



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I601599 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 11 日

(21)申請案號：104108743

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 03 月 19 日

(51)Int. Cl. : **B24B37/34 (2012.01)** **B24B37/005 (2012.01)**

(30)優先權：2014/03/20 日本 2014-057859

2014/11/10 日本 2014-228346

(71)申請人：荏原製作所股份有限公司 (日本)EBARA CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：塩川陽一 SHIOKAWA, YOICHI (JP)；八木圭太 YAGI, KEITA (JP)；小林洋一 KOBAYASHI, YOICHI (JP)

(74)代理人：陳傳岳；郭雨嵐；鍾文岳

(56)參考文獻：

TW 485086

TW 593969

TW 200518878A

TW 200607604A

TW 200631084A

審查人員：梁宏維

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 45 頁

(54)名稱

研磨裝置及研磨方法

POLISHING APPARATUS AND POLISHING METHOD

(57)摘要

一種研磨裝置和研磨方法，使半導體晶圓 W 的被研磨面與研磨墊 101 相對滑動而對被研磨面進行研磨，研磨裝置具有：邊緣室 8，其通過按壓半導體晶圓 W 的被研磨面的背面，而將被研磨面按壓到研磨墊 101；膜厚測定部 40，其在半導體晶圓 W 的研磨中推斷半導體晶圓 W 的被研磨面的殘膜外形；以及閉合回路控制裝置 502，其在半導體晶圓 W 的研磨中，根據膜厚測定部 40 的測定結果而控制邊緣室 8 對被研磨面的背面的按壓。閉合回路控制裝置 502 控制半導體晶圓 W 的研磨中的邊緣室 8 產生的按壓，並對作為邊緣室 8 的周邊部的擋護環的壓力進行控制，邊緣室的周邊部對被研磨面的對於研磨墊的按壓產生影響。採用本發明，可高精度地對研磨對象物進行研磨。

指定代表圖：

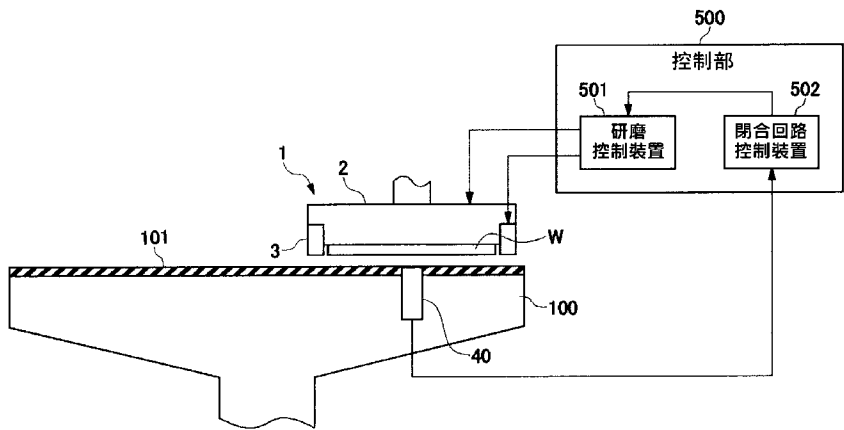


圖 4

符號簡單說明：

1 . . . 頂環(基板保持裝置)

2 . . . 頂環主體

3 . . . 擋護環

40 . . . 膜厚測定部

100 . . . 研磨台

101 . . . 研磨墊

500 . . . 控制部

501 . . . 研磨控制裝置

502 . . . 閉合回路控制裝置

W . . . 半導體晶圓

發明摘要

※ 申請案號：104108743

※ 申請日：104/03/19

※IPC 分類：B24B 37/34 (2012.01)
B24B 37/005 (2012.01)

【發明名稱】(中文/英文)

研磨裝置及研磨方法

POLISHING APPARATUS AND POLISHING METHOD

【中文】

一種研磨裝置和研磨方法，使半導體晶圓W的被研磨面與研磨墊101相對滑動而對被研磨面進行研磨，研磨裝置具有：邊緣室8，其通過按壓半導體晶圓W的被研磨面的背面，而將被研磨面按壓到研磨墊101；膜厚測定部40，其在半導體晶圓W的研磨中推斷半導體晶圓W的被研磨面的殘膜外形；以及閉合回路控制裝置502，其在半導體晶圓W的研磨中，根據膜厚測定部40的測定結果而控制邊緣室8對被研磨面的背面的按壓。閉合回路控制裝置502控制半導體晶圓W的研磨中的邊緣室8產生的按壓，並對作為邊緣室8的周邊部的擋護環的壓力進行控制，邊緣室的周邊部對被研磨面的對於研磨墊的按壓產生影響。採用本發明，可高精度地對研磨對象物進行研磨。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖4。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1 頂環（基板保持裝置）

2 頂環主體

3 擋護環

40 膜厚測定部

100 研磨台

101 研磨墊

500 控制部

501 研磨控制裝置

502 閉合回路控制裝置

W 半導體晶圓

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

研磨裝置及研磨方法

POLISHING APPARATUS AND POLISHING METHOD

【技術領域】

【0001】 本發明涉及一種研磨裝置及研磨方法，尤其涉及對半導體晶圓等研磨對象物進行研磨而獲得所需的膜厚外形(film thickness profile)的研磨裝置及研磨方法。

【先前技術】

【0002】 近年來，隨著半導體元件的高積體化、高密度化，回路的配線也越來越細微化，多層配線的層數也增加。若要同時實現回路的細微化和多層配線，則由於承襲下側層的表面凹凸而使階差更大，因此，隨著配線層數增加，薄膜形成中對於階差形狀的膜被覆性（階差覆蓋狀態：step coverage）變差。因此，為了進行多層配線，必須改進該階差覆蓋狀態，在適當的過程中進行平坦化處理。另外，由於焦點深度隨光刻的細微化而變淺，因此，必須對半導體元件表面進行平坦化處理以使半導體元件表面的凹凸階差縮小在焦點深度以下。隨回路的細微化，對平坦化處理的精度要求變高。另外，不僅在多層配線工序中，而且在FEOL（產線前段：Front End Of Line）中，對平坦化處理的精度要求也隨電晶體周邊部的構造複雜化而變高。

【0003】 如此，在半導體元件的製造工序中，半導體元件表面的平坦化技術越來越重要。該平坦化技術中最重要的技術是化學機械研磨（CMP：

Chemical Mechanical Polishing)。該化學機械研磨是，使用研磨裝置，將含有二氧化矽（ SiO_2 ）等磨料顆粒的研磨液供給到研磨墊等的研磨面上，同時使半導體晶圓等基板與研磨面滑動接觸而進行研磨。

【0004】 這種研磨裝置具有：研磨台，該研磨台具有由研磨墊構成的研磨面；以及對半導體晶圓進行保持用的稱為頂環或研磨頭等的基板保持裝置。在使用這種研磨裝置對半導體晶圓進行研磨的情況，利用基板保持裝置而對半導體晶圓進行保持，同時以規定的壓力而將該半導體晶圓按壓到研磨面。此時，通過使研磨台與基板保持裝置相對運動，從而半導體晶圓與研磨面滑動接觸，半導體晶圓的表面被研磨成平坦且呈鏡面狀。

【0005】 在這種研磨裝置中，在研磨中的半導體晶圓與研磨墊的研磨面之間的相對的按壓力在半導體晶圓整個面上不是均勻的場合，會根據賦予半導體晶圓各部分的按壓力而產生研磨不足和過度研磨。為了將對於半導體晶圓的按壓力予以均勻化，在基板保持裝置的下部設有由彈性膜（膜片(membrane)）形成的壓力室，通過將加壓空氣等流體供給到該壓力室，從而藉由彈性膜而將半導體晶圓按壓到研磨墊的研磨面進行研磨。

【0006】 另一方面，形成於作為研磨對象的半導體晶圓的表面的薄膜，其膜厚會因成膜時的方法和裝置的特性並根據半導體晶圓的半徑方向位置而有差異。即，半導體晶圓的表面在半徑方向具有初始膜厚分佈。在均勻按壓半導體晶圓整個面進行研磨的上述的基板保持裝置中，由於在半導體晶圓的整個面被均勻研磨，因此，不能修正半導體晶圓表面上的初始膜厚分佈。

【0007】 因此，提出了這樣的研磨裝置：在半導體晶圓的面內設有由

彈性膜（膜片）形成的多個壓力室，對供給到多個壓力室的加壓空氣等流體的壓力分別進行控制（例如，專利文獻1）。在該研磨裝置中，通過局部控制被施加到半導體晶圓上的壓力並使對膜厚厚的部分的作用於研磨面的按壓力大於對膜厚薄的部分的作用於研磨面的按壓力，從而可有選擇地提高該部分的研磨速率，由此，可在基板的整個面進行不過度也無不足的平坦的研磨而不會受成膜時的膜厚分佈影響。

【0008】

專利文獻1：日本專利特開2006-128582號公報

專利文獻2：日本專利特開2001-060572號公報

專利文獻3：日本專利特許第4689367號公報

【發明內容】

【0009】 本發明的目的是，提供一種能高精度地對研磨對象物進行研磨的研磨裝置及研磨方法。

【0010】 本發明的研磨裝置是，使研磨對象物的被研磨面與研磨部件相對滑動而對所述被研磨面進行研磨，該研磨裝置具有：按壓部，該按壓部通過按壓所述研磨對象物的所述被研磨面的背面，從而將所述被研磨面按壓到所述研磨部件；膜厚測定部，該膜厚測定部在所述研磨對象物的研磨中推斷所述研磨對象物的所述被研磨面的殘膜外形；以及控制部，該控制部在所述研磨對象物的研磨中，根據所述膜厚測定部的測定結果而控制所述按壓部對所述被研磨面的背面的按壓，所述控制部控制所述研磨對象物的研磨中的由所述按壓部產生的按壓，並且所述控制部在研磨中對所述按壓部的周邊部進行控制，所述按壓部的周邊部對所述被研磨面的對於所

述研磨部件的按壓產生影響。

【0011】 利用該結構，由按壓部直接按壓的部分的被研磨面的對於研磨部件的按壓，不僅由控制按壓部產生的按壓來控制，而且還由控制周邊部產生的該部分的被研磨面的對於研磨部件的按壓來控制，故可進行高精度的研磨。另外，由於在研磨對象物的研磨中根據其研磨狀況而進行這種控制，因此，即使在研磨過程中由按壓部產生的按壓力發生變化的情況下，也可與其對應地控制周邊部。

【0012】 在上述的研磨裝置中，所述周邊部也可是擋護部件(retainer member)，該擋護部件在所述按壓部的近旁對所述研磨部件進行按壓，所述控制部也可控制所述按壓部對所述被研磨面的背面的按壓，並且所述控制部控制所述擋護部件對所述研磨部件的按壓。

【0013】 利用該結構，由於通過控制擋護部件對於研磨部件的按壓，來控制由按壓部件直接按壓的部分的被研磨面的對於研磨部件的按壓，因此，可進行高精度的研磨。

【0014】 在上述的研磨裝置中，所述按壓部也可對所述研磨對象物的所述被研磨面的背面的邊緣區域進行按壓，所述擋護部件也可是圍住所述研磨對象物的部件。

【0015】 利用該結構，由於通過控制擋護部件對於研磨部件的按壓，來控制背面被按壓部直接按壓的被研磨面的邊緣區域對於研磨部件的按壓，因此，可在邊緣部分進行高精度的研磨。

