体吸気口１１５、或いは吸気オリフィス１１７は、吸気溝１１６の溝内圧力に分布差を設けないように、概略均等間隔で配置するのが望ましい。

この構成により、気体給気口１１１からの気体は気体吸気口１１５で吸気され、エアベアパッド１１０毎に気体の給気量と吸気量がバランスして、隣接するエアベアパッド１１０同士の間で相互に給気や吸気が行き来することはない。このため、エアベアパッド１１０はお互いに干渉することなく、それぞれのエアベアパッド１１０が所定の支持特性をもって動作することがで

きる。

[0027] 隣接するエアベアパッド同士で吸気溝１１６を共有しない場合は、ウエハチャック１０２が回転するとエアベアパッド外側での圧力が遠心力の作用で変動して支持特性に影響する可能性があるが、上記の構成によればこのような影響を避けることができる。より具体的には、エアベアパッド１１０への気体給気口１１１からの供給エアが気体吸気口１１５で流量がバランスして吸気されるので、ウエハチャック１０２が回転しても、ウエハ１０１の裏面エアはそれぞれのエアベアパッド内で回収され、隣接エアベアパッドとの間を通らない。従って、吸気溝１１６の圧力が吸気圧により決まり、ウエハ１０１の裏面圧が面内で均一となり、ウエハ１０１の平坦保持が可能となる。

[0028] 図２上段において、エアベアパッド１１０の形状は、円環を等分割した「環状台形」（上辺と底辺が円環の一部で構成される、略台形の形状）が望ましい。但しこれに限定されるものではない。例えば、上辺と底辺を直線とした「台形」形状としても良い。ウエハチャック１０２の中心部は「円形」形状としても良い。

[0029] エアベアパッド１１０の配置は、円周方向（周方向）には略同一形状のパッドが等分割されて配置するのが望ましい。ウエハ検査は、ウエハチャック１０２の高速回転により円周方向（周方向）に高速に進むので、この配置とすることで円周方向（周方向）に検査感度の変動を生じさせない。例えば、ウエハの３時方向と６時方向でパッド支持特性が異なると、支持隙間ｈ（図２の下段）に変動が生じて合焦機構部１０４が追従しきれない可能性がある。しかし、円周方向（周方向）のパッド形状を同一とすることで、円周方向（周方向）に同一の支持特性が得られる。

[0030] 一方、半径方向には、エアベアパッド１１０の半径方向長さは同一である必要はない。例えば、本実施例のように最外周では半径方向長さを小さくしても良い。

[0031] また、図２の上段に示すように、最外周のエアベアパッド１１０Ｓでは、パッド外側の周方向に吸気溝１１６は形成していない。このような構成とす

ることにより、図２の下段に示すように、最外周で外周外側に向かう気体の流れを実現している。これは、最外周のエアベアパッド１１０Ｓの外側に吸気溝１１６を設けると、ウエハ１０１端部の裏面に向けて、ウエハチャック１０２の外側から外気を引き込むことになり、外気に異物が含まれると、ウエハ１０１端部の裏面に異物が付着する可能性が生じるためである。

よって、最外周のエアベアパッド１１０Ｓの外側に吸気溝１１６を形成しない構成とすることで、ウエハ１０１端部の裏面に異物を付着させずに、ウエハ１０１を裏面非接触状態で保持することが可能となる。

[0032] なお、気体吸気口１１５や吸気オリフィス１１７は、エアスピンドル等の一般に用いられる静圧軸受では設けられない。一般の静圧軸受では、給気に対して給気オリフィスで圧力損失を与えて高い圧力を支持隙間に供給することで静圧軸受としての特性を得ており、したがって吸気構造は必要とされず、設けられることもない。適用用途によって吸気構造を設ける場合もあるが、その場合でも吸気経路に吸気オリフィス１１７は必要とされず、むしろ余計な圧力損失を与えて吸気特性や吸気効率を阻害するものとして、静圧軸受の設計理論からは排除されるべきものとみなされる。これに対して、本発明ではウエハチャック１０２が高速回転する。すなわち、エアスピンドル等の一般の静圧軸受は静置して利用されるのに対して、本発明のウエハチャック１０２では静圧軸受部が高速回転される。このため給気や吸気は遠心力の作用を強く受ける。吸気オリフィス１１７は、ウエハチャック１０２が高速回転しても、遠心力の作用がエアベアパッドの支持特性やウエハ平坦度に影響しないために必要な構成要件として、本発明者らが見出したものである。

[0033] 図２の下段で示したように、エアベアパッド１１０の気体吸気配管１２２は、他のエアベアパッドと相互に接続されている。ウエハチャック１０２の高速回転に伴う遠心力の作用により、気体吸気配管１２２内の気体は、外周側ほど圧力が上昇する。ここで、吸気オリフィス１１７を設けない構成では、吸気溝１１６の圧力は気体吸気配管１２２と同一となる。このため、高速回転に伴う遠心力により、ウエハチャック１０２の外周側では吸気溝１１６

の圧力が高くなり、エアベアパッド１１０の支持特性に必要な吸気圧力が不足して支持隙間ｈが広がりウエハ平坦度が低下するといった影響を生じる。そこで、吸気オリフィス１１７を設けて、吸気溝１１６と気体吸気配管１２２の間に所定の圧力損失を与えることで、吸気溝１１６の圧力、ひいてはエアベアパッド１１０の支持特性や支持隙間ｈあるいはウエハ平坦度に回転遠心力が実質的に影響しないようにすることができる。

[0034] なお、給気オリフィス１１３は、一般の静圧軸受として必須の構成要件である。同時に、給気ポケット１１２と気体給気配管１２１の間に所定の圧力損失を与える機能を併せ持っており、給気ポケット１１２の圧力、ひいてはエアベアパッド１１０の支持特性やウエハ平坦度に回転遠心力が実質的に影響しないようにすることができる。

[0035] また、静圧軸受の「絞り」には、「オリフィス絞り」以外にも、「表面絞り」、「多孔質絞り」、「自成絞り」等が知られている。給気オリフィス１１３、吸気オリフィス１１７は、こうした「絞り」の代表例として「オリフィス絞り」を挙げており、他の「絞り」、例えば「給気自成絞り」を用いても良く、これらの絞りを複合させた「複合絞り」を用いても良い。

[0036] 図２の実施例では、エアベアパッド１１０を構成する気体給気口１１１、気体吸気口１１５の形状は、すべてのエアベアパッド１１０で同一としていたが、必ずしも同一である必要はなく、半径方向位置に応じて異なる形状としても良い。給気オリフィス１１３、吸気オリフィス１１７の孔径も、半径方向位置に応じて異なる大きさとしても良い。給気ポケット１１２の形状も円形に限定されるものではない。エアベアパッド自体の形状や大きさも半径方向位置に応じて異なっても良い。エアベアパッドの面積を小さくすることで、エアベアパッド内でのウエハ裏面圧力分布により、支持隙間に局所的な変動が生じた場合でもこの影響を小さくできる。この場合、面積が大きいエアベアパッドと比べてエアベアパッド１個あたりの支持剛性は小さくなるが、エアベアパッドの数が増えることにより、総和としてはほぼ同等の支持剛性が得られる。なお上記のいずれの場合も、回転検査の方向である周方向に

対してはエアベアパッドごとの支持剛性に差が生じぬよう構成することが望ましい。

[0037] ウエハチャック１０２の構成材料は、高速回転下でウエハの平坦性を確保するために、例えば、軽量・高剛性なアルミや、ＳｉＣ、アルミナなどのセラミクスが望ましい。

ウエハチャック１０２の製作は、エアベアパッドや配管の構造を単層ごとに製作しておき、これを接合や締結で複層構造とすることで実現できる。

ウエハ１０１の裏面に異物を付着させないために、異物ポテンシャルを低減する研削・研磨や表面処理等を、ウエハチャック１０２の表面のみならず、内部の気体流路も含めて、施すのが望ましい。

[0038] 異物ポテンシャルとしては、帯電の影響も考慮することが望ましい。帯電によりウエハ１０１とウエハチャック１０２の間に電位差が生じると、ウエハチャック１０２の表面に異物が存在したときに、異物が気体の流れで排出される前にウエハ１０１の裏面に付着する可能性が生じる。ウエハチャック１０２として、導電性の高い材料の選択、或いは導電性表面処理の適用により、帯電の影響を低減することができる。

[0039] 先に背景技術で述べたように、先行技術文献には、特許文献１・特許文献２とも、「反ったウエハを平坦化して保持する」ことは考慮されておらず、反り平坦化に必要な「支持剛性」についても記載されていない。まず、「平坦ウエハを平坦に保持する」だけでなく、「反りのあるウエハを平坦化して保持する」ことを実現するために必要な「支持剛性」等の技術要件、また光学検査として或いは光学検査装置として求められる要件を、以下図１、図２の実施例を用いて、数値例も交えて詳しく説明する。

[0040] ここで、図１に戻り、光学検査としての要件は、ウエハ１０１の表面の高さ位置の変動を光学検査部１０７の焦点深度の範囲内とすることである。例えば光学検査部１０７の焦点深度が±１μｍであれば、ウエハ１０１全面の平坦度を±１μｍとすることで、合焦機構部１０４によるウエハチャック１０２の高さ位置補正を用いることなく、光学検査としての要件を実現できる

。

[0041] 合焦機構部１０４によりウエハチャック１０２の高さ位置補正を行う場合、ウエハ１０１に要求される平坦度は、光学検査部１０７の焦点深度に合焦機構部１０４の高さ位置補正範囲を加味した値（単純加算ではなく、自乗平均和等）として算出される。

[0042] ウエハチャック１０２の高さ位置補正を行う合焦機構部１０４は、半径方向には、並進機構部１０６による並進に応じて補正すればよいが、周方向には、回転機構部１０５による高速回転に追従して補正する必要がある。ここで、合焦機構部１０４の振幅－応答追従性の帯域幅には限界があるため、ウエハ１０１に要求される平坦度は、半径方向と周方向で異なることを考慮する必要がある。

Φ３００ウエハについて、一例をあげるならば、半径方向は、ウエハチャックがウエハ半径１５０ｍｍを５秒で並進移動する場合、移動速度は３０ｍｍ／秒となり、合焦機構部１０４は半径方向には追従しやすい。一方、周方向は、回転速度３０００ｒｐｍ（５０Ｈｚ）の場合、ウエハ外周での回転速度は４７ｍ／秒と高速になり、合焦機構部１０４は周方向には少なくとも５０Ｈｚ以上の高速応答が要求されるため、機構部の追従性に限界が生じる可能性がある。

[0043] 以下の数値は、あくまでも本実施例を分かりやすくするため便宜的に単純化したものであるが、一例をあげるならば、合焦機構部１０４による高さ位置補正範囲は、半径方向±１０μｍ、周方向±１μｍ、またウエハ１０１に要求される平坦度は、半径方向±１０μｍ、周方向±１μｍとして、以下説明する。

[0044] 実際にウエハ１０１に要求される平坦度は、光学検査部１０７の焦点深度に合焦機構部１０４の高さ位置補正範囲±１μｍを加味した値（単純加算でなく自乗平均和など）となるが、ここでは単純化して合焦機構部１０４による高さ位置補正範囲と同じ値とする。ここで「平坦」或いは「平坦度」とは、ｎｍ（ナノメートル）オーダの「平坦」「平坦度」を意味するものではな

く、光学検査部１０７の焦点深度や合焦機構部１０４の高さ位置補正範囲を考慮した、μｍ（マイクロメートル）オーダのレンジをもつことに留意する。

[0045] 次に、図２を用いて、「平坦ウエハの平坦保持」及び「反ったウエハの平坦化保持」に求められる要件を説明する。

「平坦ウエハを平坦に保持する」ことは、「平坦ウエハ」自体の平坦度が光学検査部１０７の焦点深度以内であれば、図２の下段において、ウエハ１０１の裏面とウエハチャック１０２の表面の間の支持隙間ｈを、ウエハ１０１全面にわたって、光学検査部１０７の焦点深度の範囲内に一定に保つように「平坦ウエハ」を保持することで実現できる。

[0046] 先の数値を用いて一例を挙げるならば、ウエハ１０１の裏面とウエハチャック１０２の表面の間の支持隙間ｈの変動幅を、ウエハ１０１の全面にわたって±１μｍ以内とすれば、「平坦ウエハを平坦に保持する」ことが可能となる。

[0047] 「反りウエハ」については、ウエハの平坦度が光学検査部１０７の焦点深度を超えている場合でも、合焦機構部１０４による高さ位置補正を適用できる範囲内であれば、これを適用することで、ウエハ１０１の表面の高さ位置を、光学検査部１０７の焦点深度の範囲内に一定に保つことも可能である。この場合、合焦機構部１０４による高さ位置補正の振幅－応答追従性の帯域による制約範囲に限定され、半径方向の平坦度の変動には平坦度±１０μｍまで、周方向に対しては±１μｍまでの補正範囲となる。

[0048] 「反りウエハ」で、ウエハの平坦度の変動が、光学検査部１０７の焦点深度を大きく超えて、合焦機構部１０４による高さ位置補正の振幅－応答追従性の帯域範囲をも超える場合には、「反ったウエハを平坦化して保持する」ことが必要となる。このように「反ったウエハを平坦化して保持する」には、エアベアパッド或いはエアベアパッドを用いたウエハチャック１０２には、「支持隙間ｈ」のみならず、静圧軸受としての「支持剛性」も考慮が必要である。

[0049] 一般に、静圧軸受における「支持剛性」は、「支持力の変動量に対する支持隙間の変化の比率」であり、「支持剛性が大きい」とは「支持隙間の変化が小さい」ことを意味する。或いは逆に言えば、「支持剛性」は「支持隙間の変動量に対する支持力変化の比率」であり、「支持剛性が大きい」とは、支持隙間が所定の設計値から変動したときに、設計支持隙間に戻すように支持力が変化する、その戻す作用としての支持力の変化が大きいこと、を意味する。

[0050] エアベアパッドを用いたウエハチャック１０２で「反ったウエハを平坦化して保持」しようとする場合、ウエハ１０１の「反り部」では「平坦部」より支持隙間ｈが大きい。この「反り部」に、支持剛性の大きなエアベアパッドを静圧軸受として作用させることで、「反り部」の広い支持隙間を「平坦部」の支持隙間に引き戻すように支持力が作用して、「反り部」と「平坦部」との支持隙間ｈの変化を小さくして、すなわち「反りを平坦化」して、保持することができる。

