



(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 I748097 B

(45)公告日：中華民國 110 (2021) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：107115842

(22)申請日：中華民國 107 (2018) 年 05 月 10 日

(51)Int. Cl. : **B24B37/005 (2012.01)****B24B37/07 (2012.01)****B24B37/11 (2012.01)**

(30)優先權：2017/07/05 日本

2017-131968

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

日本

(72)發明人：廣尾康正 HIROO, YASUMASA (JP)；八木圭太 YAGI, KEITA (JP)

(74)代理人：陳傳岳；郭雨嵐；鍾文岳

(56)參考文獻：

TW I572447

JP 2014-161944A

US 9108292B2

US 9156122B2

US 9156130B2

US 2014/0287653B2

審查人員：莊文源

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 33 頁

(54)名稱

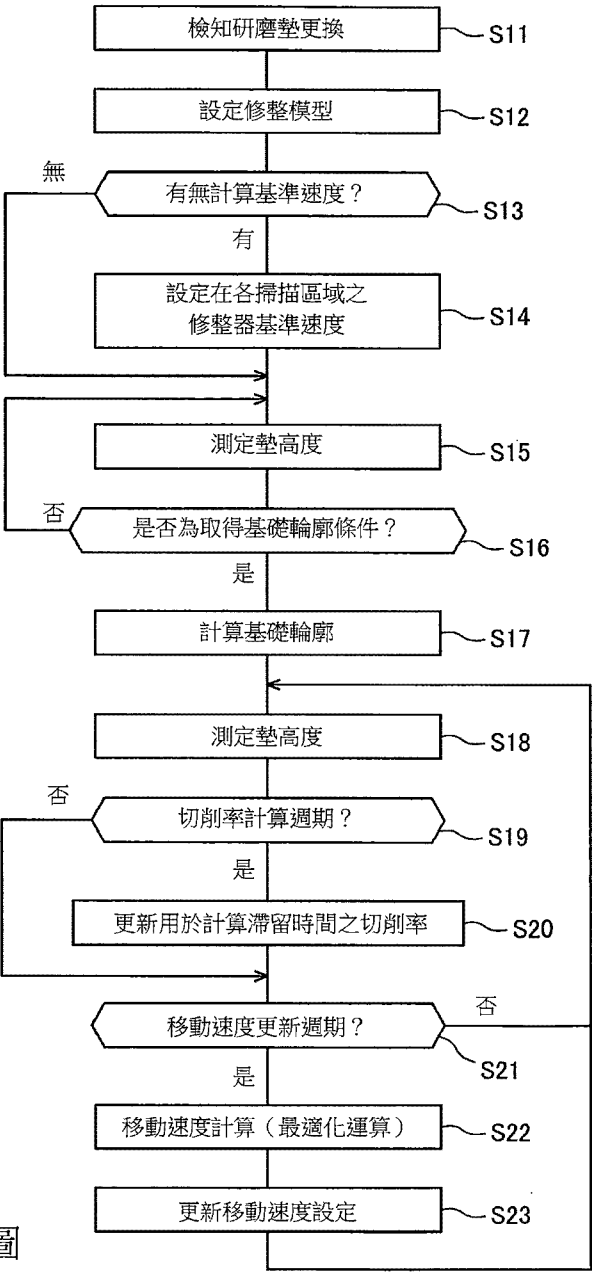
基板研磨裝置及方法

(57)摘要

本發明具備：修整器，係藉由在研磨構件上搖動來修整該研磨構件之修整器，且係可在沿著搖動方向而設定於研磨構件上之複數個掃描區域中調整搖動速度；高度檢測部，其在沿著修整器之搖動方向預設於研磨構件上之複數個監視區域中測定研磨構件之表面高度；修整模型行列製作部，其製作從複數個監視區域、掃描區域及修整模型定義之修整模型行列；評估指標製作部，其使用修整模型與各掃描區域中之搖動速度或滯留時間計算高度輪廓預測值，並依據研磨構件之高度輪廓與目標值的差分設定評估指標；及移動速度算出部，其依據該評估指標設計修整器在各掃描區域之搖動速度。