【0016】 上述的研磨裝置也可具有對所述研磨對象物的所述被研磨面的背面局部地進行按壓的多個所述按壓部，所述周邊部也可是相鄰的其

他的所述按壓部。

【0017】 利用該結構，由於通過控制相鄰的其他的按壓部對被研磨面的背面的按壓，來控制背面由某個按壓部直接按壓的部分的被研磨面對於研磨部件的按壓，因此，可進行高精度的研磨。

【0018】 在上述的研磨裝置中，所述周邊部也可是控制由所述按壓部的彈性體的變形所產生的所述被研磨面的壓力的機構。

【0019】 利用該結構，根據研磨狀況而可控制按壓部的彈性體的變形所產生的被研磨面的壓力。

【0020】 在上述的研磨裝置中，所述周邊部也可是控制所述按壓部的彈性體的變形的機構。

【0021】 利用該結構，根據研磨狀況而可控制按壓部的彈性體的變形。

【0022】 在上述的研磨裝置中，所述控制部也可對所述周邊部的按壓進行控制，以使所述被研磨面的膜厚外形在背面被所述按壓部直接按壓的所述被研磨面的整個面內成為均勻的形狀或成為所需的形狀。

【0023】 利用該結構，背面由按壓部直接按壓的被研磨面對於研磨部件的按壓的來自周邊部的影響，即使是在背面由按壓部直接按壓的被研磨面上是不均勻的情況，也可均勻地對背面由按壓部直接按壓的被研磨面進行研磨。

【0024】 在上述的研磨裝置中，對於所述周邊部的控制也可設定有控制界限值，所述控制部也可在所述控制界限值的範圍內進行控制。

【0025】 利用該結構，當控制部根據規定的算法(algorithm)進行控制

時，可防止超過控制界限地控制周邊部，可防止研磨對象物和研磨裝置的破損等事故。

【0026】 在上述的研磨裝置中，所述按壓部也可由圓形的壓力室及包圍該圓形的壓力室周圍的多個圓環狀的壓力室形成。

【0027】 利用該結構，可將半徑方向的膜厚外形作成所需的形狀。

【0028】 本發明的研磨方法是，使研磨對象物的被研磨面與研磨部件相對滑動而對所述被研磨面進行研磨，該研磨方法包含如下步驟：按壓步驟，該按壓步驟通過用按壓部按壓所述研磨對象物的所述被研磨面的背面，從而將所述被研磨面按壓到所述研磨部件；膜厚測定步驟，該膜厚測定步驟在所述研磨對象物的研磨中推斷所述研磨對象物的所述被研磨面的殘膜外形；以及控制步驟，該控制步驟在所述研磨對象物的研磨中，根據所述膜厚測定步驟的測定結果而控制所述按壓部對所述被研磨面的背面的按壓，所述控制步驟控制所述按壓部對所述被研磨面的背面的按壓，並且所述控制步驟在研磨中對所述按壓部的周邊部進行控制，所述按壓部的周邊部對所述被研磨面的對於所述研磨部件的按壓產生影響。

【0029】 即使利用該結構，由按壓部直接按壓的部分的被研磨面對於研磨部件的按壓，不僅由控制按壓部產生的按壓來控制，而且還由控制周邊部產生的該部分的被研磨面對於研磨部件的按壓來控制，故可進行高精度的研磨。另外，由於在研磨對象物的研磨中根據其研磨狀況而進行這種控制，因此，即使在研磨過程中使按壓部產生的按壓力發生變化的情況，也可與其對應地控制周邊部。

【0030】 在上述研磨方法中，也可使用背面被所述按壓部直接按壓的

所述被研磨面的研磨速度與所述按壓部及所述周邊部的關係式，而在研磨中計算所述周邊部的按壓。

【0031】 利用該結構，可與膜厚測定步驟中的測定結果對應地控制按壓部及周邊部。

【0032】 在上述的研磨方法中，也可在閉合回路控制中同時決定對所述被研磨面的背面的按壓和所述周邊部的按壓。

【0033】 利用該結構，可實現更高精度的控制。

【0034】 採用本發明，由按壓部直接按壓的部分的被研磨面對於研磨部件的按壓，不僅由控制按壓部產生的按壓來控制，而且還由控制周邊部產生的該部分的被研磨面對於所述研磨部件的按壓來控制，故可進行高精度的研磨。

【圖式簡單說明】

【0035】

圖1是表示本發明實施方式的研磨裝置整體結構的概略圖。

圖2是本發明實施方式的頂環的示意剖視圖。

圖3是表示本發明實施方式的研磨台的主要元件的示意剖視圖。

圖4是表示本發明實施方式的控制研磨動作用的研磨裝置結構的示圖。

圖5是本發明實施方式的研磨裝置的研磨控制的流程圖。

圖6是表示本發明實施方式的壓力室的壓力變化的曲線圖。

圖7是表示本發明實施方式的頂環的主要元件的示意剖視圖。

圖8是表示本發明實施方式的基板面同心圓狀的多個區域的帶有

編號的順序的示圖。

圖9是表示本發明實施方式的模型預測控制的參照軌道的曲線圖。

【0036】

【實施方式】

【0037】 下面，對於本發明的實施方式的研磨裝置，參照說明書附圖來說明。另外，下面說明的實施方式，表示實施本發明時的一例子，並不將本發明限定於下面說明的具體結構中。實施本發明時，也可適當採用與實施方式對應的具體結構。

【0038】 圖1是表示本發明實施方式的研磨裝置的整體結構的概略圖。如圖1所示，研磨裝置具有：研磨台100；以及對作為研磨對象物的半導體晶圓等基板進行保持並將其按壓到研磨台100的研磨面上的作為基板保持裝置的頂環1。研磨台100通過台軸100a而與配置在其下方的電動機（未圖示）聯接。通過電動機旋轉，研磨台100繞台軸100a旋轉。在研磨台100的上表面貼附有作為研磨部件的研磨墊101。該研磨墊101的研磨面101a構成對半導體晶圓W進行研磨的研磨面。在研磨台100的上方設置有研磨液供給噴嘴60。研磨液（研磨漿料）Q從該研磨液供給噴嘴60被供給到研磨台100上的研磨墊101上。

【0039】 另外，作為在市場上能取得的研磨墊有各種，例如，有Nitta Haas公司製的SUBA800、IC-1000、IC-1000/SUBA400（雙層布料）、Fujimi Incorporated公司製的Surfin xxx-5、Surfin 000等。SUBA800、Surfin xxx-5、Surfin 000是用聚氨酯樹脂將纖維固化後的無紡布，IC-1000是硬質的發泡聚氨基甲酸酯（單層）。發泡聚氨基甲酸酯為多孔（多孔質狀），且其表面具

有許多細微的凹坑或孔。

【0040】 頂環1基本包括：將半導體晶圓W按壓到研磨面101a的頂環主體2；以及將半導體晶圓W的外周緣予以保持以使半導體晶圓W不會從頂環1飛出的作為擋護部件的擋護環(retainer ring)3。頂環1與頂環旋轉軸111連接。該頂環旋轉軸111利用上下移動機構124而相對於頂環頭110進行上下移動。利用頂環旋轉軸111的上下移動，使頂環1整體相對於頂環頭110升降來進行頂環1的上下方向的定位。在頂環旋轉軸111的上端安裝有轉動式接頭25。

【0041】 使頂環旋轉軸111及頂環1上下移動的上下移動機構124具有：通過軸承126而將頂環旋轉軸111支承成可旋轉的橋架(bridge)128；安裝於橋架128的滾珠螺桿132；由支柱130支承的支承台129；以及設在支承台129上的AC伺服電動機138。對AC伺服電動機138進行支承的支承台129通過支柱130而固定於頂環頭110。

【0042】 滾珠螺桿132具有：與AC伺服電動機138聯接的螺紋軸132a；以及與該螺紋軸132a螺合的螺母132b。頂環旋轉軸111與橋架128一體上下移動。因此，當對AC伺服電動機138進行驅動時，橋架128通過滾珠螺桿132而上下移動，由此，頂環旋轉軸111及頂環1進行上下移動。

【0043】 另外，頂環旋轉軸111通過鍵(未圖示)而與旋轉筒112聯接。旋轉筒112的外周部具有確動帶輪113。在頂環頭110上固定有頂環用旋轉電動機114，確動帶輪113通過確動皮帶115而與設在頂環用旋轉電動機114上的確動帶輪116聯接。因此，通過對頂環用旋轉電動機114進行旋轉驅動，並藉由確動帶輪116、確動皮帶115及確動帶輪113，從而旋轉筒112及頂環旋轉

軸111一體旋轉，從而頂環1旋轉。

【0044】 頂環頭110由頂環頭旋轉軸117支承，頂環頭旋轉軸117可旋轉地支承於框架（未圖示）。研磨裝置具有控制部500，控制部500對以頂環用旋轉電動機114、AC伺服電動機138，以及研磨台旋轉電動機為代表的裝置內的各設備進行控制。

【0045】 接著，說明本發明的研磨裝置中的頂環（研磨頭）1。圖2是作為基板保持裝置的頂環1的示意剖視圖，頂環1對作為研磨對象物的半導體晶圓W進行保持並將其按壓到研磨台100上的研磨面。在圖2中，僅圖示構成頂環1的主要元件。

【0046】 如圖2所示，頂環1基本包括：將半導體晶圓W按壓到研磨面101a的頂環主體（也稱為載體）2；以及直接按壓研磨面101a的作為擋護部件的擋護環3。頂環主體（載體）2由大致圓盤狀的部件構成，擋護環3安裝在頂環主體2的外周部。頂環主體2由工程塑料（例如：聚醚醚酮(PEEK)）等的樹脂形成。在頂環主體2的下表面，安裝有與半導體晶圓的背面抵接的彈性膜（膜片）4。彈性膜（膜片）4由乙丙橡膠（EPDM）、聚氨酯橡膠、矽橡膠等強度及耐久性優異的橡膠材料形成。彈性膜（膜片）4構成對半導體晶圓等基板進行保持的基板保持面。

【0047】 彈性膜（膜片）4具有同心狀的多個分隔壁4a，在彈性膜（膜片）4的上表面與頂環主體2的下表面之間由這些分隔壁4a形成有：圓形的中央室5；環狀的波紋室(ripple chamber)6；環狀的外部室7；以及環狀的邊緣室8。即，在頂環主體2的中心部形成有中央室5，從中心向外周方向依次同心狀地形成有波紋室6、外部室7和邊緣室8。在頂環主體2內，分別形成

有：與中央室5連通的流路11；與波紋室6連通的流路12；與外部室7連通的流路13；以及與邊緣室8連通的流路14。

【0048】 與中央室5連通的流路11、與外部室7連通的流路13以及與邊緣室8連通的流路14，通過轉動式接頭25而分別與流路21、23、24連接。流路21、23、24分別通過閥V1-1、V3-1、V4-1及壓力調節器R1、R3、R4而與壓力調整部30連接。另外，流路21、23、24分別通過閥V1-2、V3-2、V4-2而可與真空源31連接，且流路21、23、24分別通過閥V1-3、V3-3、V4-3而可與大氣連通。