[0051] ウエハの反りの値は、ウエハの規格では最大１００μｍまで許容されている。この値は、一般に光学検査部１０７の焦点深度を大きく上回るものである。ウエハの反りの形状は、ウエハ毎にさまざまであるが、いくつかに類型化できる。中心部が高い（山型）、外周が一様に外高（おわん型）、外周部が１～２個所で外高（１か所：端反り、２ケ所：鞍型反り）などである。

[0052] エアベアパッド或いはエアベアパッドを用いたウエハチャック１０２には、このような大きな反りの値やさまざまな反りの形状をもつ反りウエハに対して、「反ったウエハを平坦化する」だけの十分な大きさの支持剛性を確保することが求められる。ウエハチャック１０２で「反ったウエハを平坦化」できれば、合焦機構による高さ位置補正を適用して、ウエハ平坦度の変動を光学検査部１０７の焦点深度以内とすることで、ウエハの光学検査を行うことが可能となる。

[0053] たとえば、上記の反り形状のうち、中心部が高い（山型）あるいは外周が一様に外高（おわん型）の反りについては、反り量が主にウエハ１０１の半

径方向に変化するので、中心部や外周部で高い支持剛性を確保してウエハを平坦化すれば、合焦機構部１０４による高さ位置補正を半径方向に適用することで、ウエハの光学検査が行える。

[0054] 例えば、上記の一例の数値を用いるならば、外周外高１００μｍの反りウエハを、半径方向の反りを１０μｍに平坦化して保持することで、合焦機構部１０４で半径方向に高さ位置補正することにより、ウエハ平坦度或いはウエハ高さの変動を光学検査部１０７の焦点深度以内とできて、ウエハ光学検査が可能となる。

[0055] 一方、外周が複数個所で外高（１か所：端反り、２ケ所：鞍型）の反りについては、反り量がウエハ１０１の半径方向だけでなく周方向にも変化する。合焦機構部１０４による高さ位置補正の適用は、周方向には振幅一応答追従の帯域限界により±１μｍの範囲となるので、反りの大きい最外周部でより高い支持剛性を確保して周方向の反りを平坦化したうえで、合焦機構部１０４による高さ位置補正を周方向に適用することで、ウエハ平坦度或いはウエハ高さが光学検査部１０７の焦点深度の範囲内となって、ウエハの光学検査が行える。

[0056] 例えば、上記の一例の数値を用いるならば、外周２カ所で鞍型に１００μｍ反ったウエハを、反りを周方向に１μｍにまで平坦化して保持することで、ようやく合焦機構部１０４による高さ位置補正の範囲±１μｍとなり、ウエハ光学検査が可能となる。

[0057] このように、ウエハチャック１０２で、大きな反りの値やさまざまな反りの形状をもつ反りウエハに対して「反ったウエハを平坦化する」には、エアベアパッドには、半径方向位置に応じて要求される所定の支持特性を得ること、すなわち所定の支持隙間と支持力で必要な支持剛性を確保できることが求められる。また、ウエハチャック１０２には、例えば最外周部でより大きな支持剛性を確保するなど、ウエハチャック１０２の面内で、半径位置によって所定の支持特性を設定できることが求められる。

[0058] 本実施例のエアベアパッド１１０では、後に述べるように、気体給気口１

１１や気体吸気口１１５の寸法諸元などにより、所定の支持特性を得ることができる。そして、半径方向位置に応じて所定の支持特性が設定されたエアベアパッドを、ウエハチャック１０２の面内で半径位置に応じて配置することで、大きな反りの値やさまざまな反りの形状をもつ反りウエハに対して、「反ったウエハを平坦化する」ことができる。このようにして「平坦保持されたウエハ」、或いは「反りを平坦化して保持されたウエハ」に、合焦機構による高さ位置補正を適用することで、ウエハ平坦度の変動を光学検査部１０７の焦点深度以内として、ウエハの光学検査を行うことが可能となる。

[0059] 先に述べたように、特許文献１及び特許文献２では、「反ったウエハを平坦化して保持する」ことは考慮されておらず、「支持剛性」についての開示も示唆もない。本発明はこの点に着目したものであり、本実施例により、ウエハ１０１に対する支持特性（支持力・支持隙間・支持剛性）を、ウエハチャック１０２面内で自由度を高く設定できるウエハチャック１０２を実現することにより、ウエハ１０１裏面に非接触状態で、「平坦ウエハを平坦に保持する」と共に、「反ったウエハを平坦化して保持する」ことが可能となる。

[0060] より具体的には、ウエハ１０１とウエハチャック１０２の間の「支持隙間」をウエハチャック面内で一定にして「平坦ウエハを平坦に保持する」ために、所定の支持隙間に対する支持隙間の変化に抗するようにウエハ１０１を保持する「支持剛性」を確保するようにエアベアパッドを設定する。

[0061] さらに、半径方向位置に応じて所定の支持特性（支持力・支持隙間・支持剛性）が設定されたエアベアパッド１１０を、ウエハチャック１０２面内に、隣接するエアベアパッドとの間で吸気溝を共有するように、半径方向位置に応じて配置することで、「平坦ウエハを平坦に保持する」だけでなく、「反ったウエハを平坦化して保持する」ことも可能となる。この場合、支持隙間の設定はウエハチャック面内で一定とは限らず、合焦機構部１０４による半径方向の補正の範囲内で半径方向に変化をもたせてもよい。例えば、最外周部で支持隙間の設定を狭くして支持剛性をあげることで、最外周部での反

りの平坦化の特性を向上することも可能である。

[0062] このようにして平坦保持された平坦ウエハ、或いは反りを平坦化して保持されたウエハに、合焦機構部１０４による高さ位置補正を適用することで、光学検査としての要件である、ウエハ１０１の表面の高さ位置の変動を光学検査部１０７の焦点深度の範囲内とすることが実現できる。これにより、光学検査部１０７の焦点深度が小さい場合でも、平坦ウエハだけでなく反りウエハにも対応して、ウエハ１０１の裏面非接触状態でエッジのみ保持する「エッジグリップ」方式によるウエハ検査が可能となる。

[0063] 図２の上段及び下段に示すように、本実施例の構成によれば、エアベアパッド１１０の静圧空気軸受としての支持特性（支持隙間、支持力、支持剛性）は、エアベアパッド１１０の面積と形状、気体給気口１１１の諸元（給気ポケット１１２、給気オリフィス１１３の面積・形状・径・深さ）、気体吸気口１１５の諸元（吸気溝１１６、吸気オリフィス１１７の面積・形状・径・深さ）、気体供給及び吸気の圧力と流量（給気圧力Ｐｓと給気流量Ｍｓ、吸気圧力Ｐｖと吸気流量Ｍｖ）によって規定される。

[0064] エアベアパッドへの所定の支持特性（支持力・支持隙間・支持剛性）の設定とは、例えば、エアベアパッド１１０の半径位置に応じて、エアベアパッド１１０の面積と形状を設定する、或いは気体給気口１１１・気体吸気口１１５の諸元により、外周部でより高い支持剛性を確保する、などが挙げられる。

[0065] これらにより、ウエハチャック１０２の面内で支持隙間ｈと支持剛性を設定できるウエハ保持装置（基板保持装置）およびこれを備えたウエハ検査装置１００が提供可能となる。

[0066] 以下、図２に示す本実施例に係るウエハチャック１０２について、エアベアパッド１１０の支持特性を単体モデルにより説明したのち、このエアベアパッドを配置したウエハチャック１０２による「平坦ウエハの平坦保持」、「反ったウエハの平坦化保持」を説明する。

[0067] 図３は、本実施例に係る基板保持装置（ウエハチャック）のエアベアパッ

ド単体での上面図及びＡ－Ａ断面図である。図２の上段に示したエアベアパッド１１０は略台形の形状（上辺と底辺が円環の一部で構成）を有するが、図３の上段では、模式的に四角形で表現している。

[0068] 図３の上段及び下段に示すように、エアベアパッド１１０は、図２と同様に、気体給気口１１１として、給気ポケット１１２、給気オリフィス１１３、また静圧軸受部１１４、さらに気体吸気口１１５として、吸気溝１１６、吸気オリフィス１１７、を備えて、静圧空気軸受（エアベアリング）を構成する。エアベアパッド１１０には、気体が給気オリフィス１１３及び給気ポケット１１２を通って供給され、静圧軸受部１１４を通って、吸気溝１１６、吸気オリフィス１１７を通って吸気される。気体の圧力・流量は、気体供給の給気圧力Ｐｓ、給気流量Ｍｓ、気体吸気の吸気圧力Ｐｖ、吸気流量Ｍｖに設定される。給気流量Ｍｓと吸気流量Ｍｖはパッド毎に概略バランスするように設定されている。吸気溝１１６は、エアベアパッド１１０の周囲の隣接パッドとの間で共有される。図３では隣接パッドの一部を表示しており、隣接パッドとの境界を破線で示している。この構成により、ウエハ１０１をエアベアパッド１１０表面との間に支持隙間ｈをもって、非接触に保持することができる。

[0069] 図４は、図３に示すエアベアパッド１１０の上面或いはウエハ１０１の裏面の圧力分布を示す図である。図４に示すように、エアベアパッド中心部の「給気ポケット部」で高い正圧が発生し、「静圧軸受部」で圧力が外周に向けて低下する。ここで、圧力が正圧(反発)から負圧(吸引)に変化して、「吸気溝」部で吸気により負圧が発生する。

[0070] ここで、エアベアパッドによるウエハ支持の原理は、特許文献２に記載されている。具体的には、正圧による反発力と負圧による吸引力が、ウエハ自重とバランスするところで、設計支持隙間ｈ０でウエハを保持する。支持隙間が小（ｈ＜ｈ０）となると、正圧（反発）が負圧(吸引)よりも大きくなり、支持隙間を大きくする方向の力が発生する。支持隙間大（ｈ＞ｈ０）となると、正圧（反発）が負圧(吸引)よりも小さくなり、支持隙間を小さくする

方向の力が発生する。

[0071] 図５は、支持特性、すなわち支持隙間ｈと支持力Ｆ、支持剛性ｄＦ／ｄｈの関係を示す図である。図５に示すように、設計支持隙間ｈ０よりも小さい（ｈ＜ｈ０）領域で、支持力Ｆは負、すなわち支持隙間を大きくする方向の力が発生する。設計支持隙間ｈ０よりも大きい（ｈ＞ｈ０）領域で、支持力Fは正、すなわち支持隙間を小さくする方向の力が発生する。ここで、設計支持隙間ｈ０は、エアベアパッド１個あたりのウエハ荷重Ｆｗに相当する支持隙間である。また支持剛性ｄＦ／ｄｈは、支持隙間の変動に対する支持力の変化量であり、設計支持隙間ｈ０の近傍で高い支持剛性ｄＦ/ｄｈ｜ｈ０を得ている。

[0072] 一般に静圧軸受は狭い支持隙間に圧力をかけて気体供給を行うことで、高い支持力と支持剛性で荷重を受ける。一方、本実施例に係るウエハチャック１０２では、エアベアパッド数十個で、ウエハ（φ３００で重量１７０ｇｆ）を保持するため、エアベアパッド１個あたりの支持力Ｆｗは数ｇｆの軽荷重となる。そこで、気体給気に加えて気体を吸気することで、正圧による反発力と負圧による吸引力をウエハ自重とバランスさせて、支持力Ｆｗを数ｇｆの軽荷重としながら、ウエハ反りを平坦化するのに十分な支持剛性を得ることができる。

[0073] ここで図４に戻り、「吸気溝」部では吸気により負圧が発生する。本実施例では、支持隙間ｈが変化しても、「吸気溝」部の圧力は一定に保たれている。これは、図３に示すように吸気溝１１６が隣接パッドとの間で共有されており、また気体の給気流量Ｍｓと吸気流量Ｍｖがパッド毎にバランスするように設定されているため、支持隙間ｈが変化しても、「吸気溝」部で吸気される吸気流量Ｍｖは給気流量Ｍｓで律速されて、「吸気溝」での圧力が吸気圧Ｐｖにより決まる一定の値に保たれるものである。

図２の上段において、ウエハチャック１０２では、吸気溝１１６がエアベアパッド１１０を囲むように配置されると共に、隣接するエアベアパッド同士で共有されるように形成されている。このような構成として、さらにエア

ベアパッド毎に給気と吸気の流量バランスをとることで、図４に示すように、支持隙間ｈが変化しても、「吸気溝」部の圧力は一定に保たれ、所定の支持特性が安定して得られる。さらに、エアベアパッド１１０に供給された気体が吸気溝１１６で吸気されるため、ウエハチャック１０２が高速回転しても、供給された気体はそれぞれのエアベアパッド内で回収される。すなわち、ウエハ１０１裏面の気体の流量・圧力は、ウエハチャック１０２の全面に配置されたエアベアパッドにより、支持隙間で定まる所定の値に保たれることとなる。このため、ウエハ１０１の平坦度は回転遠心力による影響を受けることなく、平坦度が一定に保たれる。

[0074] 図７で後述するように、単体のエアベアパッドを、隣接するエアベアパッドと吸気溝を共有することなく配置したウエハチャックでは、「吸気溝」部にエアベアパッドの外部から気体が流入し、或いは吸気しきれない気体がエアベアパッドの外側に流出する。この流入・流出量が支持隙間ｈによって変化するため、支持隙間ｈが変化すると「吸気溝」部の圧力が変動して、所定の支持特性から外れやすくなる。またウエハチャックが高速回転すると、エアベアパッド外側の気体に回転遠心力が作用して、気体の流れや流量・圧力、「吸気溝」部の圧力、さらにはウエハ裏面の流量・圧力の分布が変化するため、ウエハ平坦度が回転による影響を受けやすくなる。

[0075] これに対して、図２或いは図４に示す本実施例では、吸気溝１１６を隣接パッド（エアベアパッド）との間で共有し、給気と吸気の流量バランスをとることで、支持隙間ｈが変化しても、また高速回転においても所定の支持特性が安定して得られることが、本実施例の構成により得られる効果である。

[0076] 次に支持特性の設定について説明する。図４に示すように、支持隙間の変化により、「給気ポケット部」ではウエハ裏面圧力が大きく変化する。すなわち、給気ポケット部では支持隙間の変動による支持力の変化が大きく、高い「支持剛性」が得られる。高い支持剛性が得られる給気ポケット部の面積比率を大きくとれば、より高い支持剛性をもつパッドが得られる。また、給気オリフィス１１３の孔径は、静圧軸受の支持特性を決定づける基本寸法で