指定代表圖：

符號簡單說明：
S11~S23:步驟



第八圖

I748097

【發明摘要】

【中文發明名稱】 基板研磨裝置及方法

【中文】

本發明具備：修整器，係藉由在研磨構件上搖動來修整該研磨構件之修整器，且係可在沿著搖動方向而設定於研磨構件上之複數個掃描區域中調整搖動速度；高度檢測部，其在沿著修整器之搖動方向預設於研磨構件上之複數個監視區域中測定研磨構件之表面高度；修整模型行列製作部，其製作從複數個監視區域、掃描區域及修整模型定義之修整模型行列；評估指標製作部，其使用修整模型與各掃描區域中之搖動速度或滯留時間計算高度輪廓預測值，並依據研磨構件之高度輪廓與目標值的差分設定評估指標；及移動速度算出部，其依據該評估指標設計修整器在各掃描區域之搖動速度。

【指定代表圖】 第八圖

【代表圖之符號簡單說明】

S11~S23 步驟

【發明說明書】

【中文發明名稱】 基板研磨裝置及方法

[相關申請案之交叉參照]

【0001】 本申請案主張2017年7月5日提出申請之日本專利申請案JP 2017-131968號的優先權，其全部內容以參照之方式納入本案。

【技術領域】

【0002】 本發明係關於一種研磨晶圓等基板的研磨構件之輪廓調整方法及研磨裝置者。

【先前技術】

【0003】 隨著半導體元件進行高積體化，電路配線不斷微細化，積體之元件的尺寸也更加微細化。因此，需要研磨表面例如形成有金屬等膜之晶圓，而將晶圓表面平坦化之工序。該平坦化之一種方法為藉由化學機械研磨（CMP）裝置進行研磨。化學機械研磨裝置具有：研磨構件（研磨布、研磨墊等）、及保持晶圓等之研磨對象物的保持部（上方環形轉盤、研磨頭、夾盤等）。而後，將研磨對象物之表面（被研磨面）抵住研磨構件表面，並對研磨構件與研磨對象物之間供給研磨液（磨削液、藥液、漿液(slurry)、純水等），並藉由使研磨構件與研磨對象物相對運動，可將研磨對象物之表面研磨平坦。

【0004】 用於此種化學機械研磨裝置之研磨構件的材料，通常使用發泡樹脂或不織布。研磨構件表面形成有微細之凹凸，該微細之凹凸發揮屑穴（Chip

Pocket) 作用可有效防止堵塞及降低研磨阻力。但是，研磨構件若繼續研磨研磨對象物，則研磨構件表面的微細凹凸會被壓扁，造成研磨率降低。因而，係以電沈積鑽石粒子等許多研磨粒而成之修整器進行研磨構件表面之修整（磨銳），而在研磨構件表面再度形成微細之凹凸。

【0005】 研磨構件之修整方法，例如為使旋轉之修整器移動（圓弧狀或直線狀往返運動、搖動），同時使修整面按壓於旋轉之研磨構件進行修整。修整研磨構件時，研磨構件表面被微量削除。因此，若修整進行不適當，會在研磨構件表面產生不適切的起伏，而發生在被研磨面內產生研磨率不平均的問題。因為研磨率不平均會造成研磨不良，所以為了避免在研磨構件表面產生不適切的起伏，需要適切進行修整。亦即，須以研磨構件之適切旋轉速度、修整器之適切旋轉速度、適切之修整負載、修整器之適切移動速度等適切的修整條件進行修整，以避免研磨率不平均。

【0006】 此外，日本特開2014-161944號公報中記載之研磨裝置係沿著修整器之搖動方向設定複數個搖動區間，並且計算從各搖動區間之研磨構件表面高度的測定值獲得之現在輪廓與目標輪廓的差分，修正修整器在各搖動區間之移動速度以消除該差分。

【發明內容】

（發明所欲解決之問題）

【0007】 但是，即使藉由上述專利文獻記載之修正方法，例如與目標輪廓之差分大時，修整器在各搖動區間之移動速度的變動量變大，修整器移動速度不穩定，結果無法獲得希望之研磨構件的輪廓。