【0049】 另一方面，與波紋室6連通的流路12通過轉動式接頭25而與流路22連接。並且，流路22通過氣水分離槽35、閥V2-1及壓力調節器R2而與壓力調整部30連接。另外，流路22通過氣水分離槽35及閥V2-2而與真空源31連接，且流路22通過閥V2-3而可與大氣連通。

【0050】 另外，在擋護環3的正上方也由彈性膜（膜片）32而形成有擋護環壓力室9。彈性膜（膜片）32收容在圓柱筒體33內，圓柱筒體33固定於頂環1的凸緣部。擋護環壓力室9通過形成在頂環主體（載體）2內的流路15及轉動式接頭25而與流路26連接。流路26通過閥V5-1及壓力調節器R5而與壓力調整部30連接。另外，流路26通過閥V5-2而與真空源31連接，且流路26通過閥V5-3而可與大氣連通。

【0051】 壓力調節器R1、R2、R3、R4、R5分別具有對從壓力調整部30供給到中央室5、波紋室6、外部室7、邊緣室8和擋護環壓力室9的壓力流體的壓力進行調整的壓力調整功能。壓力調節器R1、R2、R3、R4、R5及各閥V1-1~V1-3、V2-1~V2-3、V3-1~V3-3、V4-1~V4-3、V5-1~V5-3與控制部

500（參照圖1）連接，從而它們的動作被控制。另外，流路21、22、23、24、26分別設置有壓力傳感器P1、P2、P3、P4、P5及流量傳感器F1、F2、F3、F4、F5。

【0052】 利用壓力調整部30及壓力調節器R1、R2、R3、R4、R5而分別對供給到中央室5、波紋室6、外部室7、邊緣室8和擋護環壓力室9的流體的壓力進行獨立調整。利用這種構造，可調整在半導體晶圓的每個區域上將半導體晶圓W按壓到研磨墊101的按壓力，且可調整擋護環3對研磨墊101進行按壓的按壓力。

【0053】 圖3是表示研磨台100的主要元件的示意剖視圖。在研磨台100的內部，形成有在其上表面開口的孔102。另外，在研磨墊101上，在與該孔102對應的位置形成有通孔51。孔102和通孔51連通。通孔51在研磨面101a上開口。孔102通過液體供給路53及轉動式接頭52而與液體供給源55連接。在研磨中，水（較好的是純水）作為透明的液體就從液體供給源55供給到孔102。水充滿由半導體晶圓W的下表面與通孔51所形成的空間，通過液體排出路54而排出。研磨液與水一起被排出，由此確保光路。液體供給路53上設有與研磨台100的旋轉同步地進行動作的閥（未圖示）。該閥當半導體晶圓W不位於通孔51上時阻止水流動，或者使水流量減少地進行動作。

【0054】 研磨裝置具有對基板的膜厚進行測定的膜厚測定部40。膜厚測定部40是光學式的膜厚傳感器，具有：發光的光源44；將由光源44發出的光照射到半導體晶圓W的表面的投光部41；接受從半導體晶圓W返回的反射光的受光部42；分光器43，該分光器43根據波長分解來自半導體晶圓W的反射光，在規定的波長範圍內測定反射光強度；以及處理部46，該處理

部46從由分光器43取得的測定數據而生成光譜，根據該光譜而決定半導體晶圓W的膜厚。光譜表示分佈在規定的波長範圍內的光的強度，且表示光的強度與波長之間的關係。

【0055】 投光部41及受光部42由光纖構成。投光部41及受光部42構成光學頭（光學式膜厚測定頭）45。投光部41與光源44連接。受光部42與分光器43連接。作為光源44，可使用發光二極體（LED）、鹵素燈、氙閃光燈等產生具有多個波長的光的光源。投光部41、受光部42、光源44及分光器43配置在研磨台100的內部，且與研磨台100一起旋轉。投光部41及受光部42配置在形成於研磨台100的孔102內，且各自的頂端位於半導體晶圓W的被研磨面的近旁。

【0056】 投光部41及受光部42相對於半導體晶圓W的表面垂直地配置，投光部41將光垂直照射在半導體晶圓W的表面。投光部41及受光部42與保持於頂環1的半導體晶圓W的中心相對地配置。因此，每當研磨台100旋轉，投光部41及受光部42的頂端就橫穿半導體晶圓W地進行移動，光就被照射在包含半導體晶圓W中心在內的區域。這是為了：投光部41及受光部42通過半導體晶圓W的中心，由此測定包含半導體晶圓W的中心部的膜厚在內的半導體晶圓W的整個面的膜厚。處理部46能根據所測定的膜厚數據而生成膜厚外形（半徑方向的膜厚分佈）。處理部46與控制部500（參照圖1）連接，將所生成的膜厚外形輸出到控制部500。

【0057】 在半導體晶圓W的研磨中，光從投光部41照射到半導體晶圓W上。來自投光部41的光在半導體晶圓W的表面反射，而由受光部42受光。半導體晶圓W被光照射期間，水被供給到孔102及通孔51，由此，投光部41

及受光部42的各頂端與半導體晶圓W的表面之間的空間被水充滿。分光器43根據波長而分解從受光部42送來的反射光，測定各波長的反射光的強度。處理部46從由分光器43測定的反射光的強度，而生成表示反射光強度與波長之間關係的光譜。進一步，處理部46從獲得的光譜中，使用公知技術來推斷半導體晶圓W當前的膜厚外形（殘膜外形）。

【0058】 研磨裝置也可具有其他方式的膜厚測定部，來替代上述的由光學式膜厚傳感器構成的膜厚測定部40。作為其他方式的膜厚測定部，例如有渦電流式膜厚傳感器，渦電流式膜厚傳感器配置在研磨台100的內部，取得根據半導體晶圓W的膜厚而變化的膜厚信號。渦電流式膜厚傳感器與研磨台100一體旋轉，取得由頂環1保持的半導體晶圓W的膜厚信號。渦電流式膜厚傳感器與圖1所示的控制部500連接，由渦電流式膜厚傳感器取得的膜厚信號就被送到控制部500。控制部500從膜厚信號生成間接或直接表示膜厚的膜厚指標值。

【0059】 渦電流式膜厚傳感器構成為，使高頻的交流電流在線圈中流動而在導電膜誘發渦電流，從該渦電流磁場所引起的阻抗變化來檢測導電膜的厚度。作為渦電流傳感器，可使用日本專利特開2014-017418號公報所記載的公知的渦電流傳感器。

【0060】 另外，在上述例子中，在研磨面101a上設置通孔51，並設置液體供給路53、液體排出路54和液體供給源55，且用水充滿孔102，但是，也可取而代之，在研磨墊101上形成透明窗。在這種情況下，投光部41通過該透明窗而將光照射在研磨墊101上的基板W的表面，受光部42通過透明窗而接受來自半導體晶圓W的反射光。

【0061】 現對如上構成的研磨裝置進行的研磨動作進行說明。頂環1從基板交接裝置（推動器）接受半導體晶圓W，且其下表面利用真空吸附方式對半導體晶圓W進行保持。此時，頂環1使被研磨面（通常是構成有元件的面，也稱為「表面」）向下，並使被研磨面與研磨墊101的表面相對地對頂環1進行保持。下表面保持有半導體晶圓W的頂環1，隨著由頂環頭旋轉軸117的旋轉所產生的頂環頭110的回旋而從半導體晶圓W的接受位置移動到研磨台100的上方。

【0062】 然後，使利用真空吸附對半導體晶圓W進行保持的頂環1下降至預先設定的頂環的研磨時設定位置。雖然在該研磨時設定位置，擋護環3與研磨墊101的表面（研磨面）101a接觸，但是在研磨前，由於由頂環1吸附保持半導體晶圓W，因此，在半導體晶圓W的下表面（被研磨面）與研磨墊101的表面（研磨面）101a之間有些微間隙（例如約1mm）。此時，研磨台100及頂環1同時被旋轉驅動，研磨液從設在研磨台100上方的研磨液供給噴嘴102被供給到研磨墊101上。

【0063】 在該狀態下，通過使處於半導體晶圓W背面側的彈性膜（膜片）4膨脹，對半導體晶圓W的被研磨面的背面進行按壓，從而將半導體晶圓W的被研磨面按壓到研磨墊101的表面（研磨面）101a，使半導體晶圓W的被研磨面與研磨墊101的研磨面相對滑動，從而用研磨墊101的研磨面101a將半導體晶圓W的被研磨面研磨至規定的狀態（例如規定的膜厚）。研磨墊101上的晶圓處理工序結束後，將半導體晶圓W吸附在頂環1上，使頂環1上升，使其移動到構成基板輸送機構的基板交接裝置，並進行晶圓W的脫離（釋放）。

【0064】 接著，對基於由膜厚測定部40測定的膜厚外形的研磨動作的控制進行說明。圖4是表示用於控制研磨動作的研磨裝置的結構的示圖。研磨裝置具有研磨控制裝置501和閉合回路控制裝置502。研磨控制裝置501和閉合回路控制裝置502相當於上述的控制部500（參照圖1）。

【0065】 圖5是本實施方式的研磨裝置的研磨控制的流程圖。當研磨裝置開始研磨時，膜厚測定部40推斷殘膜外形並將推斷值輸出到閉合回路控制裝置502（步驟S61）。閉合回路控制裝置502判斷殘膜外形是否成為了目標膜厚外形（步驟S62）。在由膜厚測定部40推斷的殘膜外形成為目標膜厚外形的情況下（在步驟S62中為「是」），則研磨處理結束。這裡，目標膜厚外形既可是完全平坦的形狀（在整個面上均勻的膜厚），也可是具有凹凸或斜度的形狀。

【0066】 在推斷的殘膜外形未達到目標膜厚外形的情況下（在步驟S62中為「否」），閉合回路控制裝置502就基於所推斷的殘膜外形，而算出供給到中央室5、波紋室6、外部室7、邊緣室8和擋護環壓力室9（下面統稱為「壓力室」）的流體的壓力的參數（壓力參數），並將其輸出到研磨控制裝置501（步驟S63）。研磨控制裝置501根據壓力參數，而調整供給到各壓力室的流體的壓力（步驟S64）。研磨裝置以一定的週期重複上述的步驟S61~64，直至推斷的殘膜外形成為目標膜厚外形（直至步驟S62中為「是」）。另外，壓力室相當於本發明的按壓部。

【0067】 下面，以涉及半導體晶圓W的邊緣區域的部分為例，對基於上述步驟S63中的殘膜外形來算出各壓力室的壓力參數進行說明。首先，閉合回路控制裝置502取得對於邊緣區域研磨速率MRR_Edge的已知關係。邊

緣區域研磨速率MRR_Edge與各壓力室的壓力參數的關係一般用函數F由下式（1）表示。

$$\text{MRR_Edge} = F(\text{AP_Edge}, \text{RRP}, \text{etc} \dots) \quad \dots (1)$$