ある。吸気オリフィス１１７の孔径や数も給気・吸気のバランスにより決まる。これらの形状寸法により、ウエハに対する支持特性、すなわち支持隙間・支持力・支持剛性の関係を、自由度を高く設定できる。図２におけるウエハチャック１０２は、上記のようにして半径位置に応じて所定の支持特性が設定されたエアベアパッド１１０を、周方向及び半径方向に相互に隣接して配置したものである。

[0077] あくまでも一例であるが、エアベアパッドの静圧軸受の特性に影響する寸法は、給気オリフィス１１３は直径０．３～１ｍｍ、吸気オリフィス１１７は直径０．３～２ｍｍ、給気ポケット１１２は深さ０．１～１ｍｍが望ましい。

[0078] オリフィス最小径は、ウエハチャックの材料である金属材料やセラミクスに多数のエアベアパッドの孔加工を行う製作の精度・安定性から決まる。オリフィス最大径は、静圧軸受の支持特性、或いは回転遠心力による影響低減などの条件から決まる。給気ポケット深さは、給気ポケット部での気体整流流れや静圧軸受の自励振動を生じさせないために浅く設定する。

[0079] 給気・吸気の気体の圧力は、給気圧Ｐｓ／Ｐａ＝１．０～２．０、吸気圧Ｐｖ／Ｐａ＝０．９９９～０．９が望ましい（Ｐａ：大気圧）。

ウエハ１０１を平坦保持するための、設計支持隙間はｈ０＝０．０１ｍｍ～０．１０ｍｍ、支持剛性はエアベアパッド1個あたり10^{1}～10^{3}Ｎ／ｍｍが望ましい。

支持剛性の値については、一般に静圧軸受はエアスピンドルなどに用いられており、設計支持隙間を１０μｍ（０．０１ｍｍ）以下として、高い支持剛性を得ている。支持剛性は例えば10^{1}～10^{3}Ｎ／μｍ（10^{4}～10^{6}Ｎ／ｍｍ）である。これは、エアスピンドル軸受などの剛体に対して適用可能な値である。

[0080] 本実施例に係るウエハチャック１０２では、設計支持隙間を一般の静圧軸受のように１０μｍ（０．０１ｍｍ）以下と小さくして支持剛性を高くしすぎると、エアベアパッド部の給気ポケットや吸気溝での、ウエハの局所的な

変形の要因となる可能性がある。ウエハは３００ｍｍ径でも厚みが０．８ｍｍ程度と薄いことから、ウエハ剛性に応じた適切な値に支持剛性を設定すべきことは容易に想起される。また、設計支持隙間が１０μｍ（０．０１ｍｍ）以下と小さいと、ウエハチャック１０２表面とウエハ裏面が接触する可能性も増加する。

これらのことから、本実施例に係るウエハチャック１０２では設計支持隙間は０．０１ｍｍ以上が望ましい。この場合、ウエハ反り平坦化に必要な支持剛性は、静圧軸受の剛性解析から、エアベアパッド1個あたり10^{1}～10^{3}Ｎ／ｍｍと算出される。支持隙間０．１ｍｍ以下では、ウエハとウエハチャックの間の流れが粘性流になり、回転遠心力の影響を受けにくい。このことからも支持隙間は０．１ｍｍ以下が望ましい。例えば、支持隙間０．０５ｍｍ程度でエアベアパッドを設計することで、ウエハの反りの平坦化に必要な所定の支持剛性を得ることができる。

[0081] ウエハチャック１０２の回転数は、一例として検査時に定速回転５００～６０００ｒｐｍを想定する。或いは５ｒｐｍ～２０００ｒｐｍといった低い速度の低速回転も想定される。回転数を上げれば一定時間に検査できるウエハ数が増加でき、回転数を下げることで微小異物・欠陥に対する検査感度をあげることができる。ウエハ検査装置１００では、ウエハ１０１の全面がスパイラル状に検査されるため、外周ほど線速度が高い。本実施例に係るウエハチャック１０２を用いれば、回転数一定でなく、線速度一定となるように検査中に回転数を変化させるＣＬＶ（Ｃｏｎｓｔａｎｔ Ｌｉｎｅ Ｖｅｌｏｃｉｔｙ：線速度一定）検査も適用が可能となる。例えば、内周で３０００ｒｐｍ、外周で１０００ｒｐｍとなるようにＣＬＶ検査を行うことで、線速度一定として検査感度を一定に保ちつつ、内周で検査速度をあげることができる。

[0082] ウエハ１０１をウエハチャック１０２に載置するまでのプロセスでは、より広い支持隙間の例えばｈ＝０．１～０．３ｍｍも用いる。給気圧Ｐｓ、吸気圧Ｐｖの組合せをステップ的に、或いは暫時的に変化させていくことで、

支持隙間ｈ＞０．１ｍｍでウエハのウエハチャックへの載置を開始して、支持隙間ｈ＜０．１ｍｍでウエハを保持し、設計支持隙間ｈ０で平坦化を完了することが可能となる。例えば、支持隙間０．３ｍｍでは給気圧Ｐｓのみでウエハを浮上させて支持し、支持隙間ｈ＝０．１ｍｍで吸気圧Ｐｖを大気圧に近い負圧として保持を開始し、支持隙間ｈ＜０．１ｍｍで給気圧Ｐｓ・吸気圧Ｐｖを所定の値に近づけながら反りを平坦化していくことで、設計支持隙間ｈ０で平坦化を完了する、といったチャッキングプロセスにより、ウエハを支持・保持あるいは反りウエハを平坦化しての保持が可能となる。

[0083] 上述のように、半径方向の位置に応じて所定の支持特性が設定されたエアベアパッド１１０を、吸気溝１１６を隣接パッド（隣接するエアベアパッド）との間で共有するように、周方向及び半径方向に相互に隣接して配置したウエハチャック１０２を用いることで「反ったウエハを平坦化して保持」でき、さらに合焦機構による高さ位置補正の適用と併せることで、ウエハ平坦度を光学検査の焦点深度内として、光学検査が実現できる。

[0084] 図６は上段が、図２のウエハチャック１０２の上面図を示すもので、角度位置（０ｄｅｇ等）を記載している。エアベアパッド１１０は半径位置に応じて所定の支持特性が設定されている。例えばパッド形状は、最内周（Ｐ）では円形パッド、内側（Ｑ）では扇型に近い環状台形、外側（Ｒ）では環状台形、最外周（Ｓ）では環状台形で高さ・幅とも小さい、といった設定である。仕様は例えば、ウエハチャック１０２の回転数３０００ｒｐｍ、設計支持隙間ｈ０＝０．０５ｍｍである。図には示していないが、給気ポケットや給気オリフィス、吸気オリフィスなどの寸法諸元は共通である。もちろん、これらの諸元は半径方向位置に応じて設定してもよい。

[0085] 図６の中段は、図６の上段Ｂ－Ｂ’部におけるチャック半径方向の位置（チャック中心からの距離）に応じた、ウエハ裏面の圧力分布、支持隙間、及び半径方向の反り平坦化を示す。本発明者らにより、ウエハ裏面の圧力分布の流体解析をもとに、ウエハ支持の剛体解析を行った連成解析の結果である。図中の１１０Ｐ～１１０Ｓは、図６の上段に示したエアベアパッド位置に

相当する。ウエハ裏面圧力の分布は、パッド１１０Ｐ、１１０Ｑ、１１０Ｒ、１１０Ｓの間の吸気溝部で負圧の一定の値となっている。そして、静圧軸受部の圧力は、中心部から外周部にかけて、パッド１１０Ｐでやや小さく、１１０Ｑ、１１０Ｒで同一の値となり、最外周のパッド１１０Ｓでは外側部分でウエハ裏面圧力が大気圧となる。

[0086] これらを反映して、支持隙間ｈも最内周の１１０Ｐでやや小さく、１１０Ｑ、１１０Ｒで一定である。ウエハ裏面圧力はそれぞれのパッド内で分布をもつが、パッドの支持剛性を、先に述べたようなウエハ剛性に応じた適切な値に設定することで、支持隙間ｈは、ウエハ裏面圧力のパッド内分布による変動の影響が十分に小さくなり、滑らかな変化となる。

ウエハ１０１は、エアベアパッド１１０Ｑ、１１０Ｒ部はもともと平坦であり、ウエハ裏面圧力を大局的に一定の値に保つことで、ウエハの平坦部分を平坦に保持できること、すなわち平坦ウエハを平坦に保持できることがわかる。

[0087] また最外周部では、ウエハの「反りの平坦化」の結果も示している。おわん型（凹型）の反りウエハ、すなわち最外周部で外高のウエハについて、平坦化前（破線で示す）は、反りが合焦機構による高さ位置補正の範囲を超えるが、反りを平坦化することで、最外周のパッド１１０Ｓで支持隙間がやや広いものの、合焦機構により高さ位置補正が可能な範囲にある。

[0088] 本実施例の構成により、「平坦ウエハの平坦保持」さらに「反りウエハの平坦化保持」が実現できている。ここに、合焦機構により高さ位置補正を加えることで、ウエハ高さの変動は光学系の焦点深度よりも小さくなり、平坦ウエハ、反りウエハについてもウエハ検査が可能となる。

[0089] 図６の下段は、本実施例による反りウエハの周方向の平坦化を示し、支持隙間とウエハチャック１０２外周部での角度位置（図６の上段に示す）の関係を示す図である。図６の中段は半径方向の反り平坦化を示したのに対して、図６下段は周方向の反り平坦化について示すもので、図６中段と同じく本発明者らによる解析の結果である。ウエハの反りは先に述べたようにいくつ

かに類型化できるが、代表例として、反りに対して外周が一様に外高（おわん型）と、外周部が２個所で外高かつ２個所で低い（鞍型反り）場合の結果を示している。

[0090] 外周が一様に外高（おわん型）では、支持隙間の値が、平坦化前（破線細線）は周方向に一定の値で大きいものが、平坦化後（実細線）では小さくなっている。縦軸スケールは記載していないが、反り量は平坦化前の１００μｍから平坦化後は１μｍ以下となっている。平坦化後（実細線）のわずかな凹凸は、図６の上段の最外周パッド１１０Ｓにおける周方向の構成・配置を反映しており、給気ポケット部で凸、吸気溝部で凹となっている。この凹凸変動は十分に小さく、合焦機構による高さ位置補正を用いることなく、周方向にわたって、検査光学系の焦点深度の範囲内となる。

[0091] 外周部が２個所で高くかつ２個所で低い（鞍型反り）場合では、支持隙間の値が、平坦化前（破線太線）は周方向に０、１８０度で正、９０，２７０度で負の大きな値となっている。平坦化後（実太線）はこれらの角度位置での反りがわずかに残っており、さらに最外周パッド１１０Sの構成・配置を反映したわずかな凹凸変動があるが、この場合でも周方向にわたって、検査光学系の焦点深度の範囲内となっている。

[0092] いずれの場合でも、ウエハ高さの変動は、合焦機構による高さ位置補正を用いることなく、検査光学系の焦点深度よりも小さくなってなり、反りウエハのウエハ検査が可能となる。

[0093] 以上のことから、所定の支持特性が設定されたエアベアパッド１１０を、ウエハチャック１０２の面内に半径方向の位置に応じて、隣接パッド（隣接するエアベアパッド）との間で吸気溝を共有するように配置することで、「平坦ウエハを平坦に保持する」だけでなく、「反ったウエハを平坦化して保持する」ことも可能となる。さらに合焦機構部１０４による高さ位置補正を、合焦機構の振幅－応答追従性の帯域幅に応じて適用することで、光学検査としての要件である、ウエハ１０１表面の高さ位置を光学検査部１０７の焦点深度の範囲内とすることが実現できる。これにより、光学検査部１０７の

焦点深度が小さい場合でも、「平坦ウエハ」、「反りウエハ」に対応して、ウエハ裏面非接触状態にてエッジのみ保持する「エッジグリップ」方式によるウエハ検査が可能となる。

[0094] 先に、図２及び図４の実施例において、吸気溝１１６を隣接パッド（隣接するエアベアパッド）との間で共有し、給気と吸気の流量バランスをとることで、支持隙間ｈが変化しても、また高速回転においても所定の支持特性が安定して得られることが、本実施例の構成により得られる効果であること、また、単体のエアベアパッドを、吸気溝を隣接パッド（隣接するエアベアパッド）と共有することなく配置したウエハチャックでは、このような効果が得られにくいことを述べた。

[0095] 図７は、特許文献２に記載される単体のエアベアパッドの概略構成を示すそれぞれ上面図及びＡ－Ａ断面図であり、図８は、図７に示すエアベアパッドの上面或いはウエハ裏面の圧力分布を示す図である。図９は、図７に示すエアベアパッドを配置したウエハチャックの上面図及びチャック半径方向の位置（チャック中心からの距離）に応じた、ウエハ裏面の圧力分布、及び支持隙間を示す図である。

[0096] 図７に示すように、エアベアパッド２１０は、気体給気口２１１として、給気ポケット２１２、給気オリフィス２１３、また静圧軸受部２１４、気体吸気口２１５として、吸気溝(環状)２１６、吸気オリフィス２１７、を備え、静圧空気軸受（エアベアリング）を構成している。エアベアパッド２１０に、気体が給気オリフィス２１３及び給気ポケット２１２を介して供給され、吸気溝(環状)２１６及び吸気オリフィス２１７を介して吸気されることで、ウエハ１０１を、支持隙間ｈをもって非接触に保持する。

[0097] 図７においてエアベアパッド２１０が、パッド毎に、一つの気体給気口１１１に一つの吸気溝（環状）２１６を有する一対の給気吸気口をなしていることは図３と同様であるが、図３との相違は吸気溝（環状）２１６が隣接するパッドとの間で共有されていないこと、である。

[0098] 図８に示すように、エアベアパッド中心部の「給気ポケット部」で高い正

圧が発生し、「静圧軸受部」で圧力が外周に向けて低下してウエハ裏面圧力が正圧(反発)から負圧(吸引)に変化し、「吸気溝」部で吸気により負圧が発生する。これらのことは、図４と共通であるが、エアベアパッド２１０の「外周ランド部」で、ウエハ裏面圧力がパッド外縁部に向けて大気圧となること、および「吸気溝」と「外周ランド部」でのウエハ裏面圧力が支持隙間の影響を受けることが図４とは異なる。