【0008】 本發明係為了解決此種過去之問題者，目的為提供一種可實現研磨構件之目標輪廓的研磨構件之輪廓調整方法。此外，本發明之目的為提供一種可執行此種研磨構件之輪廓調整方法的研磨裝置。

（解決問題之手段）

【0009】 為了達成上述目的，本發明之研磨裝置的特徵為具備：修整器，其係可在沿著搖動方向而設定於研磨構件上之複數個掃描區域調整搖動速度；高度檢測部，其係在沿著該修整器之搖動方向預設於研磨構件上之複數個監視區域中測定研磨構件的表面高度；修整模型行列製作部，其係製作從複數個監視區域、掃描區域及修整模型定義之修整模型行列；評估指標製作部，其係使用修整模型與各掃描區域中之搖動速度或滯留時間計算高度輪廓預測值，並依據研磨構件之高度輪廓與目標值的差分設定評估指標；及移動速度算出部，其係依據該評估指標設計修整器在各掃描區域之搖動速度。

【0010】 上述研磨裝置中，評估指標製作部宜依據掃描區域之移動速度與移動速度基準值的差分設定評估指標。此外，評估指標製作部宜依據鄰接之掃描區域的移動速度的差分，或是鄰接之前述掃描區域的移動速度的基準值之差分來設定評估指標。再者，評估指標製作部宜就研磨構件之高度輪廓與目標值的差分、移動速度與基準值之差分、及鄰接之掃描區域的移動速度差分設定加權係數。

【0011】 此外，宜進一步具備切削率算出部，其係算出前述研磨構件在複數個監視區域之切削率。進一步宜具備記憶部，其係從表面高度之測定值記憶研磨構件的切削率，而構成依據該記憶之切削率估計研磨構件的高度輪廓。

【0012】修整器之搖動速度的算出條件宜對修整器在各掃描區域滯留之時間的合計時間、以及修整器之搖動速度的上限值及下限值有所限制，修整器之搖動速度的算出條件亦可為僅對該合計時間有所限制，修整器之搖動速度的算出條件亦可為僅對修整器之搖動速度的該上限值及該下限值有所限制。此外，為了算出修整器之搖動速度，亦可實施評估指標為最小之最適化計算，該最適化計算宜為二次規劃法。

【0013】本發明一種樣態係使修整器在使用於基板之研磨裝置的研磨構件上搖動，來修整該研磨構件之方法，修整器可在沿著搖動方向而設定於前述研磨構件上的複數個掃描區域調整搖動速度，該方法具備以下步驟：在沿著修整器之搖動方向預設於研磨構件上的複數個監視區域中測定研磨構件之表面高度；製作從監視區域、掃描區域及修整模型定義之修整模型行列；使用修整模型與各掃描區域中之搖動速度或滯留時間計算高度輪廓預測值；依據研磨構件之高度輪廓與目標值的差分設定評估指標；及依據該評估指標設定修整器在各掃描區域之搖動速度。

【圖式簡單說明】

【0014】

第一圖係顯示研磨晶圓等基板之研磨裝置的示意圖。

第二圖係以示意性顯示修整器及研磨墊之俯視圖。

第三圖係顯示設定於研磨墊上之掃描區域的一例圖。

第四圖係顯示研磨墊之掃描區域與監視區域的關係之說明圖。

第五圖係顯示修整器監視裝置之構成的一例方塊圖。

第六圖係顯示各掃描區域中之研磨墊高度的輪廓變化之一例說明圖。

第七圖係顯示各掃描區域中之修整器移動速度與基準值之一例說明圖。

第八圖係顯示修整器之移動速度的調整程序之一例的流程圖。

第九圖係顯示研磨墊高度之估計方法之一例說明圖。

【實施方式】

【0015】 參照圖式說明本發明一種實施形態。第一圖係顯示研磨晶圓等基板之研磨裝置的示意圖。研磨裝置設於可進行研磨、清洗、乾燥研磨裝置之一連串工序的基板處理裝置。

【0016】 如第一圖所示，研磨裝置具備：用於研磨晶圓W之研磨單元10；保持研磨墊（研磨構件）11之研磨台12；對研磨墊11上供給研磨液之研磨液供給噴嘴13；及磨銳（conditioning）（修整）使用於研磨晶圓W之研磨墊11的修整單元14。研磨單元10及修整單元14設置於底座15上。