這裡，AP_Edge是邊緣區域的壓力室即邊緣室8的壓力（邊緣室壓力）。另外，RRP是擋護環壓力室9的壓力（擋護環壓力）。作為影響邊緣區域的研磨速率的其它的參數（式（1）的「etc」），例如是在與相對於邊緣室8來看的半導體晶圓W中心側相鄰的壓力室即外部室7的壓力等。

【0068】 該函數F一般是各參數的一次式或包含這樣的一次式的各參數的交互作用的統計學多重迴歸式，但是，也可是各參數的n次式等的特殊函數。另外，任何場合各參數所附帶的常數也須是已知的。

【0069】 接著，閉合回路控制裝置502從閉合回路控制裝置502中的計算值，取得對欲控制的區域即邊緣區域研磨中的各時刻的目標研磨速率MRR_Tgt。然後，閉合回路控制裝置502通過將所得到的目標研磨速率MRR_Tgt代入式（1）而進行式變形，從而如下式（2）那樣求出各時刻的擋護環壓力RRP。

$$\text{RRP} = G(\text{MRR_Tgt}, \text{AP_Edge}, \text{etc} \dots) \quad \dots (2)$$

【0070】 閉合回路控制裝置502，判斷由上式（2）算出的擋護環壓力RRP是否低於界限值，在算出的擋護環壓力RRP低於界限值的情況下，優先採用界限值。該界限值設定為這樣的數值，當擋護環壓力RRP低於其時擋護環3有可能無法保持半導體晶圓W，通過使界限值優先，從而可防止半導體晶圓W從擋護環滑出的現象。作為界限值，既可採用絕對值，也可採用與各壓力室的壓力的平均值對應的數值（例如，平均乘以1以下的規定係數後

的數值)。

【0071】 如上所述，在本實施方式的研磨裝置中，不僅由調整半導體晶圓W的研磨中的邊緣室8的壓力AP_Edge對邊緣區域進行的按壓的控制來控制，而且控制作為邊緣室8的周邊部的控制擋護環3的壓力RRP，擋護環3的壓力RRP影響到半導體晶圓W的被研磨面的對於研磨面101a的研磨壓力（按壓力）。即，通常是，半導體晶圓W的邊緣區域的研磨速率受研磨墊的反彈等的影響，為了應對這種情況而具有擋護環壓力等的附帶的控制參數，但是，以往對於這種附帶的控制參數，研磨中不進行實時控制。與此相對，本實施方式的研磨裝置，如圖6所示那樣，為了半導體晶圓W的邊緣區域的研磨控制，而在研磨中不僅使與該區域對應的壓力室即邊緣室8的壓力AP_Edge變化，而且從邊緣室8與各壓力室的壓力參數和邊緣區域研磨速率的關係中，使其周邊部的擋護環3的壓力RRP也變化。由此，可高精度地實現所需的膜厚外形。

【0072】 另外，雖然已經提出了一種研磨裝置，其通過在研磨中對半導體晶圓的膜厚進行測定，並分別控制多個壓力室的壓力，從而實時控制膜厚外形，實現所需的膜厚外形，但是與其相比，本實施方式如上所述，不僅實時控制彈性膜4的壓力，而且還實時控制作為其周邊部的擋護環3，因此可進行更精密的膜厚外形控制。

【0073】 下面，說明算出上述壓力參數的具體例子。圖7是表示頂環1的主要元件的示意剖視圖。如圖7所示，在半導體晶圓W中，將與外部室7對應的區域（半徑130~140mm）設為區域A7。與邊緣室8對應的區域A8（半徑140~148mm）被分為：僅邊緣室8的壓力AP_8影響研磨壓力的區域A8-1

(半徑140~145mm); 以及邊緣室8的壓力AP_8及擋護環3的壓力RRP所影響的區域A8-2 (半徑145~148mm)。

【0074】 當將各時刻的區域A8-1的研磨速率表述為 $MRR_8(t)$ 、區域A8-2的研磨速率表述為 $MRR_Edge(t)$ 時，首先，區域A8-1的研磨速率 $MRR_8(t)$ 與邊緣室8的壓力 $AP_8(t)$ 成正比。區域A8-2的研磨速率 $MRR_Edge(t)$ 由將 $AP_8(t)$ 和 $RRP(t)$ 作為變量的函數求出，這裡，當作我們知道，實驗性地，可以如下式(3)那樣用 $AP_8(t)$ 和 $RRP(t)$ 的一次式求出。

$$MRR_Edge(t) = a \times AP_8(t) + b \times RRP(t) + c \quad \dots (3)$$

這裡，a、b、c分別是實驗求出的常數。

【0075】 另外，由閉合回路控制裝置502可求出各時刻的區域A8-1的控制壓力 $AP_8(t)$ 。用該控制壓力 $AP_8(t)$ ，如下式(4)那樣算出時刻t的目標研磨速率 $MRR_8(t)$ 。

$$MRR_8(t) = G_8 \times AP_8(t) \quad \dots (4)$$

這裡， G_8 是區域A8的壓力的相對於研磨速率的增益。

【0076】 為了將半導體晶圓W的區域A8予以平坦化，只要將區域A8-1的研磨速率和區域A8-2的研磨速率作成相等即可。即，只要滿足下式(5)即可。

$$MRR_Edge(t) = MRR_8(t) \quad \dots (5)$$

當將式(3)及式(4)代入式(5)時，得到下式(6)。

$$a \times AP_8(t) + b \times RRP(t) + c = G_8 \times AP_8(t) \quad \dots (6)$$

當將式(6)變形時，如下式(7)那樣，得到各時刻的擋護環壓力

RRP (t)。

$$\text{RRP}(t) = 1/b \times (G_8 - a) \times \text{AP}_8(t) - c/b \quad \dots (7)$$

【0077】 另外，該式(7)相當於上述一般所示的式(2)，且指這樣的意思：為了將半導體晶圓W的邊緣區域A8予以平坦化，不僅對與區域A8對應的邊緣室8的壓力 $\text{AP}_8(t)$ 進行實時控制(real time control)，而且隨此也實時控制擋護環壓力RRP (t)。

【0078】 以上，表示了這樣的方法：在研磨中的各時刻，從邊緣室及周邊部擋護環的壓力和邊緣區域的研磨速率的關係式，來決定擋護環的壓力RRP (t)。但是，周邊部的壓力的決定方法不限於此。下面，說明周邊部的壓力的決定方法的其他例子。

【0079】 現在，當將式(3)的各壓力室的壓力與研磨速率的關係式予以一般化並表述時，可由下式(8)來表述。

【數學式1】

$$\text{MRR}_i(t) = \sum_{j=1}^J a_{ij} \text{AP}_j(t) + b_i \quad \dots (8)$$

$$i=1, 2, \dots, I$$

這裡， $\text{MRR}_i(t)$ 如圖8所示，表示以中心為1而遞升地標上編號的基板面同心圓狀的區域i中的研磨速率。另外， AP_j 表示壓力j，從中心依次地被標上編號為，中央室j=1、波紋室j=2，邊緣室的下一個作為分擔有一個以上的周邊部的壓力的部分。 a_{ij} 是表示相對於各壓力的各區域的研磨速率的關係的比例常數， b_i 是有關區域i的研磨速率的偏移量(offset value)。在基板中心側，由於研磨速率根據大致相對的壓力室的壓力而決定，因此，只

要與壓力室對應地來定義區域*i*即可，在周邊部，較好的是分割得細，使得能夠顯示膜厚外形的急劇變化。

【0080】 此時，若將MRR (t) 設為長度I的列向量、將AP (t) 設為長度J的列向量、將A設為I×J的矩陣、將B設為長度I的列向量，則MRR (t) 可如下式 (9) 那樣表述。

$$\text{MRR} (t) = A \times \text{AP} (t) + B \quad \dots (9)$$

矩陣A是，基板中心側即在左上部分中呈接近對角矩陣的較稀疏形，基板端側即在右下部分，為了顯示周邊部壓力的影響而成為較稠密。矩陣A的各要素如前所述，可由使各壓力變化的實驗及多重迴歸分析來決定。或者，對於基板中心側的各區域，研磨速率基本由相對的壓力室的壓力來決定，也可從研磨樣品晶圓時的該區域的研磨速率和相對的壓力室的壓力，來決定對應的要素的數值。這裡，在可忽視研磨速率的偏移的情況，將向量B所對應的要素作成0。

【0081】 如以上那樣，當求出式 (9) 的相對於各壓力的研磨速率的關係式時，據此可構成有關殘膜厚度分佈且包含基板周邊部在內的閉合回路控制。下面，在式 (9) 的關係的基礎上，進一步，假設晶圓表面各區域的研磨速率（每單位時間的膜厚的減少量）的相對於各壓力的響應具有死區時間和一階滯後，對適用模型預測控制的例子進行說明。膜厚y (k) 是，使用f1作為適當的函數而由下式 (10) 表示的。

$$y (k) = y (0) - A \times f1 (k, \Delta t, t_D, \alpha, u_0, \Delta u (1), \Delta u (2), \dots, \Delta u (k - 1)) - k \Delta t \times B \quad \dots (10)$$

但是，y (k) 是膜厚，且是長度I的列向量，A是研磨速率相對於壓力

的比例常數，且是大小 $I \times J$ 的矩陣， k 是離散時間，且 $k=0, 1, 2, \dots$ ， Δt 是時間刻度（控制週期）， t_d 是響應的死區時間， α 是響應的時間常數， u_0 是初始壓力，且是長度 J 的列向量， $\Delta u(k)$ 是時刻 k 時的壓力的變化量，且是長度 J 的列向量。

【0082】 時刻 k 時的膜厚的 p 段時刻之後的預測值是，用 f_2 及 f_3 作為適當的函數並如下式（11）～（13）那樣表示。

$$y_p(k, p) = y_0(k, p) + y_F(k, p) \quad \dots (11)$$

$$y_0(k, p) = y(k) - A \times f_2(k, \Delta t, t_d, \alpha, u_0, \Delta u(1), \Delta u(2), \dots, \Delta u(k-1), p) - p \Delta t \times B \quad \dots (12)$$

$$y_F(k, p) = -A \times f_3(k, \Delta t, t_d, \alpha, \Delta u(k), \Delta u(k+1), \dots, \Delta u(k+p-1), p) \quad \dots (13)$$

但是， $y_p(k, p)$ 是時刻 k 時的膜厚的 p 段時刻之後的預測值，且是長度 I 的列向量， $y_0(k, p)$ 是由過去的操作量（壓力）決定的確定項，且是長度 I 的列向量， $y_F(k, p)$ 是由現時刻以後的操作量（壓力）決定的未確定項，且是長度 I 的列向量。

【0083】 因此，

$$Y_p(k, P) = [y_p(k, 1)^T, y_p(k, 2)^T, \dots, y_p(k, P)^T]^T \quad \dots (14)$$

$$Y_0(k, P) = [y_0(k, 1)^T, y_0(k, 2)^T, \dots, y_0(k, P)^T]^T \quad \dots (15)$$

$$\Delta U_Q = [\Delta u(k)^T, \Delta u(k+1)^T, \dots, \Delta u(k+Q-1)^T]^T \quad \dots (16)$$