これは、「吸気溝」部にエアベアパッドの外部から気体が流入し、或いは気体給気口２１１から給気が気体吸気口２１５で吸気しきれずにエアベアパッドの外側に流出する、この流入・流出量が支持隙間ｈによって変化するため、支持隙間ｈが変化すると「吸気溝」や「外周ランド」部のウエハ裏面圧力が変動して、所定の支持特性から外れやすくなるためである。また図８は、エアベアパッド２１０の外側の圧力が変動すると、吸気溝の圧力に影響しうることも示している。ウエハチャックが高速回転すると、エアベアパッドの間を流れる気体に回転遠心力が作用して、ウエハ裏面の圧力分布が変化するため、エアベアパッド外側の圧力が変動して所定の支持特性から外れることで、支持隙間或いはウエハ平坦度が回転による影響を受けやすくなる可能性がある。

[0099] 図９は、上段が図７に示す単体エアベアパッド２１０を複数配置したウエハチャック２０２の上面図である。エアベアパッド２１０が中心から外周に向かって半径方向に応じて２１０Ｐ、２１０Ｑ、２１０Ｒ、および２１０Ｓの位置に配置されている。図９の下段は図９の上段Ｂ－Ｂ’部におけるウエハチャック２０２の半径方向の位置（チャック中心からの距離）に応じた、ウエハ裏面の圧力分布、及び支持隙間を示す図である。図９の下段に示すように、ウエハチャックの中心部から外側に向かって、ウエハ裏面圧が変化している。すなわちウエハ裏面圧は、エアベアパッド２１０Ｐ、２１０Ｑ、２１０Ｒまでは漸減して、最外周の２１０Ｓで大きく低下して、ウエハチャック外縁部で大気圧となる。支持隙間は、ウエハ裏面圧分布を反映して、外高となっている。これは、エアベアパッド２１０への給気と吸気のバランスが

とれずに、エアベアパッド２１０の外側に気体が流出或いは外側から流入してエアベアパッド外側部分での圧力変化が生じたこと、及びウエハチャックの高速回転によりエアベアパッド外側部分の流れに影響したことで、ウエハチャックの中心部から外周部に向けてエアベアパッド２１０の支持特性やウエハ裏面の圧力分布に影響したと考えられる。

[0100] 上記のように、図９に示す、単体のエアベアパッドを隣接パッドと吸気溝を共有することなく配置したウエハチャックでは、給気と吸気の流量バランスや高速回転の遠心力による作用で、所定の支持特性や支持隙間が安定して得られにくい。これと比較して、図２に示す実施例１においては、吸気溝１１６を隣接するエアベアパッドとの間で共有するように配置し、エアベアパッド毎に給気と吸気の流量バランスをとるように設定したことで、図６に示すように、支持隙間ｈが変化しても、また高速回転においても、所定の支持特性が安定して得られる。この効果は、図２に示す実施例の構成により得られるものであることが理解される。

[0101] また、図２及び図４に示す本実施例によるウエハチャック１０２を用いれば、先に図２及び図４の支持特性の設定に関連して記載したように、線速度一定となるように検査中に回転数を変化させるＣＬＶ（Ｃｏｎｓｔａｎｔ Ｌｉｎｅ Ｖｅｌｏｃｉｔｙ：線速度一定）検査も適用が可能となる。

[0102] 図１で述べたように、本発明におけるウエハ検査装置１００では、回転機構部１０５による回転移動と、並進機構部１０６による並進移動により、ウエハ１０１はその全面が光学検査部１０７によりスパイラル状に検査される。回転機構部１０５による回転移動は、エアベア方式よりも以前の裏面エア浮上方式のウエハチャックを用いる場合は、回転数を一定とするものであった。これはＣＡＶ（Ｃｏｎｓｔａｎｔ Ａｎｇｕｌａｒ Ｖｅｌｏｃｉｔｙ：角速度一定）に相当する。裏面エア浮上方式では、回転数が変化すると遠心力の作用によりウエハ裏面エアの圧力分布や浮上力が変化して、ウエハの平坦度が変化する。このため、裏面エア浮上方式のウエハチャックを用いる場合は、検査中の回転数は一定とする必要があった。

[0103] 一方で、ウエハ検査のスループット向上には、検査中の回転数を線速度一定のもとで可変とするＣＬＶ検査が有効である。回転速度が一定のＣＡＶ検査の場合、ウエハの検査点での周方向の移動速度は、内周部では遅く、外周部ほど速くなる。一般に、検査感度は検査点の移動速度に律速されるため、ＣＡＶ検査では内周では外周に比べて検査感度に裕度があることになる。そこで、線速度一定のＣＬＶ検査とすれば、検査中の回転数を内周で高くすることで検査点の周方向の移動速度が速くなるので、ウエハ検査の感度向上とスループット向上とを両立することができる。

[0104] さらに、図１の実施例において、光学検査部１０７の一例として、照明光学系１０７ｂとして短波長の深紫外レーザにより検査位置１０７ａに長楕円ビームを照射して検査領域として、検査位置１０７ａにアライメントされた検出光学系１０７ｃに結像光学系、また検出センサ１０７ｅにラインセンサを用いて、長楕円ビームによる検査領域をラインセンサ上の撮像素子に結像させることで、光学検査の感度とスループットを向上させることができる。光学検査部１０７をこのように構成し、さらに上記の線速度一定のＣＬＶ検査を適用することで、両者の相乗効果により、光学検査のさらなる高感度化と高スループット化を実現することができる。ラインセンサはラインレートが一定、すなわち一定速度で移動する検査点を一定間隔の時間で１ライン分をスキャンする。このため、線速度が一定となるＣＬＶ検査において、ラインセンサは好適である。

[0105] 例えば図１０の上段に示すＣＬＶ検査の回転数プロフィールでは、内周部での回転速度が高く、検査中の回転数が内周部３０００ｒｐｍ、外周部１０００ｒｐｍである。この場合、検査点の移動速度は、外周（半径１５０ｍｍ位置）、内周（半径５０ｍｍ位置）とも１５．７ｍ／ｓと同一である。内周（半径５０ｍｍ位置）での検査点の移動速度は、回転数が１０００ｒｐｍで一定の場合の５．２ｍ／ｓよりも３倍の高速化が図れる。

[0106] ここで、本実施例に係るエアベア方式のウエハチャックを用いたウエハ検査装置では、回転による遠心力は、図２の下段において、ウエハ１０１裏面

とウエハチャック１０２の間の支持隙間ｈに存在する「ウエハ裏面エア」と、気体給気配管１２１及び気体吸気配管１２２内に存在する「配管内エア」との両方に作用する。ＣＬＶ検査では、回転数の変化、すなわち遠心力の作用の変化がこれらに及ぼす影響に留意する必要がある。

[0107] このうち「ウエハ裏面エア」については、図２の実施例で述べたように、設計支持隙間を０．１ｍｍ以下とすることで、ウエハ１０１とウエハチャック１０２の間の流れが粘性流になり、回転遠心力の影響を受けにくくなることで、回転数による支持隙間の変動の影響が小さくできる。

[0108] また「配管内エア」については、給気オリフィス１１３、吸気オリフィス１１７による圧力損失が回転遠心力の影響を受けにくくなるように作用する。図２の下段において、給気は気体給気配管１２１から給気オリフィス１１３を通じてウエハ裏面に供給され、吸気はウエハ裏面から吸気オリフィス１１７を通じて気体吸気配管１２２から吸気される。ここで、給気に対しては給気オリフィス１１３で給気圧Ｐｓに応じた圧力損失を、吸気に対しては吸気オリフィス１１７で吸気圧Ｐｖに応じた圧力損失を、それぞれ与えることで、気体給気配管１２１、気体吸気配管１２２の「配管内エア」に遠心力が作用して圧力分布が変化しても、ウエハ裏面圧におよぼす影響を小さくできる。

[0109] 先に述べたように、エアスピンドル等の一般に用いられる静圧軸受では、給気に対して、給気オリフィスで圧力損失を与えて高い圧力を支持隙間に供給することで静圧軸受としての特性を得ており、吸気構造は必要とされず、設けられることもない。適用用途によって吸気構造を設ける場合でも、吸気経路に吸気オリフィスを設けて圧力損失を与えることは、静圧軸受の支持特性を得るには必要とされず、むしろ静圧軸受の設計理論からは吸気特性や吸気効率を阻害するものとみなされる。先行技術文献でも、特許文献１及び特許文献２のいずれにも、吸気経路に圧力損失を与える構成要件は記載されていない。

本発明者らは、ウエハチャックの高速回転、或いは回転数を可変とするＣ

ＬＶ検査に対応するウエハチャックの課題に対応して、本発明の構成要件、特に吸気経路に吸気オリフィスを設けることを想起したものである。

[0110] 実際に、本発明者らの検討によれば、回転数３０００ｒｐｍで、所定の給気圧・吸気圧を与えた場合、給気オリフィス１１３が直径１ｍｍを超えると、或いは吸気オリフィス１１７が直径２ｍｍを超えると、「配管内エア」の圧力分布がウエハ裏面圧の分布に影響して、所定の支持隙間から外れる結果となった。これを、図２に示す実施例で数値を述べたように、給気オリフィス１１３は直径０．３～１ｍｍ、吸気オリフィス１１７は直径０．３～２ｍｍの範囲で、適切な値に設定することで、ウエハチャックの高速回転による遠心力が「配管内エア」に作用して気体給気配管１２１・気体吸気配管１２２内の気体に圧力分布が生じた場合でも、給気オリフィス・吸気オリフィスの圧力損失の効果により、ウエハ裏面圧の圧力分布や支持隙間、ウエハ高さ変動への影響を十分に小さくできる。

[0111] 図１０の下段は、ウエハチャックの回転数による、ウエハ裏面の圧力分布や支持隙間、ウエハ高さ変動への影響を示したものである。図６の中段の回転数３０００ｒｐｍでの特性（実線で示す）に、回転数１０００ｒｐｍでの特性を破線で追記している。これらの回転数は、図１０の上段のＣＬＶ速度プロファイルでの回転速度である内周部３０００ｒｐｍ、外周部１０００ｒｐｍに対応する。図６で記載したように、ウエハ裏面圧力は、中心部から外周部にかけて、パッド１１０Ｐでやや小さく、１１０Ｑ、１１０Ｒで同一の値となり、最外周のパッド１１０Ｓでは外側部分で大気圧となる。支持隙間ｈもこれを反映して、最内周の１１０Ｐでやや小さく、１１０Ｑ、１１０Ｒで一定となる。ウエハチャックの回転による遠心力の作用は、回転数３０００ｒｐｍのほうが回転数１０００ｒｐｍよりも大きく、ウエハ裏面圧力や支持隙間の内周・外周での変動も大きいが、エアベアパッドの支持特性を回転数３０００ｒｐｍに対応するように設定すれば、回転数１０００ｒｐｍにおいても支持隙間の変動範囲は合焦機構の高さ調整範囲よりも小さくなる。

[0112] 図１０の上段に示したように、実際のＣＬＶ検査では、回転数は内周では

３０００ｒｐｍ、外周で１０００ｒｐｍに近づくように変化する。これにともない、図１０の下段に示すウエハ裏面圧力や支持隙間は、内周では実線にそって、外周では破線に近づくように変化する。支持隙間の変動範囲は合焦機構の高さ調整範囲よりも小さくなるように保たれるので、ウエハ高さの変動は光学系の焦点深度よりも小さくなり、ウエハ検査が可能となる。

[0113] 以上から、本実施例に係るエアベア方式のウエハチャックを用いたウエハ検査装置では、回転数が検査中に線速度一定のもとで可変となるＣＬＶ検査に対しても、支持隙間の変動を合焦機構の高さ調整機能により補正することで、ウエハ高さの変動を光学系の焦点深度よりも小さくすることができて、ウエハのエッジのみを保持した光学式検査が可能となる。或いは、回転数が検査中に線速度一定のもとで可変となるＣＬＶ検査に対応した、ウエハ裏面非接触状態にてエッジのみを保持する「エッジグリップ」方式によるウエハ検査装置を提供することが可能となる。

[0114] 以上の通り本実施例によれば、パッド間の特性差を減少し、面内の圧力均一性を向上し得る基板保持装置及びそれを有する光学式検査装置を提供することが可能となる。

さらにＣＬＶ検査に対して、光学検査部１０７に、照明光学系１０７ｂとして短波長の深紫外レーザを用いて、この深紫外レーザにより検査位置１０７ａに長楕円ビームを照射して検査領域として、また検出センサ１０７ｅにラインセンサを用いて、長楕円ビームによる検査領域をラインセンサ上の撮像素子に結像させることで、光学検査の感度とスループットをさらに向上することができる。これらにより、高感度と高スループットを両立した、ウエハのエッジのみを保持した光学式検査が、或いは「エッジグリップ」方式によるウエハ検査装置が、提供可能となる。

実施例 2

[0115] 図１１は、本発明の実施例２に係る基板保持装置（ウエハチャック）の上面図及びＡ－Ａ断面図である。本実施例では、内側のエアベアパッド１１０Ｑにおいては、給気ポケット１１２Ｑの形状を円形ではなく、半径方向に径

長さが異なる長円型としており、最外周のエアベアパッド１１０Ｓでは、エアベアパッドの半径方向と周方向の長さを小さくした、面積の小さいエアベアパッド１１０Ｓを多数配置している点が、上述の実施例１と異なる。実施例１と同様の構成要素に同一符号を付し、以下では、重複する説明を省略する。

[0116] 図１１に示すように、エアベアパッド１１０は、気体給気口１１１として、給気ポケット１１２、給気オリフィス１１３、また静圧軸受部１１４、さらに気体吸気口１１５として、吸気溝１１６、吸気オリフィス１１７を備えて、静圧空気軸受（エアベアリング）を構成する。エアベアパッド１１０は、周方向及び半径方向にお互いに隣接して、吸気溝１１６が隣接するエアベアパッドとの間で共有されて配置される。

[0117] 内側のエアベアパッド１１０Ｑにおいては、給気ポケット１１２Ｑの形状を円形でなく、半径方向に径長さが異なる長円型としている。内側のエアベアパッド１１０Ｑでは、形状が略扇型となっており、周方向の両側に配置された吸気溝１１６同士の間隔が中心に近い側で狭くなっている。このため、中心に近い内側では局所的に吸気が給気を上回って、気体の給気と吸気の流量がバランスしない可能性がある。そこで、給気ポケット１１２を長円型とすることで、中心に近い内側で気体給気口１１１からの給気量を増加させて、局所的にも給気と吸気の流量をバランスさせている。