【0017】 研磨單元10具備連結於上方環形轉盤軸桿(top ring shaft)21之下端的上方環形轉盤（基板保持部）20。上方環形轉盤20構成在其下面藉由真空吸附而保持晶圓W。上方環形轉盤軸桿21藉由無圖示之馬達的驅動而旋轉，上方環形轉盤20及晶圓W藉由該上方環形轉盤軸桿21之旋轉而旋轉。上方環形轉盤軸桿21藉由無圖示之上下運動機構（例如，由伺服馬達及滾珠螺桿等構成之上下運動機構）可對研磨墊11上下運動。

【0018】 研磨台12連結於配置在其下方之馬達22。研磨台12藉由馬達22而在其軸心周圍旋轉，在研磨台12上面貼合有研磨墊11，研磨墊11之上面構成研磨晶圓W之研磨面11a。

【0019】晶圓W之研磨進行如下。分別使上方環形轉盤20及研磨台12旋轉，並對研磨墊11上供給研磨液。在該狀態下使保持了晶圓W之上方環形轉盤20下降，進一步藉由設置於上方環形轉盤20內之氣囊構成的加壓機構（無圖示）將晶圓W按壓於研磨墊11的研磨面11a。晶圓W與研磨墊11在研磨液存在下彼此滑動接觸，藉此研磨晶圓W表面使其平坦化。

【0020】修整單元14具備：接觸於研磨墊11之研磨面11a的修整器23；連結於修整器23之修整器軸24；設於修整器軸24上端之空氣汽缸25；及旋轉自如地支撐修整器軸24之修整器支臂26。在修整器23下面固定有鑽石粒子等研磨粒。修整器23之下面構成修整研磨墊11的修整面。

【0021】修整器軸24及修整器23可對修整器支臂26上下運動。空氣汽缸25係將對研磨墊11之修整負載賦予修整器23的裝置。修整負載可藉由供給至空氣汽缸25之空氣壓作調整。

【0022】修整器支臂26被馬達30驅動，而構成以支軸31為中心搖動。修整器軸24藉由設置於修整器支臂26內之無圖示的馬達旋轉，修整器23藉由該修整器軸24之旋轉而在其軸心周圍旋轉。空氣汽缸25經由修整器軸24以指定之負載將修整器23按壓於研磨墊11的研磨面11a。

【0023】研磨墊11之研磨面11a的磨銳進行如下。藉由馬達22使研磨台12及研磨墊11旋轉，並從無圖示之修整液供給噴嘴供給修整液（例如，純水）至研磨墊11的研磨面11a。進一步使修整器23在其軸心周圍旋轉。修整器23藉由空氣汽缸25而按壓於研磨面11a，使修整器23之下面（修整面）滑動接觸於研磨面11a。在該狀態下，使修整器支臂26迴旋，而使研磨墊11上之修整器23在研磨墊11的概

略半徑方向搖動。研磨墊11藉由旋轉之修整器23削除，藉此進行研磨面11a之磨銳。

【0024】 在修整器支臂26上固定有測定研磨面11a之高度的墊高度感測器（表面高度測定機）32。此外，在修整器軸24上與墊高度感測器32相對地固定有感測器標的(sensor target)33。感測器標的33與修整器軸24及修整器23一體上下運動，另外，固定墊高度感測器32在上下方向之位置。墊高度感測器32係位移感測器，且藉由測定感測器標的33之位移，可間接測定研磨面11a的高度（研磨墊11之厚度）。由於感測器標的33連結於修整器23，因此墊高度感測器32可在研磨墊11磨銳中測定研磨面11a的高度。

【0025】 墊高度感測器32對研磨面11a之高度測定，係在研磨墊之半徑方向所區分的複數個指定區域（監視區域）進行。墊高度感測器32從接觸於研磨面11a之修整器23的上下方向位置間接測定研磨面11a。因此，在修整器23之下面（修整面）接觸的區域（某個監視區域）藉由墊高度感測器32測定研磨面11a之平均高度，並藉由在複數個監視區域測定研磨墊之高度，可獲得研磨墊之輪廓（研磨面11a的剖面形狀）。墊高度感測器32可使用線性標度尺式感測器、雷射式感測器、超音波感測器、或渦電流式感測器等所有型式的感測器。