如此，當用 Ψ 作為 $(I \times P) \times (J \times Q)$ 的適當的矩陣時，膜厚的至 P 段時刻之後為止的預測值 $Y_P(k, P)$ 如下式（17）那樣表示。

$$Y_P(k, P) = Y_0(k, P) - \Psi \Delta U_Q \quad \dots (17)$$

這裡，為了抑制經過充分時間後的操作量(壓力)的變化，而在 $1 \leq Q \leq P$ 的條件下，假定了下式(18)。

$$\Delta u(k+Q) = \Delta u(k+Q+1) = \dots = \Delta u(k+P-1) = 0 \quad \dots (18)$$

如果 $Q=P$ ，則式(18)被解釋為 $\Delta u(k+Q) = 0$ 。

【0084】 在做完以上準備之後，定義模型預測控制的參照軌道。如圖9所示， $y_{s0}(k)$ 表示各時刻 k 時的目標的膜厚， β 表示規定的一階滯後的時間常數。模型預測控制的參照軌道 $Y_R(k, P)$ 如下那樣定義。

$$Y_R(k, P) = [y_R(k, 1)^T, y_R(k, 2)^T, \dots, y_R(k, P)^T]^T \quad \dots (19)$$

$$y_R(k, p) = y_s(k+p) + \exp(-p\Delta t/\beta) [y(k) - y_s(k)] \quad \dots (20)$$

$$y_s(k+p) = [y_{s0}(k+p), y_{s0}(k+p), \dots, y_{s0}(k+p)]^T \quad \dots (21)$$

這裡，式(21)是長度 I 的列向量。

【0085】 抑制操作量(壓力)的變化，同時使控制量(膜厚)沿參照軌道逐漸接近目標軌道用的評價函數 J 可如下那樣定義。

$$\begin{aligned} J &= \|Y_R(k, P) - Y_P(k, P)\|^2_{\Gamma\Gamma} + \|\Delta U_Q\|^2_{\Lambda\Lambda} \\ &= \|Y_R(k, P) - Y_0(k, P) + \Psi\Delta U_Q\|^2_{\Gamma\Gamma} + \|\Delta U_Q\|^2_{\Lambda\Lambda} \quad \dots (22) \end{aligned}$$

$$\text{但是，}\|X\|^2_A = X^T A X \quad \dots (23)$$

【數學式2】

$$\Gamma^T \Gamma = \begin{pmatrix} \gamma_1^T \gamma_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \gamma_2^T \gamma_2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \gamma_3^T \gamma_3 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \gamma_P^T \gamma_P \end{pmatrix} \quad \dots(24)$$

$$\Lambda^T \Lambda = \begin{pmatrix} \lambda_1^T \lambda_1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2^T \lambda_2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3^T \lambda_3 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \lambda_Q^T \lambda_Q \end{pmatrix} \quad \dots(25)$$

式(24)的 γ_p ($p=1, \dots, P$)是 $I \times I$ 的對角矩陣，表示從時刻($k+p$)時的預測值的參照軌道算起的偏差的加權，式(25)的 γ_q ($q=1, \dots, Q$)是 $J \times J$ 的對角矩陣，表示時刻($k+q-1$)時的操作量變化的加權。

【0086】 對於操作量(壓力)，通常設有上下限值、每次的變化量的上下限，或相鄰的壓力室之間的壓力差的上限等制約條件。此時，將式(13)的 J 的數值設成最小的操作量 ΔU_Q 可由最適化法的一種即二次規劃法來求得。這樣的話，在各控制週期，由於各壓力室及周邊部的壓力的操作量同時被決定為最適值，因此，可期待實現更高精度的控制。

【0087】 另外，在式(10)及其以後的記載中， $y(k)$ 只要相對地表示膜厚的大小即可，也可不一定是絕對值。例如，可用研磨樣品晶圓時的至研磨結束為止的剩餘時間來相對地表示膜厚。在這種情況下，矩陣 A 和向量 B 被適當地無矛盾地變換。

【0088】 在以上說明的具體例子中，可糾正與一個壓力室(邊緣室8)對應的區域(區域A8)內的研磨速率的不均衡並提高平坦度。即，在用分為多個壓力室的彈性膜而將半導體晶圓 W 分為各區域地按壓到研磨墊的情

況下，當在區域內，殘膜外形具有不可忽視的不均勻時，則有時僅由來自該區域的壓力室的壓力不能消除這不均勻，這種傾向在半導體晶圓W的邊緣區域中尤其明顯。

【0089】 此時，不僅控制各壓力室的壓力，而且也通過控制擋護環壓力等周邊部的參數來控制該區域的殘存外形，但這種想法未考慮到研磨中的實時控制功能。與此相對，在上述的實施方式中，在實施實時控制的參數中，加入了影響邊緣區域的研磨速率和殘膜外形的擋護環壓力等周邊部的參數，由此解決了對於邊緣區域的外形控制的上述問題。這種實施方式的外形控制，對於難以控制膜厚外形的邊緣部尤其有效。如上所述，採用本發明的實施方式的研磨裝置，可高精度地對作為研磨對象物的半導體晶圓高精度地研磨，連其最外周部也可進行高精度地研磨。

【0090】 另外，在上述的實施方式中，為了將作為邊緣區域的區域A8予以平坦化，而控制邊緣室8的壓力AP₈，並控制作為其周邊部的處於外側的擋護環3的擋護環壓力RRP，但是，也可進一步，或者也可取而代之，控制作為邊緣室8的周邊部的處於其內側的外部室7的壓力AP₇。

【0091】 另外，在上述實施方式中，對將邊緣區域即區域A8予以平坦化的例子進行了說明，但在控制其他區域的膜厚外形時，也可與上述相同地適用本發明。例如，為了將外部室7予以平坦化，也可控制外部室7的壓力AP₇，並控制作為其周邊部的處於外側的邊緣室8的壓力AP₈。

【0092】 另外，在上述實施方式中，為了將某個區域予以平坦化，而控制與該區域對應的壓力室的壓力，並控制處於其周邊的壓力室的壓力，但是，也可進一步，或者也可取而代之，控制處於周邊的其他部件的參數。

成為控制對象的區域的周邊部，例如也可是通過調整彈性膜4整體的高度（膜片高度）而對彈性膜4的變形進行控制或對彈性膜4的變形所產生的半導體晶圓基板W的被研磨面的壓力進行控制的機構。

【0093】 另外，在上述的實施方式中，雖然用閉合回路控制裝置502來算出各壓力室的壓力參數，但是，也可用研磨控制裝置501來算出。在該情況，從殘膜外形計算壓力參數用的常數等，也可從閉合回路控制裝置502交接到研磨控制裝置501。

【0094】 另外，在上述的實施方式中，雖然將由彈性膜構成的壓力室作為對半導體晶圓的被研磨面的背面進行按壓的按壓部，但是，本發明的按壓部不限於此，也可是對按壓半導體晶圓的背面的按壓力進行控制的其它構造（例如彈簧）。

<產業上的實用性>

【0095】 本發明具有可高精度地對研磨對象物進行研磨的效果，作為對半導體晶圓等研磨對象物進行研磨獲得所需膜厚外形的研磨裝置等是有用的。

【符號說明】

【0096】

- 1 頂環（基板保持裝置）
- 2 頂環主體
- 3 擋護環
- 4 彈性膜（膜片）
- 4a 分隔壁

5	中央室	
6	波紋室	
7	外部室	
8	邊緣室	
9	擋護環壓力室	
11、12、13、14、15	流路	
21、22、23、24、26	流路	
25	轉動式接頭	
31	真空源	
32	彈性膜（膜片）	
33	圓柱筒體	
35	氣水分離槽	
V1-1~ V1-3、V2-1~V2-3、V3-1~V3-3、V4-1~V4-3、V5-1~V5-3	閥	
R1、R2、R3、R4、R5	壓力調節器	
P1、P2、P3、P4、P5	壓力傳感器	
F1、F2、F3、F4、F5	流量傳感器	
40	膜厚測定部	
41	頂環凸緣	
42	受光部	
43	分光器	
44	光源	
45	光學頭（光學式膜厚測定頭）	

- 46 處理部
- 51 通孔
- 52 轉動式接頭
- 53 液體供給路
- 54 液體排出路
- 55 液體供給源
- 60 研磨液供給噴嘴
- 100 研磨台
- 101 研磨墊
- 101a 研磨面
- 102 孔
- 110 頂環頭
- 111 頂環旋轉軸
- 112 旋轉筒
- 113 確動帶輪
- 114 頂環用旋轉電動機
- 115 確動皮帶
- 116 確動帶輪
- 117 頂環頭旋轉軸
- 124 上下移動機構
- 126 軸承
- 128 橋架

- 129 支承台
- 130 支柱
- 131 真空源
- 132 滾珠螺桿
- 132a 螺紋軸
- 132b 螺母
- 138 AC 伺服電動機
- 500 控制部
- 501 研磨控制裝置
- 502 閉合回路控制裝置

申請專利範圍

1.一種研磨裝置，使研磨對象物的被研磨面與研磨部件相對滑動而對所述被研磨面進行研磨，該研磨裝置的特徵在於，具有：

按壓部，該按壓部通過按壓所述研磨對象物的所述被研磨面的背面，從而將所述被研磨面按壓到所述研磨部件；

膜厚測定部，該膜厚測定部在所述研磨對象物的研磨中推斷所述研磨對象物的所述被研磨面的殘膜外形；以及

控制部，該控制部在所述研磨對象物的研磨中，根據所述膜厚測定部的測定結果而控制所述按壓部對所述被研磨面的背面的按壓，

所述控制部控制所述研磨對象物的研磨中的由所述按壓部產生的按壓，並且所述控制部在研磨中對所述按壓部的周邊部進行控制，所述按壓部的周邊部對所述被研磨面的對於所述研磨部件的按壓產生影響，