[0118] また、最外周のエアベアパッド１１０Ｓでは、エアベアパッドの半径方向と周方向の長さを小さくした、面積の小さいエアベアパッド１１０Ｓを多数配置している。給気ポケット１１２Ｓも小さくしているが、エアベアパッドに占めるポケット部の面積比率は内側のエアベアパッド１１０Ｑ、１１０Ｒよりもエアベアパッド１１０Ｓのほうが大きい。これらにより、最外周でのウエハ反りに対応して支持剛性を高めた支持特性が得られるように構成している。

[0119] さらに、最外周に沿って外周給気溝１４１を設け、気体給気配管１２１に接続された外周給気オリフィス１４２からウエハ１０１裏面に気体を供給す

ることで、最外周でウエハ１０１裏面から外周外側に向けて、均一に気体が流れるように構成している。これは、ウエハチャック１０２の外側から異物を含む可能性のある流れを引き込んで、ウエハ１０１端部の裏面に異物を付着させることがないように、ウエハ１０１裏面の最外周部で、外側に向かう流れを形成するものである。図２では、ウエハ１０１裏面の最外周で外側に向かう流れを実現するために、最外周のエアベアパッド１１０Ｓの外周外側部に吸気溝１１６を形成しないこととした。これに対して、図１１に示すように、本実施例ではエアベアパッド１１０Ｓの外周外側部に、周方向に隣接するパッドとの間で連続的に形成された外周給気溝１４１を設けて、外周給気オリフィス１４２から気体を供給することで、図１１の下段に示すウエハ１０１裏面の最外周で外側に向かう気体の流れが、周方向により均一になるように構成したものである。外周給気オリフィス１４２は給気オリフィス１１３と異なる孔径とすることで、同一の給気配管１２１に接続されながらも、最外周部での気流制御に対して最適な圧力・流量を給気できる。この構成により、ウエハ１０１端部の裏面に異物を付着させることなく、ウエハを裏面非接触に保持することが可能となる。

[0120] 以上の通り本実施例によれば、実施例１の効果に加え、ウエハ裏面の最外周で外側に向かう気体の流れを、周方向により均一にすることが可能となる。

また、ウエハ端部の裏面に異物を付着させることなく、ウエハを裏面非接触に保持することが可能となる。

実施例 3

[0121] 図１２は、本発明の実施例３に係る基板保持装置（ウエハチャック）の上面図及びＡ－Ａ断面図である。本実施例では、最外周のエアベアパッド１１０Ｓにおいて、給気ポケット１１２Ｓを外周給気溝１４１と接続する構成としている点が実施例１と異なる。実施例１と同様の構成要素に同一符号を付し、以下では、重複する説明を省略する。

[0122] 図１２に示すように、給気ポケット１１２Ｓと吸気溝１１６Ｓが対向して

櫛状に配置されており、これは給気ポケット１１２Ｓの周囲を囲むように吸気溝１１６Ｓが配置されることになるので、最外周のエアベアパッド１１０Ｓの静圧軸受としての支持特性を向上させることができる。さらに、給気ポケット１１２Ｓから供給される気体の一部を、外周給気溝１４１に供給して、外周給気オリフィス１４２から供給される気体を補うことも可能である。適切に設計すれば、外周給気オリフィス１４２を設けずに、給気ポケット１１２Ｓから供給される気体を給気ポケット１１２Ｓと外周給気溝１４１の両方に供給することで、最外周でウエハ１０１裏面から外周外側に向けて、均一に気体が流れるように構成することも可能となる。

[0123] 本実施例によれば、実施例１の効果に加え、最外周のエアベアパッドの静圧軸受としての支持特性を向上させることができる。

[0124] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。

符号の説明

[0125] １００…ウエハ検査装置、１０１…ウエハ、１０２…ウエハチャック、１０３…エッジ保持機構、１０４…合焦機構部、１０５…回転機構部、１０６…並進機構部、１０７…光学検査部、１０７ａ…検査位置、１０７ｂ…照射光学系、１０７ｃ…検出光学系、１０７ｄ…検出レンズ、１０７ｅ…検出センサ、１０７ｆ…ウエハ高さ測定系、１１０…エアベアパッド、１１１…気体給気口、１１２…給気ポケット、１１３…給気オリフィス、１１４…静圧軸受部、１１５…気体吸気口、１１６…吸気溝、１１７…吸気オリフィス、１１８…気体給気通路、１１９…吸気通路、１２１…気体給気配管、１２２…気体吸気配管、１３０…気体給気・吸気系、１３１…ポンプ、１３２…クリーンフィルタ、１３３…圧力・流量制御弁、１４１…外周給気溝、１４２…外周給気オリフィス、２０２…ウエハチャック、２１０…エアベアパッド（円形）、２１１…気体給気口、２１２…給気ポケット、２１３…給気オリフ

ィス、２１４…静圧軸受部、２１５…気体吸気口、２１６…吸気溝（環状）、２１７…吸気オリフィス

請求の範囲

[請求項1] 回転チャックと、

前記回転チャックによる回転対象である基板のエッジを、前記基板の半径方向及び周方向に支持するクランプ部と、を有し、

前記回転チャックに設けられた、前記基板を裏面非接触に保持する複数の静圧軸受パッドが、

前記基板へ気体を供給する複数の気体給気口と、

半径方向及び周方向に配置され相互に接続して設けられた吸気溝と、

前記吸気溝に設けられた１つ又は複数の気体吸気口と、

前記気体給気口と前記吸気溝との間に設けられた静圧軸受部と、を備え、

前記吸気溝及び前記１つ又は複数の気体吸気口は、半径方向及び周方向に相互に隣接する静圧軸受パッドとの間で共有する位置に設けられることを特徴とする基板保持装置。

[請求項2] 請求項１に記載の基板保持装置であって、

前記気体吸気口は、給気オリフィスとポケット部を有し、前記基板の裏面へ気体を供給することを特徴とする基板保持装置。

[請求項3] 請求項２に記載の基板保持装置であって、

前記吸気溝に設けられた前記１つ又は複数の気体吸気口は、吸気オリフィスを有し、前記基板の裏面から気体を吸気オリフィスを通じて吸気することを特徴とする基板保持装置。

[請求項4] 請求項３に記載の基板保持装置であって、

前記回転チャックに設けられた複数の前記静圧軸受パッドは、前記回転チャックの半径方向位置に応じた支持特性を有し、それぞれの前記半径方向位置で周方向には略同一の支持特性を有し、周方向及び半径方向に相互に隣接する前記静圧軸受パッドとの間で前記吸気溝と前記気体吸気口を共有するように配置されることを特徴とする基板保持

装置。

[請求項5] 請求項４に記載の基板保持装置であって、

前記回転チャックに設けられた複数の前記静圧軸受パッドは、前記静圧軸受パッド毎に、前記気体給気口からの気体給気の流量と、前記吸気溝に設けられた前記１つ又は複数の気体吸気口からの気体吸気の流量とが、同等となるように設定されることを特徴とする基板保持装置。

[請求項6] 請求項３に記載の基板保持装置であって、

前記気体給気口は、流路面積の大きいポケット部と、前記ポケット部に連通し下方に形成される前記ポケット部よりも流路面積の小さい給気オリフィスを有することを特徴とする基板保持装置。

[請求項7] 請求項６に記載の基板保持装置であって、

前記１つ又は複数の気体吸気口は、前記吸気溝よりも流路面積の小さい吸気オリフィスを有することを特徴とする基板保持装置。

[請求項8] 請求項６に記載の基板保持装置であって、

前記複数の気体給気口は気体給気流路に、前記複数の気体吸気口は気体吸気流路に、それぞれ接続されていることを特徴とする基板保持装置。

[請求項9] 請求項７に記載の基板保持装置であって、

前記複数の気体給気口は気体給気流路に、前記複数の気体吸気口は気体吸気流路に、それぞれ接続されていることを特徴とする基板保持装置。

[請求項10] 基板を保持する基板保持装置と、前記基板保持装置を載置する合焦機構部と、前記合焦機構部を回転させる回転機構部と、前記回転機構部を並進移動させる並進機構部と、照射光学系及び検出光学系を有する光学検査部を備え、

前記基板保持装置は、

回転チャックと、

前記回転チャックによる回転対象である基板のエッジを、前記基板の半径方向及び周方向に支持するクランプ部と、を有し、

前記回転チャックに設けられた、前記基板を裏面非接触に保持する複数の静圧軸受パッドが、

前記基板へ気体を供給する複数の気体給気口と、

半径方向及び周方向に配置され相互に接続して設けられた吸気溝と、

前記吸気溝に設けられた１つ又は複数の気体吸気口と、

前記気体給気口と前記吸気溝との間に設けられた静圧軸受部と、を備え、

前記吸気溝及び前記１つ又は複数の気体吸気口は、半径方向及び周方向に相互に隣接する静圧軸受パッドとの間で共有する位置に設けられることを特徴とする光学式検査装置。

[請求項11] 請求項１０に記載の光学式検査装置であって、

前記気体吸気口は、給気オリフィスとポケット部を有し、前記基板の裏面へ気体を供給することを特徴とする光学式検査装置。

[請求項12] 請求項１１に記載の光学式検査装置であって、

前記吸気溝に設けられた前記１つ又は複数の気体吸気口は、吸気オリフィスを有し、前記基板の裏面から気体を吸気オリフィスを通じて吸気することを特徴とする光学式検査装置。

[請求項13] 請求項１２に記載の光学式検査装置であって、

前記回転チャックに設けられた複数の前記静圧軸受パッドは、前記回転チャックの半径方向位置に応じた支持特性を有し、それぞれの前記半径方向位置で周方向には略同一の支持特性を有し、周方向及び半径方向に相互に隣接する前記静圧軸受パッドとの間で前記吸気溝と前記気体吸気口を共有するように配置されることを特徴とする光学式検査装置。

[請求項14] 請求項１３に記載の光学式検査装置であって、

前記回転チャックに設けられた複数の前記静圧軸受パッドは、前記静圧軸受パッド毎に、前記気体給気口からの気体給気の流量と、前記吸気溝に設けられた前記１つ又は複数の気体吸気口からの気体吸気の流量とが、同等となるように設定されることを特徴とする光学式検査装置。

[請求項15] 請求項１４に記載の光学式検査装置であって、

前記基板保持装置と前記合焦機構部と前記回転機構部と前記光学検査部は、

光学検査における検査中に、

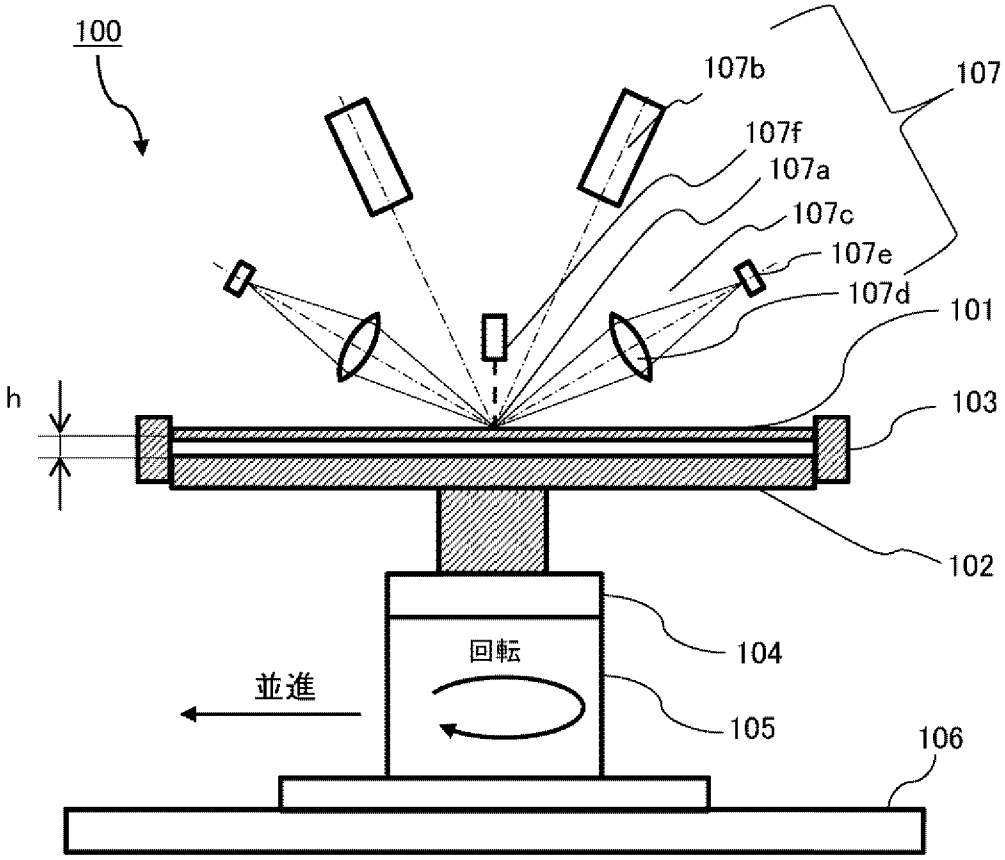
前記回転機構部が前記基板保持装置を線速度一定で回転し、前記基板保持装置に設けられた前記静圧軸受パッドが、前記基板保持装置に裏面非接触に保持された前記基板の反りを、前記合焦機構部による高さ位置補正の範囲内に平坦化して保持し、前記基板の高さが前記光学検査部の焦点深度の範囲内にあることを特徴とする光学式検査装置。

[請求項16] 請求項１５に記載の光学式検査装置であって、

前記光学検査部は、照明光学系が検査位置に長楕円ビームを照射して検査領域とし、前記検査領域を、前記検査位置にアライメントされた結像光学系により、検出センサであるラインセンサに結像させることを特徴とする光学式検査装置。