【0026】 墊高度感測器32連接於修整監視裝置35，可將墊高度感測器32之輸出信號（亦即，研磨面11a之高度的測定值）傳送至修整監視裝置35。修整監視裝置35具備從研磨面11a之高度測定值取得研磨墊11的輪廓，進一步判定是否正確進行研磨墊11之磨銳的功能。

【0027】 研磨裝置具備：測定研磨台12及研磨墊11之旋轉角度的台旋轉編碼器36；及測定修整器23之迴旋角度的修整器旋轉編碼器37。此等台旋轉編碼器

36及修整器旋轉編碼器37係測定角度之絕對值的絕對值編碼器。此等旋轉編碼器36, 37連接於修整監視裝置35，修整監視裝置35在墊高度感測器32測定研磨面11a之高度時，可取得研磨台12及研磨墊11之旋轉角度，進一步取得修整器23之迴旋角度。

【0028】修整器23經由萬向接頭17而連結於修整器軸24。修整器軸24連結於無圖示之馬達。修整器軸24旋轉自如地支撐於修整器支臂26，修整器23藉由該修整器支臂26接觸於研磨墊11，並且如第二圖所示，可在研磨墊11之半徑方向搖動。萬向接頭17構成容許修整器23傾斜移動，且將修整器軸24之旋轉傳達至修整器23。並藉由修整器23、萬向接頭17、修整器軸24、修整器支臂26、及無圖示之旋轉機構等而構成修整單元14。該修整單元14中電性連接有算出修整器23之滑動距離及滑動速度的修整監視裝置35。該修整監視裝置35可使用專用或通用之電腦。

【0029】在修整器23之下面固定有鑽石粒子等研磨粒。固定有該研磨粒之部分構成修整研磨墊11之研磨面的修整面。修整面之樣態可適用圓形修整面（修整器23整個下面固定了研磨粒之修整面）、環狀修整面（在修整器23之下的周緣部固定了研磨粒之修整面）、或是複數個圓形之修整面（在概略等間隔地排列於修整器23中心周圍之複數個小圓片表面固定了研磨粒之修整面）。另外，本實施例中之修整器23中設有圓形修整面。

【0030】修整研磨墊11時，如第一圖所示，使研磨墊11在箭頭指示方向以指定的旋轉速度旋轉，並使修整器23藉由無圖示之旋轉機構在箭頭指示方向以指定的旋轉速度旋轉。而後，在該狀態下，將修整器23之修整面（配置了研磨粒之面）以指定的修整負載按壓於研磨墊11來進行研磨墊11的修整。此外，藉由修

整器23藉由修整器支臂26在研磨墊11上搖動，可修整研磨墊11時使用之區域（研磨區域，亦即研磨晶圓等之研磨對象物的區域）。

【0031】 由於修整器23係經由萬向接頭17而連結於修整器軸24，因此，即使修整器軸24對研磨墊11表面稍微傾斜，修整器23之修整面仍可適切地抵接於研磨墊11。在研磨墊11上方配置有測定研磨墊11之表面粗糙度的墊粗糙度測定器38。該墊粗糙度測定器38可使用光學式等習知之非接觸型的表面粗糙度測定器。墊粗糙度測定器38連接於修整監視裝置35，可將研磨墊11之表面粗糙度的測定值傳送至修整監視裝置35。

【0032】 在研磨台12內配置有測定晶圓W之膜厚的膜厚感測器（膜厚測定機）39。膜厚感測器39朝向保持於上方環形轉盤20之晶圓W表面而配置。膜厚感測器39係隨著研磨台12之旋轉穿越晶圓W表面而移動，而且測定晶圓W之膜厚的膜厚測定機。膜厚感測器39可使用渦電流感測器、光學式感測器等非接觸型的感測器。膜厚之測定值傳送至修整監視裝置35。修整監視裝置35係以從膜厚之測定值生成晶圓W的膜厚輪廓（沿著晶圓W半徑方向之膜厚分布）的方式構成。