所述控制部至少使用背面被所述按壓部直接按壓的所述被研磨面的研磨速率與所述按壓部的壓力，而在研磨中計算所述周邊部的按壓。

2.如申請專利範圍第1項所述的研磨裝置，其中所述周邊部是擋護部件，該擋護部件在所述按壓部的近旁對所述研磨部件進行按壓，

所述控制部控制所述按壓部對所述被研磨面的背面的按壓，並且所述控制部控制所述擋護部件對所述研磨部件的按壓。

3.如申請專利範圍第2項所述的研磨裝置，其中，

所述按壓部對所述研磨對象物的所述被研磨面的背面的邊緣區域進行按壓，所述擋護部件是圍住所述研磨對象物的部件。

4.如申請專利範圍第1項所述的研磨裝置，其中，

具有對所述研磨對象物的所述被研磨面的背面局部地進行按壓的多個所述按壓部，所述周邊部是相鄰的其他的所述按壓部。

5.如申請專利範圍第1項所述的研磨裝置，其中，

所述周邊部是控制由所述按壓部的彈性體的變形所產生的所述被研磨面的壓力的機構。

6.如申請專利範圍第1項所述的研磨裝置，其中，

所述周邊部是控制所述按壓部的彈性體的變形的機構。

7.如申請專利範圍第2項所述的研磨裝置，其中，

所述控制部對所述周邊部的按壓進行控制，以使所述被研磨面的膜厚外形在所述被研磨面的整個面成為均勻的形狀或成為所需的形狀。

8.如申請專利範圍第2項所述的研磨裝置，其中，

所述控制部對所述周邊部的按壓進行控制，以使所述被研磨面的膜厚外形在背面被所述按壓部直接按壓的所述被研磨面的區域內成為均勻的形狀或成為所需的形狀。

9.如申請專利範圍第1項所述的研磨裝置，其中，

對於所述周邊部的控制設定有控制界限值，所述控制部在所述控制界限值的範圍內對所述周邊部進行控制。

10.如申請專利範圍第1項所述的研磨裝置，其中，

所述按壓部由圓形的壓力室及包圍該圓形的壓力室周圍的多個圓環狀的壓力室形成。

11.如申請專利範圍第1項所述的研磨裝置，其中，

所述膜厚測定部為光學式膜厚傳感器。

12.如申請專利範圍第1項所述的研磨裝置，其中，

所述膜厚測定部為渦電流式膜厚傳感器。

13.如申請專利範圍第1項所述的研磨裝置，其中所述控制部使用背面被所述按壓部直接按壓的所述被研磨面的研磨速率與所述按壓部及所述周邊部的關係式（1），而在研磨中計算所述周邊部的按壓，

$$MRR_i(t) = \sum_{j=1}^J a_{ij} AP_j(t) + b_i \quad \cdots (1)$$

$$i=1, 2, \dots, I,$$

其中 $MRR_i(t)$ 表示以中心為1而遞升地標上編號的基板面同心圓狀的區域 i 中的研磨速率， AP_j 表示以中心為1遞升地標上編號的前述按壓部及前述周邊部的壓力， a_{ij} 是表示相對於各壓力各區域的研磨速率的關係之比例常數， b_i 是有關區域 i 的研磨速率的偏移量。

14.一種研磨方法，使研磨對象物的被研磨面與研磨部件相對滑動而對所述被研磨面進行研磨，該研磨方法的特徵在於，包含如下步驟：

按壓步驟，該按壓步驟通過用按壓部按壓所述研磨對象物的所述被研磨面的背面，從而將所述被研磨面按壓到所述研磨部件；

膜厚測定步驟，該膜厚測定步驟在所述研磨對象物的研磨中推斷所述研磨對象物的所述被研磨面的殘膜外形；以及

控制步驟，該控制步驟在所述研磨對象物的研磨中，根據所述膜厚測定步驟的測定結果而控制所述按壓部對所述被研磨面的背面的按壓，

所述控制步驟控制所述按壓部對所述被研磨面的背面的按壓，並且

所述控制步驟在研磨中對所述按壓部的周邊部進行控制，所述按壓部的周邊部對所述被研磨面的對於所述研磨部件的按壓產生影響，

至少使用背面被所述按壓部直接按壓的所述被研磨面的研磨速率與所述按壓部的壓力，而在研磨中計算所述周邊部的按壓。

15.如申請專利範圍第14項所述的研磨方法，其中，

在閉合回路控制中同時決定對所述被研磨面的背面的按壓和所述周邊部的按壓。

16.如申請專利範圍第14項所述的研磨方法，進一步包含以下步驟：

以一定的週期重複所述膜厚測定步驟及所述控制步驟，直至所述推斷的殘膜外形成為目標膜厚外形。

17.如申請專利範圍第14項所述的研磨方法，其中，

所述周邊部是擋護部件，該擋護部件在所述按壓部的近旁對所述研磨部件進行按壓，

所述控制步驟控制所述按壓部對所述被研磨面的背面的按壓，並且所述控制步驟控制所述擋護部件對所述研磨部件的按壓。

18.如申請專利範圍第14項所述的研磨方法，其中，

所述按壓步驟係由多個所述按壓部對所述研磨對象物的所述被研磨面的背面局部地進行按壓，

所述周邊部是相鄰的其他的所述按壓部。

19.如申請專利範圍第17項所述的研磨方法，其中，

所述控制步驟對所述周邊部的按壓進行控制，以使所述被研磨面的膜厚外形在所述被研磨面的整個面成為均勻的形狀或成為所需的形狀。

20.如申請專利範圍第14項所述的研磨方法，其中使用背面被所述按壓部直接按壓的所述被研磨面的研磨速率與所述按壓部及所述周邊部的關係式(2)，而在研磨中計算所述周邊部的按壓，

$$\text{MRR}_i(t) = \sum_{j=1}^J a_{ij} \text{AP}_j(t) + b_i \quad \cdots (2)$$

$$i=1, 2, \dots, I,$$

其中 $\text{MRR}_i(t)$ 表示以中心為1而遞升地標上編號的基板面同心圓狀的區域 i 中的研磨速率， AP_j 表示以中心為1遞升地標上編號的前述按壓部及前述周邊部的壓力， a_{ij} 是表示相對於各壓力各區域的研磨速率的關係之比例常數， b_i 是有關區域 i 的研磨速率的偏移量。