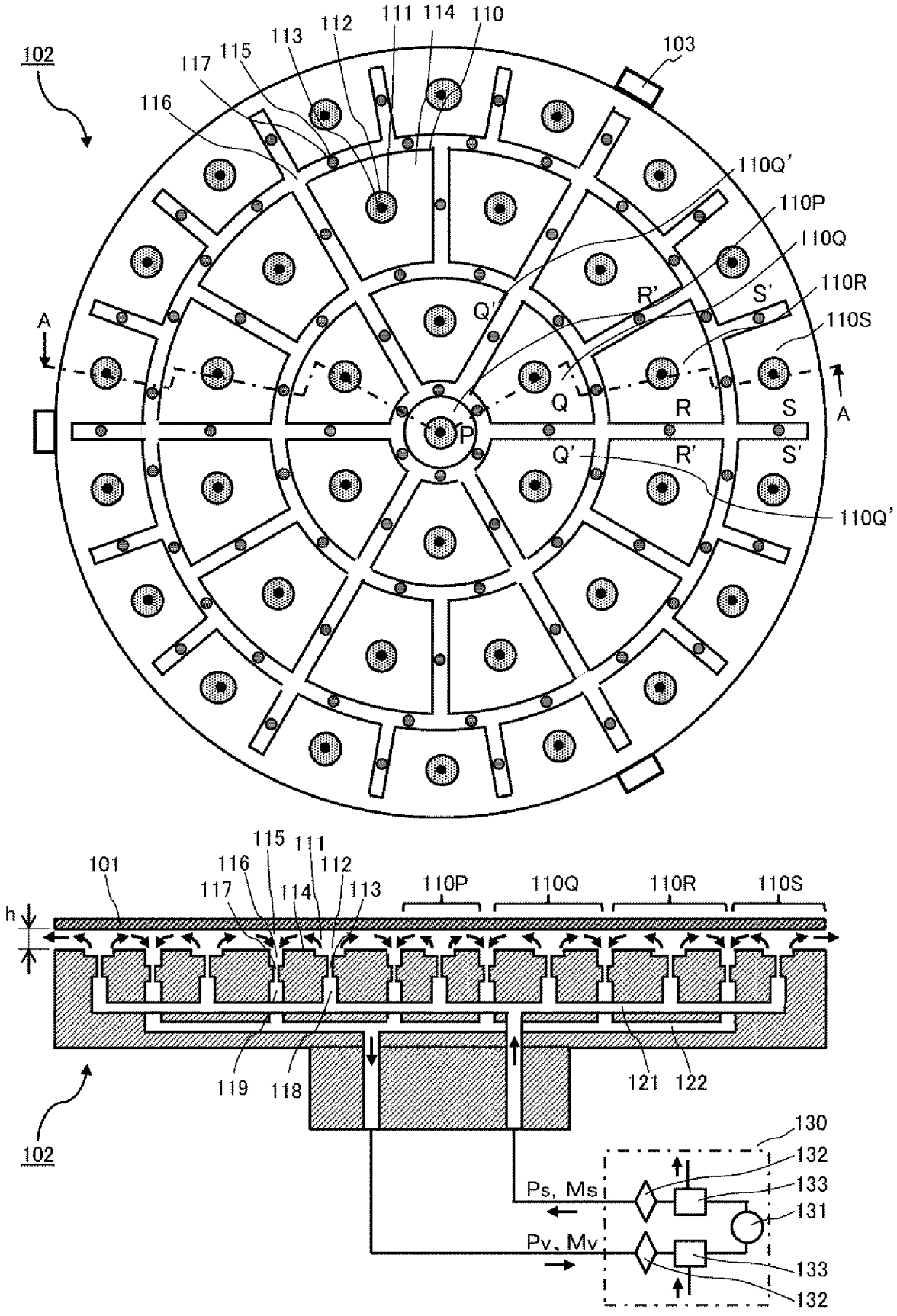
[図1]

図 1


100
107b
107
107f
107a
107c
107e
107d
101
h
103
102
104
回転
並進
105
106

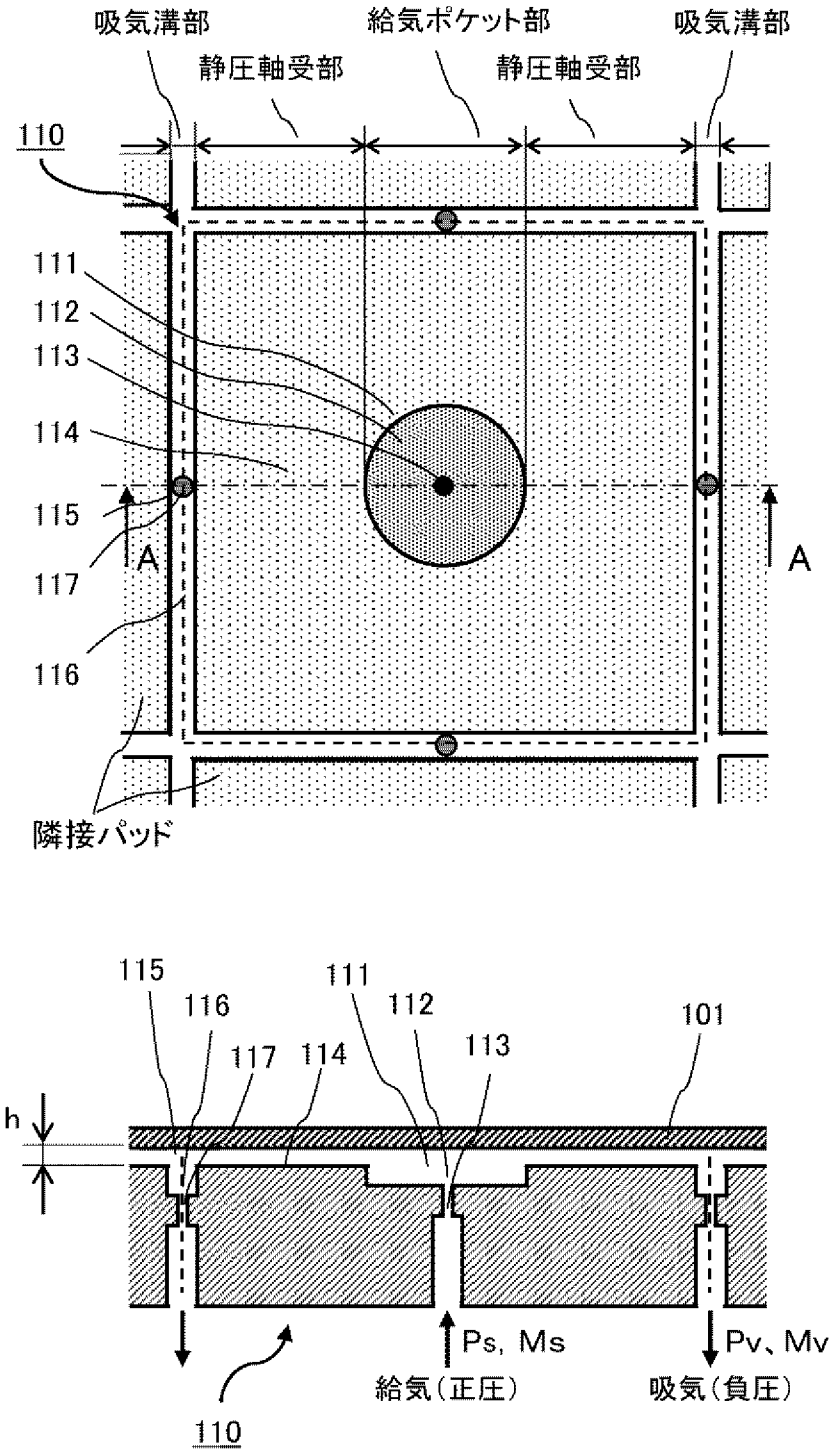
[図2]

図 2


102
103
110
111
112
113
114
115
116
117
110Q'
110P
110Q
110R
110S
R'
S'
Q'
A
P
Q
R
S
101
h
119
118
121
122
130
132
133
131
Ps, Ms
Pv, Mv

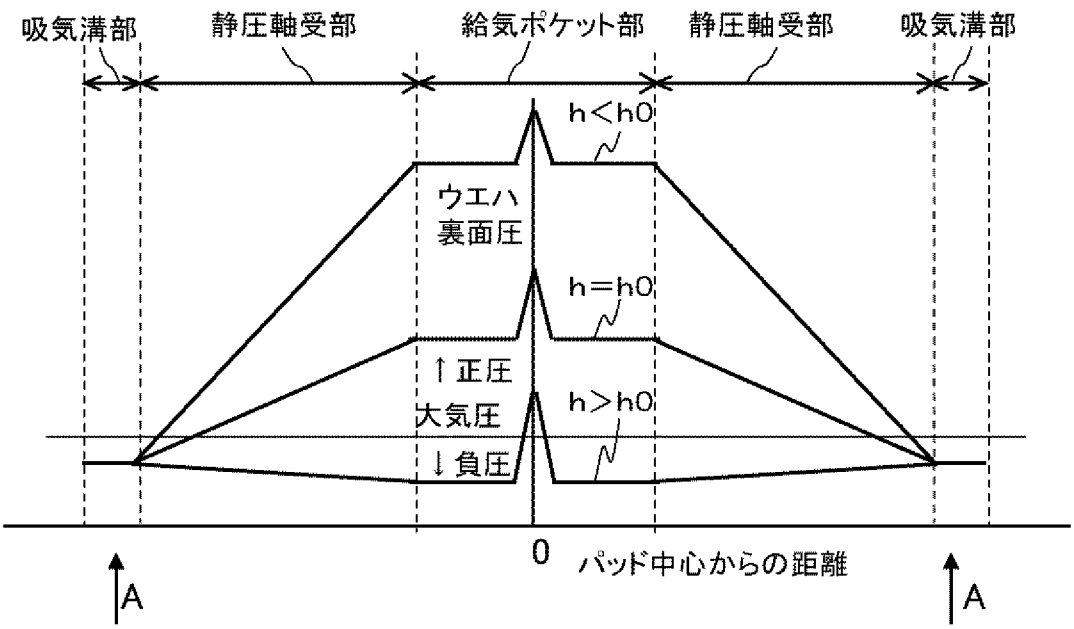
[図3]

図 3


吸気溝部
静圧軸受部
給気ポケット部
静圧軸受部
吸気溝部
110
111
112
113
114
115
117
116
A
A
隣接パッド
115
116
117
114
111
112
113
101
h
Ps, Ms
給気(正圧)
Pv、Mv
吸気(負圧)
110

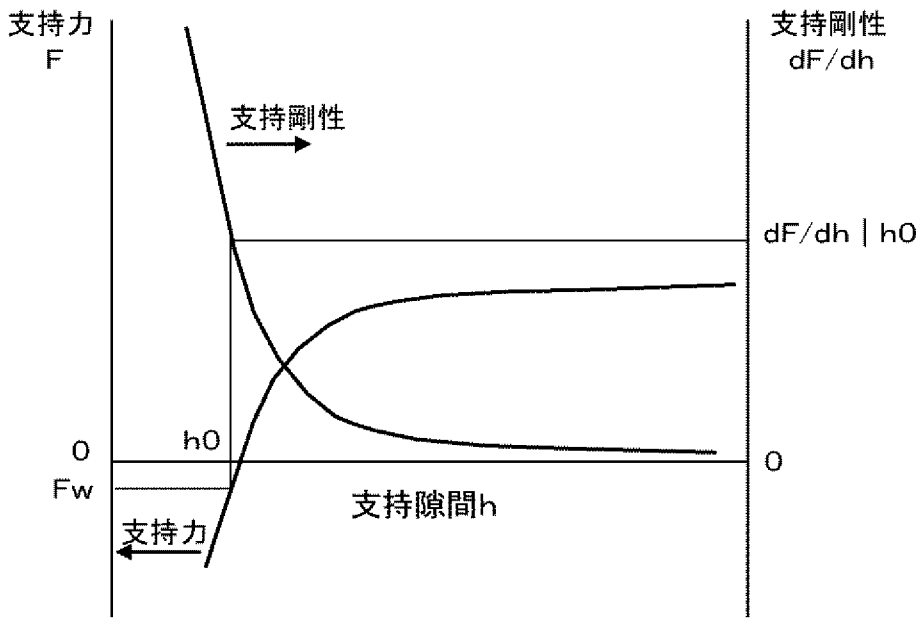
[図4]

図 4


吸気溝部
静圧軸受部
給気ポケット部
静圧軸受部
吸気溝部
h<h0
ウエハ
裏面圧
h=h0
↑正圧
大気圧
h>h0
↓負圧
0
パッド中心からの距離
A
A

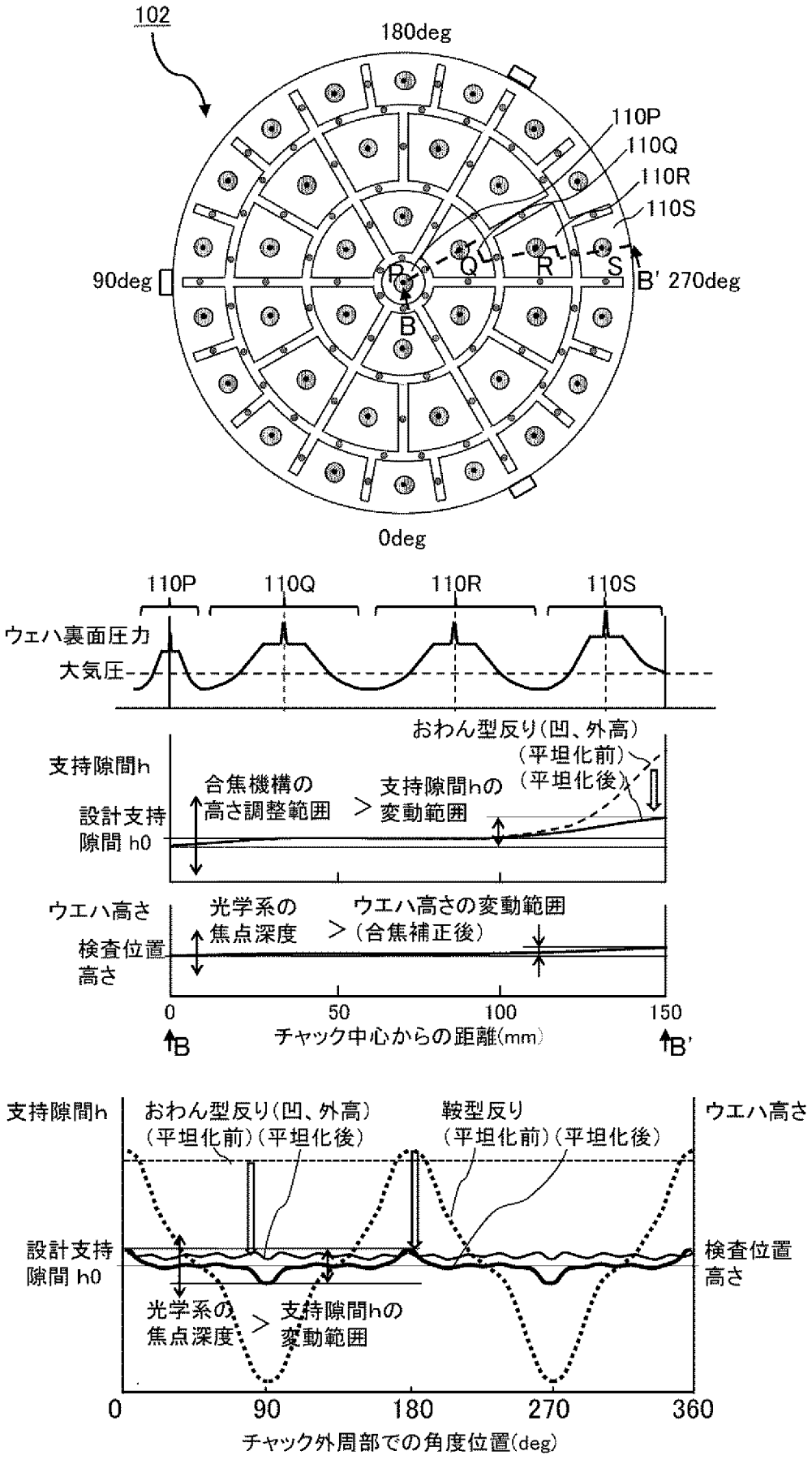
[図5]