【0033】 其次，參照第二圖說明修整器23之搖動。修整器支臂26將點J作為中心順時鐘及逆時鐘迴旋指定的角度。該點J之位置相當於第一圖所示之支軸31的中心位置。而後，藉由修整器支臂26迴旋，修整器23之旋轉中心於圓弧L顯示的範圍，在研磨墊11之半徑方向搖動。

【0034】 第三圖係研磨墊11之研磨面11a的放大圖。如第三圖所示，修整器23之搖動範圍（搖動寬度L）被分割成複數個（第三圖之例係7個）掃描區域（搖動區間）S1~S7。此等掃描區域S1~S7係預設於研磨面11a上之假設區間，且沿著修整器23之搖動方向（亦即，研磨墊11之概略半徑方向）排列。修整器23穿越此

等掃描區域S1~S7而移動，同時修整研磨墊11。此等掃描區域S1~S7之長度亦可彼此相同，亦可不同。

【0035】 第四圖係顯示研磨墊11之掃描區域S1~S7與監視區域M1~M10的位置關係之說明圖，圖上橫軸表示從研磨墊11中心起之距離。本實施形態係以設定了7個掃描區域與10個監視區域之情況為例，不過此等數量可適當變更。此外，由於在從掃描區域兩端至相當於修整器23半徑之寬度的區域，其墊輪廓控制困難，因此，係在內側（從墊中心至R1~R3之區域）與外側（從墊中心至R4~R2之區域）設置排除監視寬度，不過未必需要設置排除寬度。

【0036】 各掃描區域S1~S7預設在研磨墊11上搖動時之修整器23的移動速度，並可適當調整。修整器23之移動速度分布表示修整器23在各個掃描區域S1~S7的移動速度。

【0037】 修整器23之移動速度係研磨墊11之墊高度輪廓的其中1個決定要素。研磨墊11之切削率表示每單位時間藉由修整器23削除研磨墊11之量（厚度）。使修整器等速移動時，通常因為在各掃描區域削除研磨墊11之厚度各不相同，所以各掃描區域之切削率數值亦不同。但是，因為墊輪廓通常宜維持初始形狀，所以係以每個掃描區域的切削量之差變小的方式來調整移動速度。

【0038】 此處，提高修整器23之移動速度者，表示縮短修整器23在研磨墊11上之滯留時間，亦即降低研磨墊11之切削量。另外，降低修整器23之移動速度者，表示延長修整器23在研磨墊11上之滯留時間，亦即提高研磨墊11之切削量。因此，藉由在某個掃描區域提高修整器23之移動速度，可降低在該掃描區域之切削量，藉由降低修整器23在某個掃描區域之移動速度，可提高在該掃描區域之切削量。藉此，可調節整個研磨墊之墊高度輪廓。

【0039】如第五圖所示，修整監視裝置35具備：修整模型設定部41、基礎輪廓算出部42、切削率算出部43、評估指標製作部44、移動速度算出部45、設定輸入部46、記憶體47、墊高度檢測部48，來取得研磨墊11之輪廓，並在指定的時機(timing)設定修整器23在掃描區域之最適的移動速度。

【0040】修整模型設定部41設定用於算出研磨墊11在掃描區域之研磨量的修整模型S。修整模型S係將監視區域之分割數設為m（本實施例為10），並將掃描區域之分割數設為n（本實施例為7）時m行n列的實數行列，且藉由後述各種參數來決定。

【0041】將修整器在研磨墊11上設定之各掃描區域的掃描速度設為 $V=[v_1、v_2、...、v_n]$ ，將各掃描區域之寬度設為 $W=[w_1、w_2、...、w_n]$ ，此時，修整器（之中心）在各掃描區域的滯留時間以

$$T=W/V=[w_1/v_1、w_2/v_2、...、w_n/v_n]$$

來表示。此時，將在各監視區域之墊磨損量設為 $U=[u_1、u_2、...、u_m]$ 時，藉由使用前述之修整模型S與在各掃描區域的滯留時間T，進行

$$U=ST$$

之行列運算，來算出墊磨損量U。

【0042】導出修整模型行列S時，例如可考慮1）切削率模型、2）修整器直徑、3）掃描速度控制這三個要素並將各要素加以適當組合。關於切削率模型，係以修整模型行列S之各要素與在監視區域的滯留時間成正比，或是與刮擦距離（移動距離）成正比作為前提而設定。