圖式

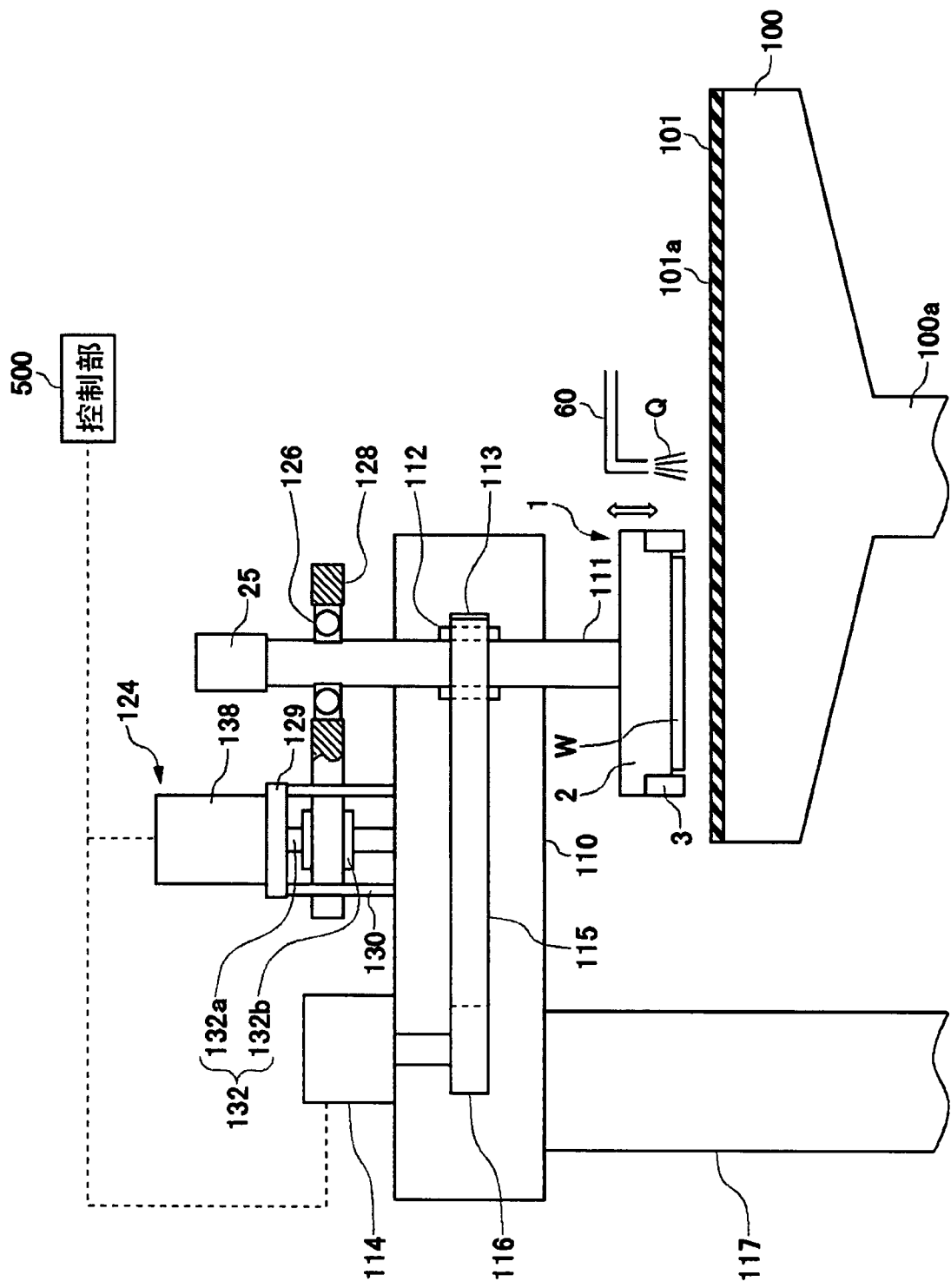


圖 1

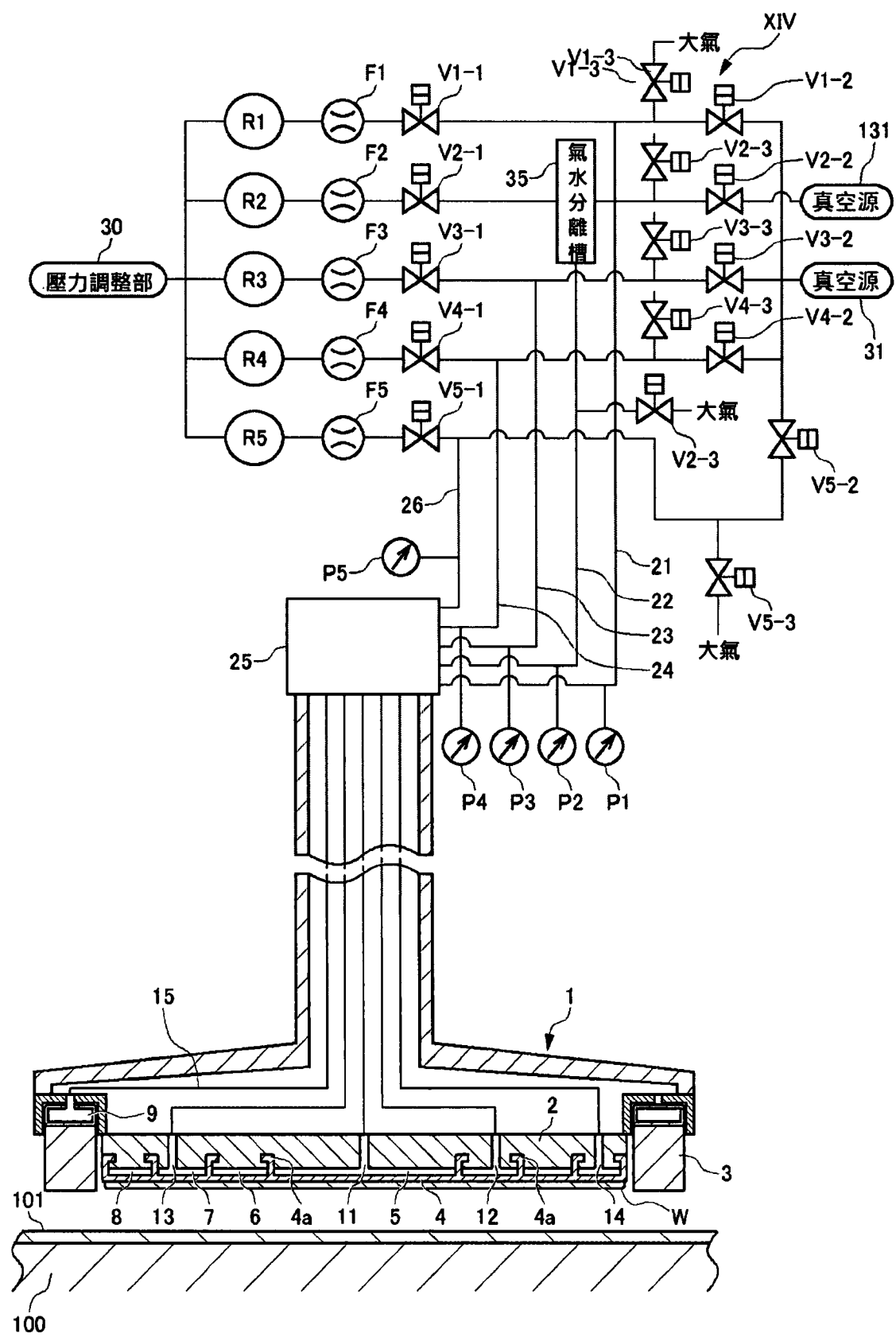


圖 2

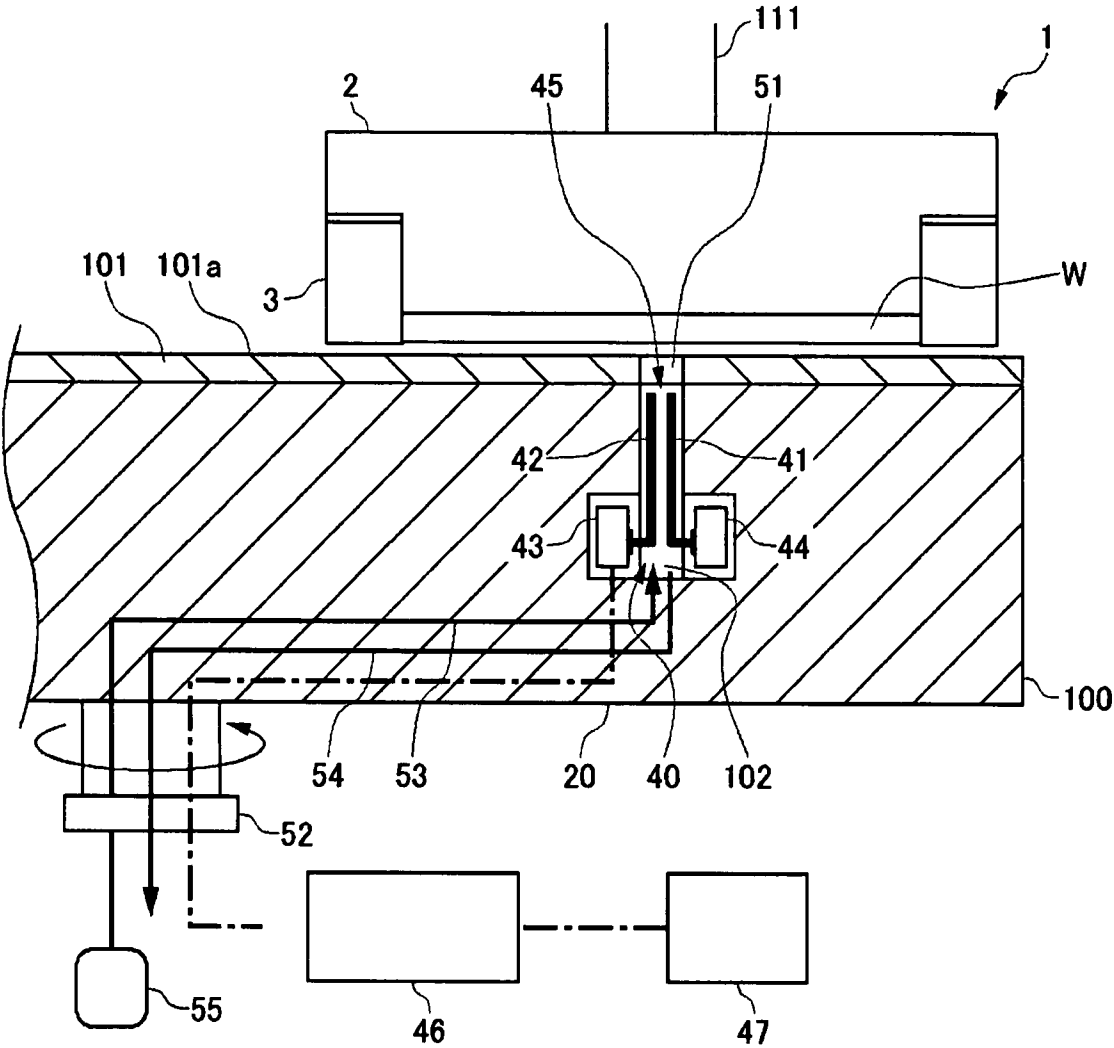


圖 3

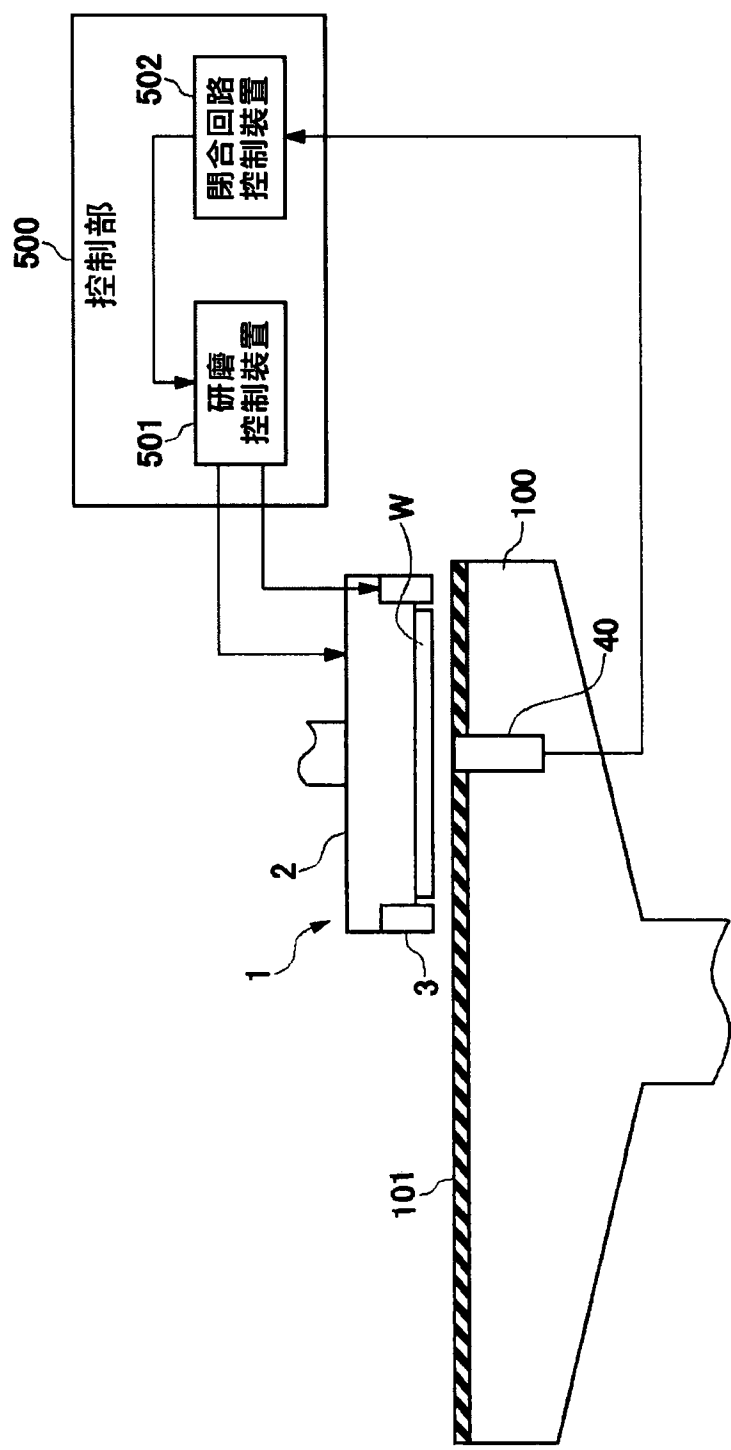


圖 4