図 5


支持力
F
支持剛性
dF/dh
支持剛性
dF/dh | h0
h0
0
Fw
0
支持隙間h
支持力

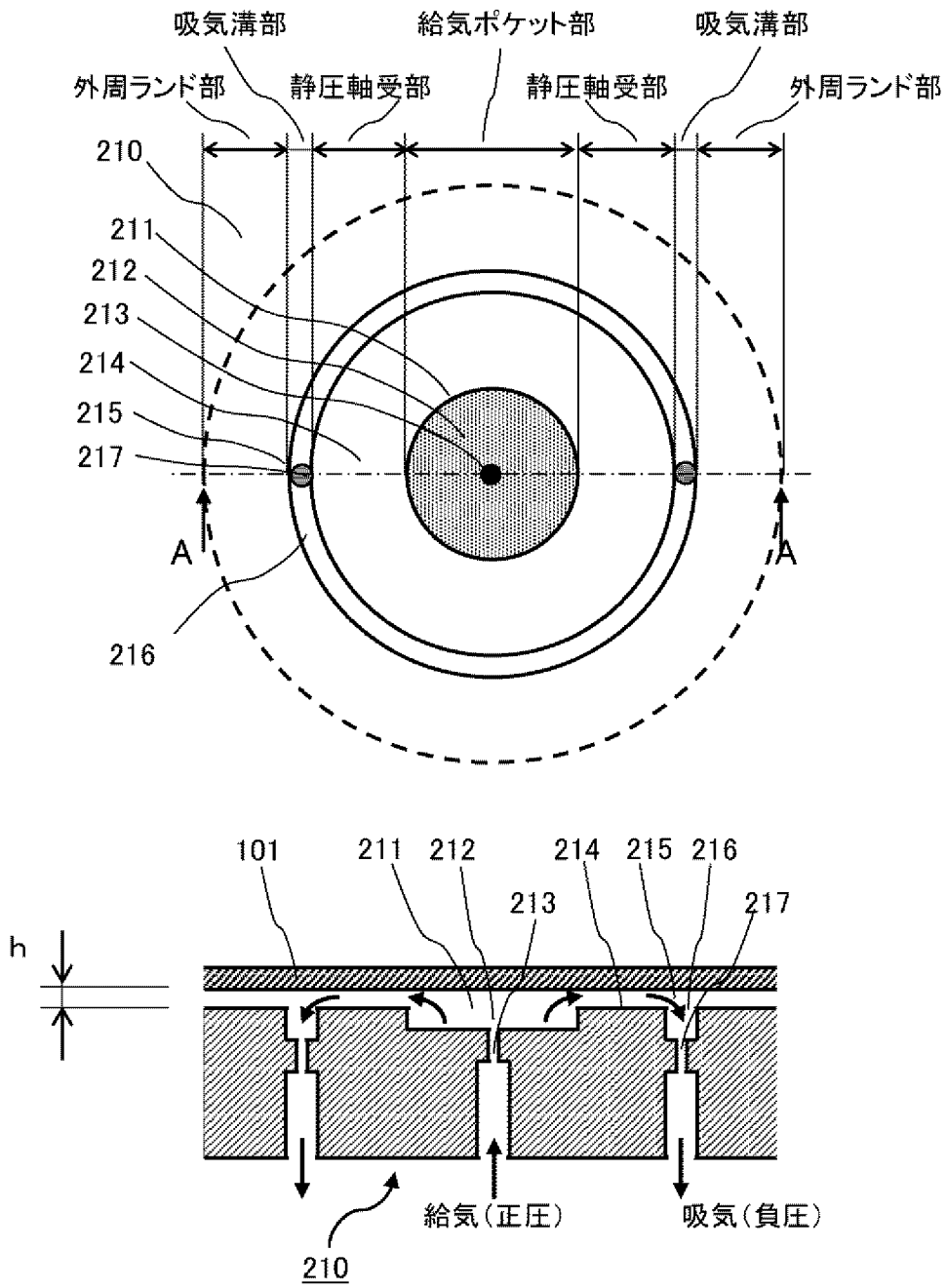
[図6]

図 6


102
180deg
110P
110Q
110R
110S
90deg
270deg
0deg
B
B'
ウェハ裏面圧力
大気圧
おわん型反り(凹、外高)
支持隙間h
合焦機構の
高さ調整範囲
>
支持隙間hの
変動範囲
(平坦化前)
(平坦化後)
設計支持
隙間 h0
ウエハ高さ
光学系の
焦点深度
>
ウエハ高さの変動範囲
(合焦補正後)
検査位置
高さ
0
50
100
150
チャック中心からの距離(mm)
鞍型反り
(平坦化前)(平坦化後)
90
180
270
360
チャック外周部での角度位置(deg)

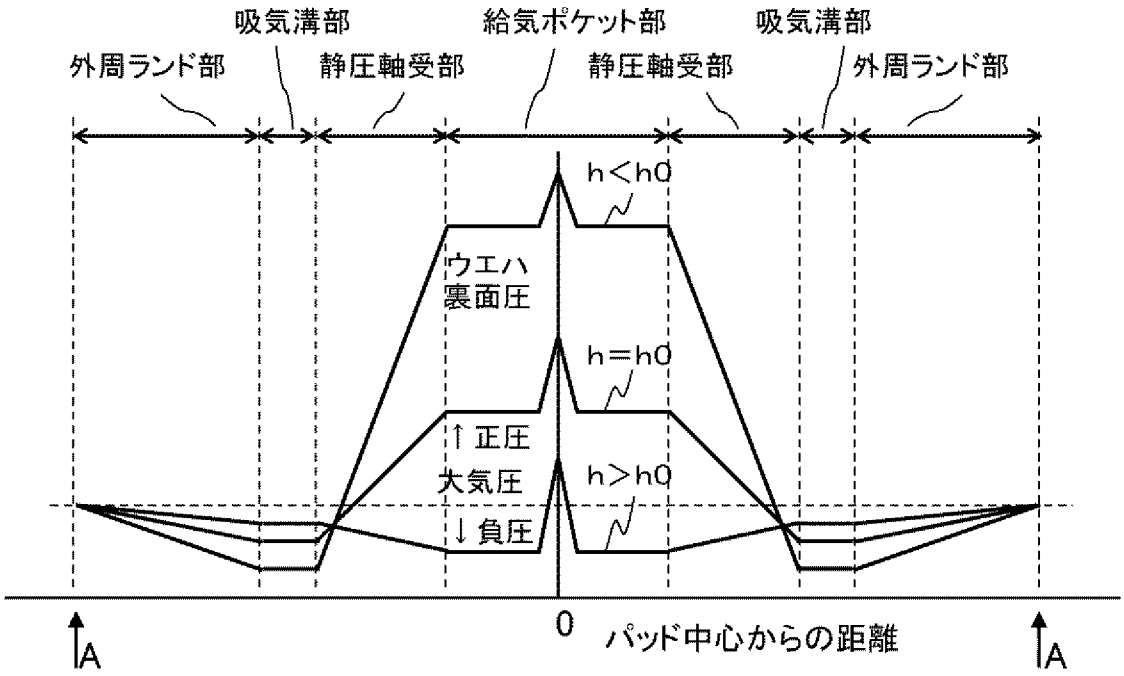
[図7]

図 7


吸気溝部
給気ポケット部
吸気溝部
外周ランド部
静圧軸受部
静圧軸受部
外周ランド部
210
211
212
213
214
215
217
A
A
216
101
211
212
214
215
216
213
217
h
給気(正圧)
吸気(負圧)
210

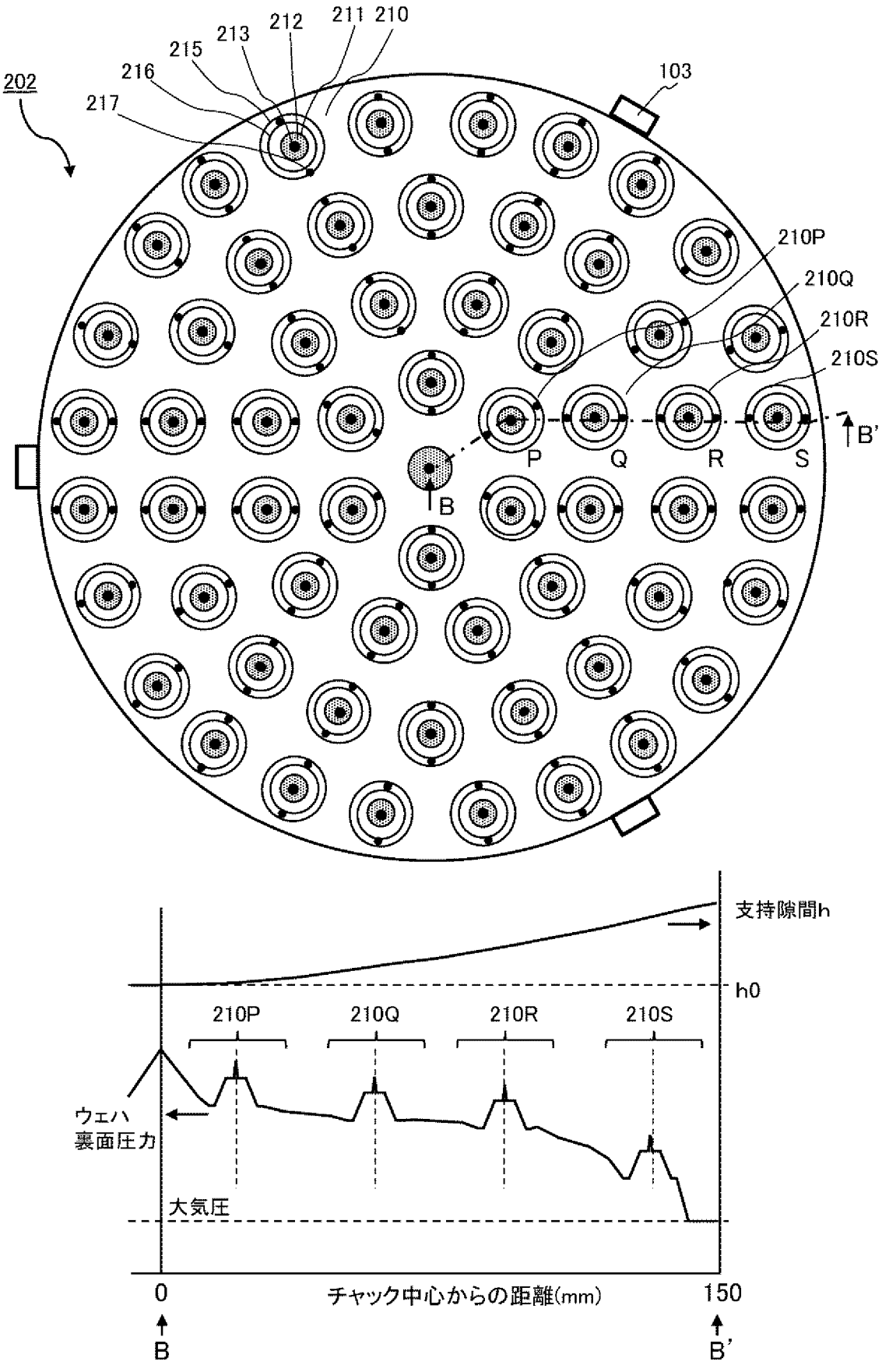
[図8]

図 8


吸気溝部
給気ポケット部
吸気溝部
外周ランド部
静圧軸受部
静圧軸受部
外周ランド部
h＜h0
ウエハ
裏面圧
h＝h0
↑正圧
大気圧
h＞h0
↓負圧
A
0
パッド中心からの距離
A