【0043】此外，關於修整器直徑，係以考慮修整器直徑（在修整器整個有效區域，研磨墊會按照相同的切削率磨損），或是不考慮修整器直徑（僅依照修

整器中心位置上的切削率)為前提,來設定修整模型行列S之各要素。考慮修整器直徑時,例如可定義即使對環狀塗布鑽石粒子而成之修整器也適切的修整模型。再者,關於掃描速度控制,係依修整器之移動速度的變化為階梯(Step)狀或斜坡狀來設定修整模型行列S之各要素。藉由適當組合此等參數,從修整模型S算出更符合實況之切削量,可求出正確的輪廓期望值。

【0044】 墊高度檢測部48將藉由墊高度感測器32連續測定之研磨墊的高度資料、與在該研磨墊上之測定座標資料相對應,而檢測各監視區域之墊高度。

【0045】 基礎輪廓算出部42算出在收斂時墊高度之目標輪廓(基礎輪廓)(參照第六圖)。基礎輪廓用於計算供後述之移動速度算出部45使用的目標切削量。基礎輪廓亦可依據在墊初始狀態研磨墊之高度分布(Diff(j))與測定出之墊高度進行計算,或是,亦可作為設定值來賦予。此外,不設定基礎輪廓情況下,亦可計算研磨墊之形狀變為平坦的目標切削量。

【0046】 目標切削量之基礎係使用顯示目前每個監視區域之墊高度的墊高度輪廓 $H_p(j)[j=1,2\dots m]$ 、及另外所設定之收斂時目標減損量 A_{tg} ,並利用以下公式算出。

$$\min\{H_p(j)\} - A_{tg}$$

此外,各監視區域之目標切削量可考慮前述基礎輪廓,並利用以下公式算出。

$$\min\{H_p(j)\} - A_{tg} + \text{Diff}(j)$$

【0047】 切削率算出部43算出修整器在各監視區域之切削率。例如,亦可從墊高度在各監視區域之變化量的斜率算出切削率。

【0048】 評估指標製作部44係使用後述之評估指標，算出在掃描區域之最適的滯留時間（搖動時間）作修正，藉此將修整器在各掃描區域之移動速度最適化者。該評估指標係依據1）與目標切削量之偏差、2）與基準處理程式(處理程式：recipe)獲得之滯留時間的偏差、及3）鄰接之掃描區域間的速度差而獲得之指標，且成為在各掃描區域之滯留時間 $T=[w_1/v_1、w_2/v_2、...、w_n/v_n]$ 的函數。而後，藉由使該評估指標成為最小之方式決定在各掃描區域的滯留時間 T ，而使修整器之移動速度最適化。

【0049】 1）與目標切削量之偏差

將修整器之目標切削量設為 $U_0=[U_{01}、U_{02}、...、U_{0m}]$ 時，藉由求出與前述各監視區域的墊磨損量 $U(=ST)$ 之差的平方值 $(|U-U_0|^2)$ ，而算出與目標切削量之偏差。另外，用於決定目標切削量之標的輪廓，可在開始使用研磨墊後之任意時機決定，或是，亦可依據手動所設定之值作決定。

【0050】 2）與基準處理程式獲得之滯留時間的偏差

如第七圖所示，藉由求出依據在各掃描區域所設定之基準處理程式而獲得的修整器移動速度（基準速度（基準滯留時間 T_0 ）；與修整器在各掃描區域之移動速度（修整器的滯留時間 T ）的差 (ΔT) 之平方值 $(\Delta T^2=|T-T_0|^2)$ ，可算出與基準處理程式獲得之滯留時間的偏差。此處，所謂基準速度，係估計在各掃描區域中會獲得平坦之切削率的移動速度，且係預先藉由實驗或模擬而已獲得之值。欲藉由模擬求出基準速度時，例如可利用修整器之刮擦距離（滯留時間）與研磨墊的切削量成正比來求出基準速度。另外，基準速度亦可在使用同一個研磨墊中，依實際切削率而適當更新。