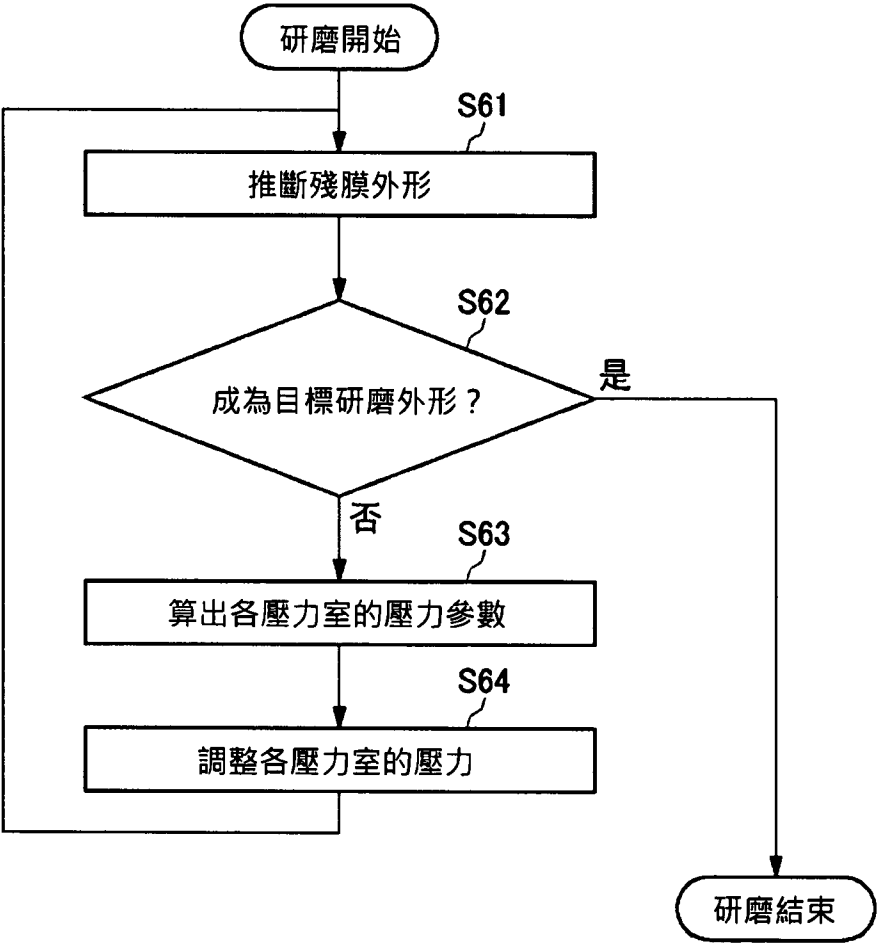


圖 5

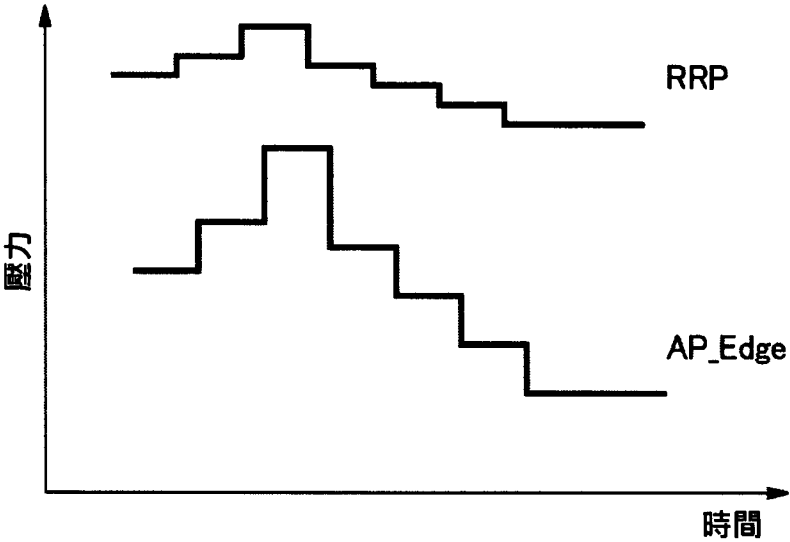


圖 6

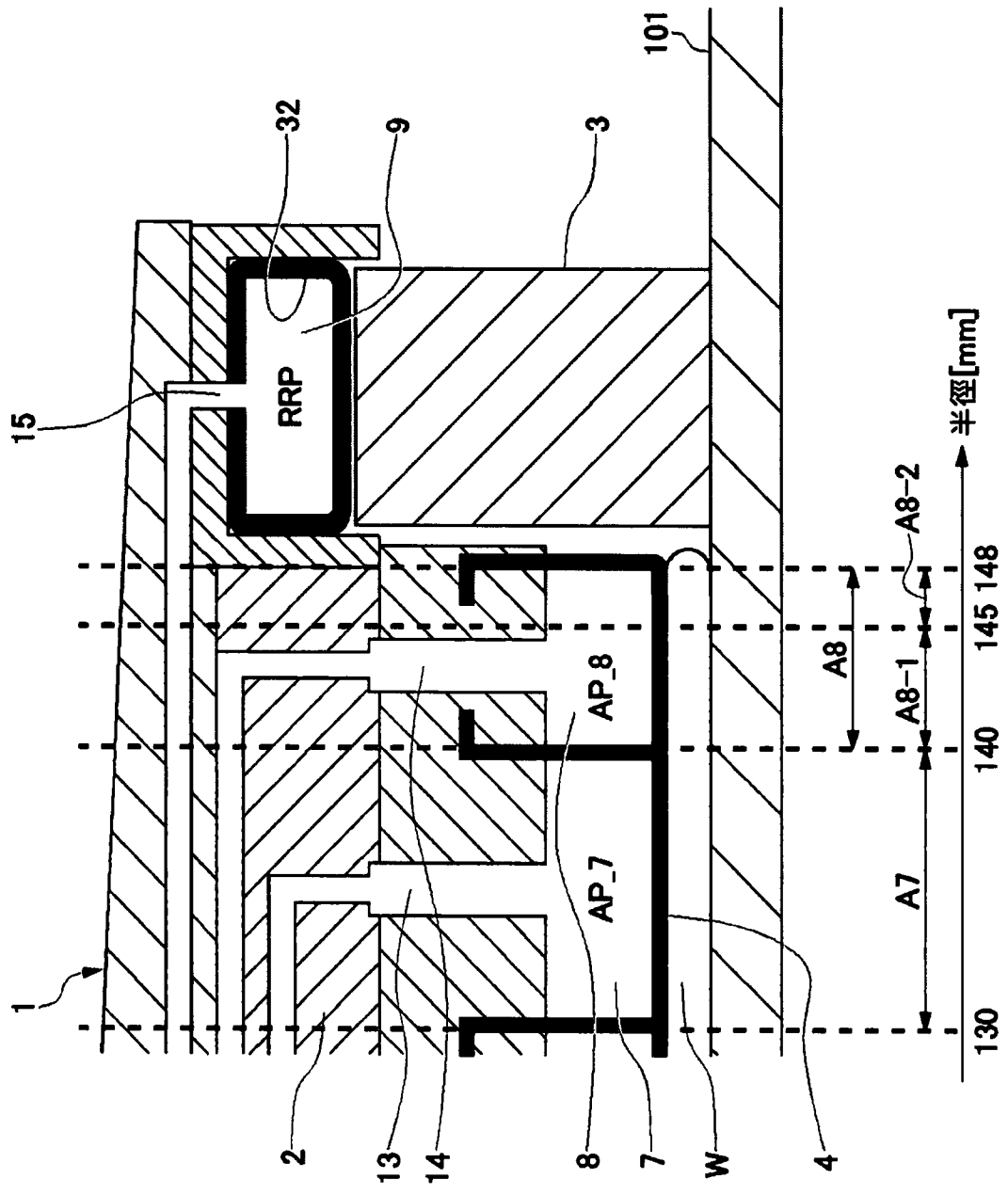


圖 7

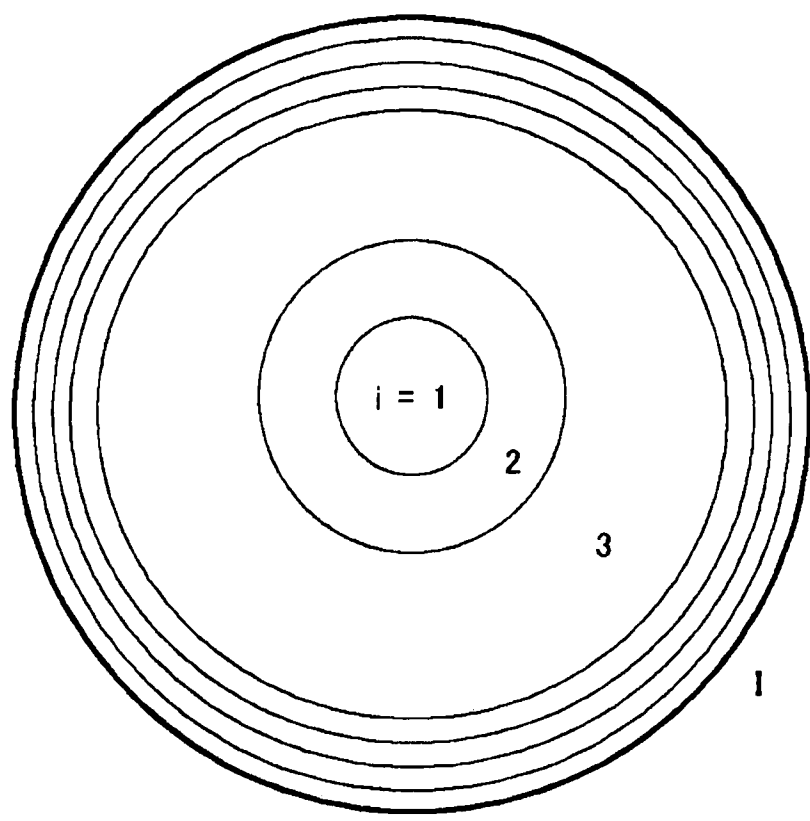


圖 8

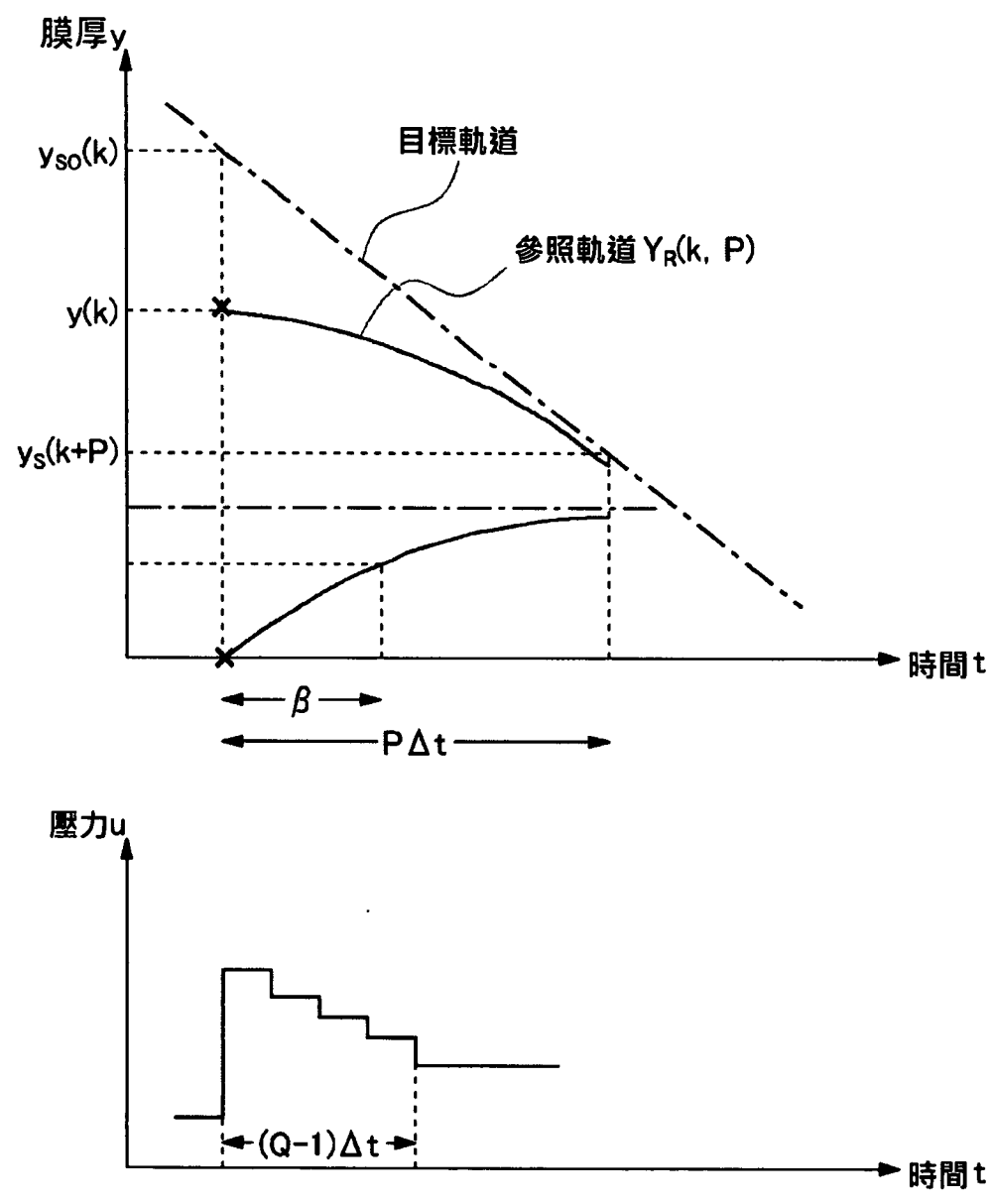


圖 9