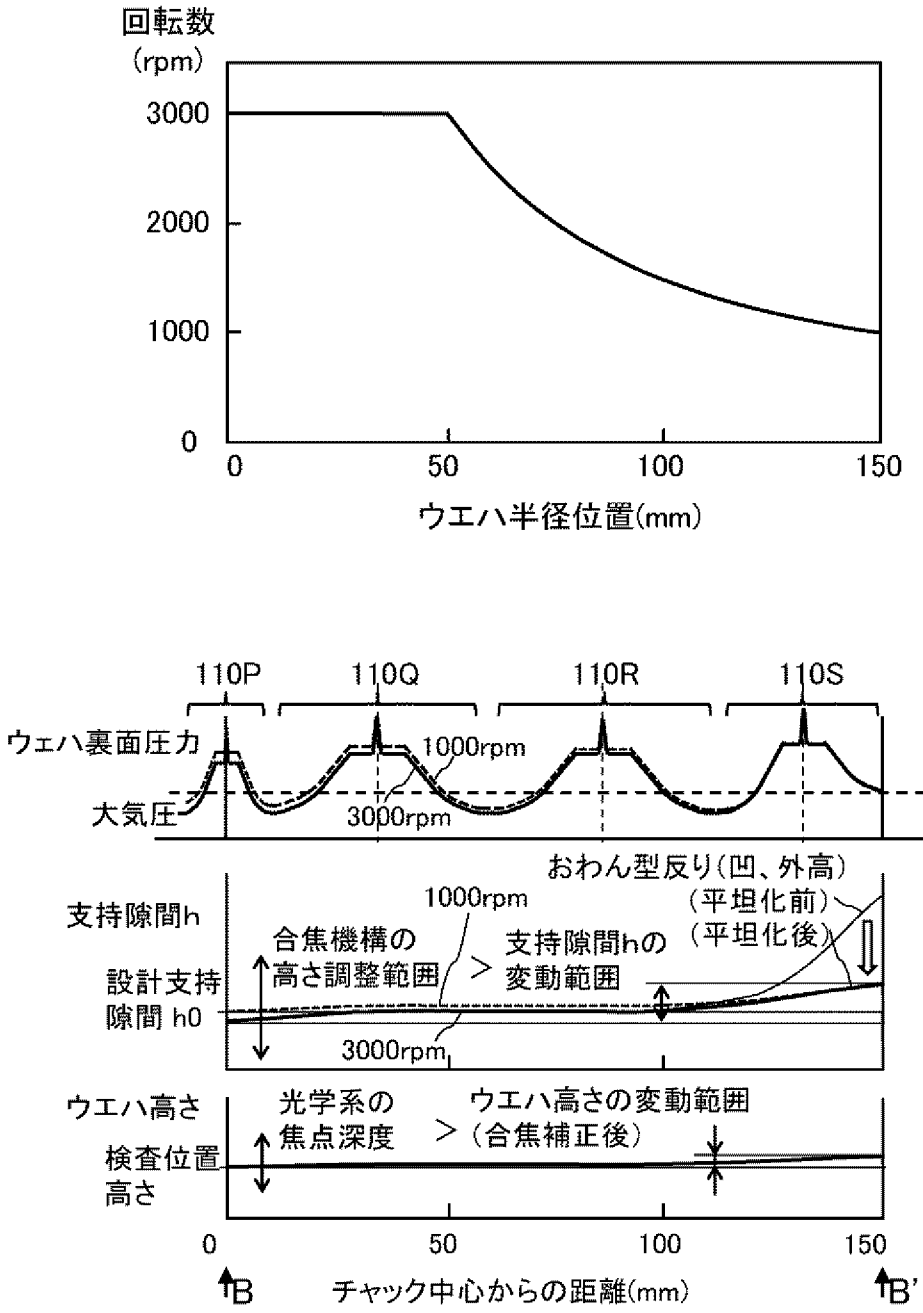
[図9]

図 9


202
217
216
215
213
212
211
210
103
210P
210Q
210R
210S
P
Q
R
S
B
B'
支持隙間h
h0
210P
210Q
210R
210S
ウェハ
裏面圧力
大気圧
0
チャック中心からの距離(mm)
150
B
B'

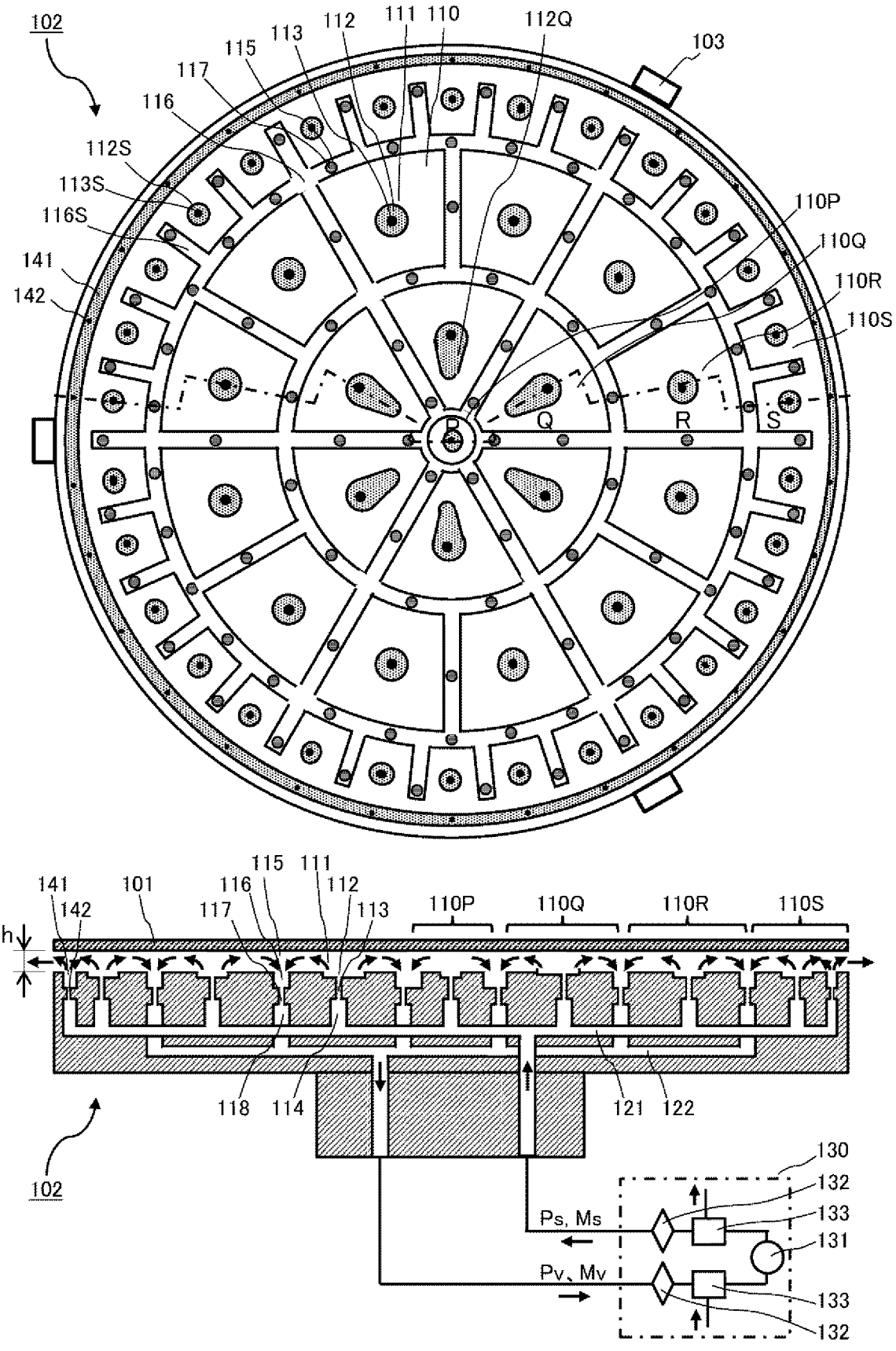
[図10]

図 10


回転数
(rpm)
3000
2000
1000
0
0
50
100
150
ウエハ半径位置(mm)
110P
110Q
110R
110S
ウェハ裏面圧力
1000rpm
大気圧
3000rpm
おわん型反り(凹、外高)
(平坦化前)
(平坦化後)
支持隙間h
1000rpm
合焦機構の
高さ調整範囲
>
支持隙間hの
変動範囲
設計支持
隙間 h0
3000rpm
ウエハ高さ
光学系の
焦点深度
>
ウエハ高さの変動範囲
(合焦補正後)
検査位置
高さ
0
50
100
150
B
チャック中心からの距離(mm)
B'

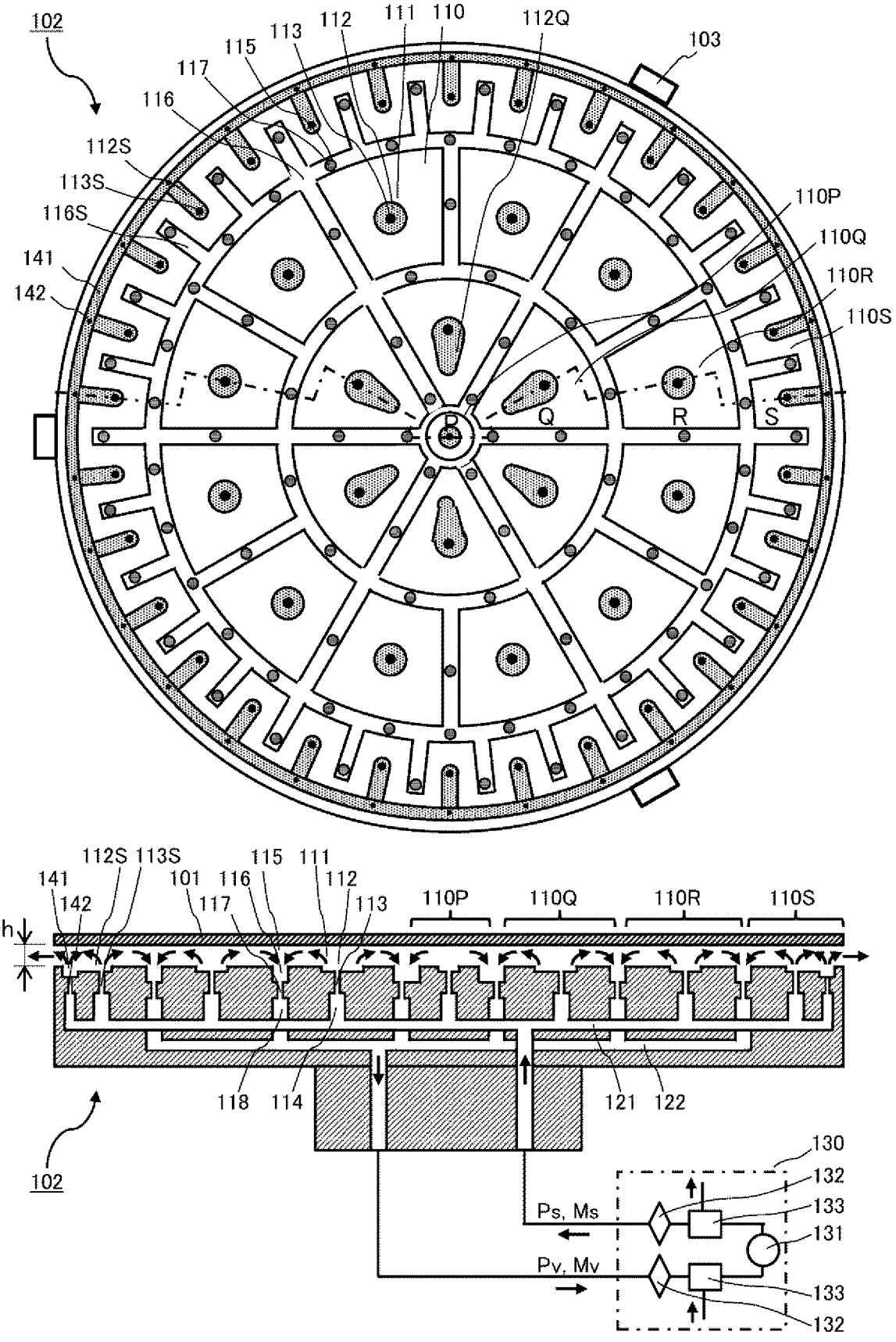
[図11]

図 11


102
103
112
111
110
112Q
115
113
117
116
112S
113S
116S
141
142
110P
110Q
110R
110S
P
Q
R
S
h
101
118
114
121
122
130
132
133
131
Ps, Ms
Pv、Mv

[図12]

図 12


102
103
112Q
111
110
113
112
115
117
116
112S
113S
116S
141
142
110P
110Q
110R
110S
P
Q
R
S
h
101
118
114
121
122
130
132
133
131
Ps, Ms
Pv, Mv

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/005894

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/683(2006.01)i
FI: H01L21/68 P

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)

H01L21/683

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
A	JP 2017-504199 A (KLA-TENCOR CORP.) 02 February 2017 (2017-02-02) entire text, all drawings	1-16
A	WO 2021/240598 A1 (HITACHI HIGH-TECH CORPORATION) 02 December 2021 (2021-12-02) entire text, all drawings	1-16
A	CN 113124057 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 16 July 2021 (2021-07-16) entire text, all drawings	1-16
A	JP 1-143336 A (HITACHI, LTD.) 05 June 1989 (1989-06-05) entire text, all drawings	1-16
A	JP 2012-78543 A (NIKON CORPORATION) 19 April 2012 (2012-04-19) entire text, all drawings	1-16
A	JP 2006-310697 A (DAINIPPON SCREEN MFG. CO., LTD.) 09 November 2006 (2006-11-09) entire text, all drawings	1-16

☐ 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	Date of mailing of the international search report
31 March 2023	**11 April 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/005894

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2017-504199 A	02 February 2017	US 2015/0179495 A1 entire text, all drawings KR 10-2016-0102277 A CN 106463444 A TW 201530689 A	
WO 2021/240598 A1	02 December 2021	(Family: none)	
CN 113124057 A	16 July 2021	(Family: none)	
JP 1-143336 A	05 June 1989	(Family: none)	
JP 2012-78543 A	19 April 2012	(Family: none)	
JP 2006-310697 A	09 November 2006	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/005894

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01L 21/683(2006.01)i
FI: H01L21/68 P

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））

H01L21/683

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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	関連する請求項の番号
A	JP 2017-504199 A (ケーエルエー－テンカー コーポレイション) 02.02.2017 (2017-02-02) 全文,全図	1-16
A	WO 2021/240598 A1 (株式会社日立ハイテク) 02.12.2021 (2021-12-02) 全文,全図	1-16
A	CN 113124057 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 16.07.2021 (2021-07-16) 全文,全図	1-16
A	JP 1-143336 A (株式会社日立製作所) 05.06.1989 (1989-06-05) 全文,全図	1-16
A	JP 2012-78543 A (株式会社ニコン) 19.04.2012 (2012-04-19) 全文,全図	1-16
A	JP 2006-310697 A (大日本スクリーン製造株式会社) 09.11.2006 (2006-11-09) 全文,全図	1-16

☐ 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
31.03.2023	11.04.2023

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

鈴木　孝章 50 6309

電話番号 03-3581-1101 内線 3559

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/005894

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-504199 A	02.02.2017	US 2015/0179495 A1 全文,全図 KR 10-2016-0102277 A CN 106463444 A TW 201530689 A	
WO 2021/240598 A1	02.12.2021	（ファミリーなし）	
CN 113124057 A	16.07.2021	（ファミリーなし）	
JP 1-143336 A	05.06.1989	（ファミリーなし）	
JP 2012-78543 A	19.04.2012	（ファミリーなし）	
JP 2006-310697 A	09.11.2006	（ファミリーなし）	