【0051】 3）鄰接之掃描區域間的速度差

本實施形態之研磨裝置進一步藉由抑制鄰接之掃描區域間的速度差，來抑制移動速度急遽變化對研磨裝置的影響。亦即，藉由求出鄰接之掃描區域間的速度差之平方值（ $|\Delta V_{inv}|^2$ ），可算出鄰接之掃描區域間的速度差之指標。此處，如第七圖所示，掃描區域間之速度差可適用基準速度之差（ Δ_{inv} ）或是修整器的移動速度（ Δ_v ）。另外，因為掃描區域之寬度係固定值，所以速度差之指標取決於修整器在各掃描區域的滯留時間。

【0052】 評估指標製作部44依據此等3個指標定義下列公式顯示之評估指標J。

$$J=\gamma|U-U_0|^2+\lambda|T-T_0|^2+\eta|\Delta V_{inv}|^2$$

此處，評估指標J之右邊第1項、第2項及第3項分別係由與目標切削量之偏差、與基準處理程式獲得之滯留時間的偏差、及鄰接之掃描區域間的速度差造成的指標，且皆取決於修整器在各掃描區域之滯留時間T。

【0053】 而後，移動速度算出部45進行評估指標J之值取最小值的最適化運算，求出修整器在各掃描區域的滯留時間T，來修正修整器之移動速度。最適化運算方法可使用二次規劃法，不過亦可使用藉由模擬進行之收斂運算及PID控制(比例積分微分控制)。

【0054】 上述評估指標J中， γ 、 λ 及 η 係指定之加權值，且在使用同一個研磨墊中可適當變更。藉由變更此等加權值，可依研磨墊、修整器之特性及裝置的運轉狀況適當調整應該重視的指標。

【0055】 另外欲求出修整器之移動速度時，合計修整時間宜在指定值以內。此處所謂合計修整時間，係修整器在全部搖動區間（本實施形態係掃描區域S1~S7）所需的移動時間。合計修整時間（修整需要的時間）延長時，有可能會

影響晶圓之研磨行程及搬送行程等其他行程，所以宜以該值不超過指定值之方式適當修正在各掃描區域的移動速度。此外，因為裝置在機構上的限制，所以即使就修整器之最大（及最小）移動速度，以及最大速度（最小速度）對初始速度的比率，仍宜以在設定值以內之方式設定修整器的移動速度。

【0056】 另外，移動速度算出部45於組合新的修整器與研磨墊而適切之修整條件不明時、及修整器或研磨墊剛更換不久後尚未決定修整器的基準速度（基準滯留時間 T_0 ）之情況下，亦可僅使用與目標切削量之偏差的條件決定評估指標 J （下述），而且將修整器在各掃描區域之移動速度最適化（初始設定）。

$$J=|U-U_0|^2$$

【0057】 設定輸入部46例如係鍵盤及滑鼠等輸入裝置，且輸入修整模型行列 S 之各成分之值、限制條件之設定、切削率更新週期、移動速度更新週期等各種參數。此外，記憶體47係記憶用於操作構成修整監視裝置35之各元件的程式資料、修整模型行列 S 之各成分之值、標的輪廓、評估指標 J 之加權值、修整器之移動速度的設定值等各種資料。

【0058】 第八圖係顯示控制修整器之移動速度的處理步驟流程圖。檢知已更換研磨墊11時（步驟S11），修整模型設定部41考慮切削率模型、修整器直徑、掃描速度控制的參數，而導出修整模型行列 S （步驟S12）。另外，為同一種類之墊時，亦可繼續使用修整模型行列。

【0059】 其次，判定是否進行修整器之基準速度的計算（是否藉由設定輸入部46輸入進行基準速度計算的要旨）（步驟S13）。進行基準速度的計算情況下，在移動速度算出部45中，從修整器之目標切削量 U_0 與各監視區域之墊磨損量

U設定修整器在各掃描區域的移動速度（滯留時間T），使其次之評估指標J成為最小值（步驟S14）。亦可將算出之基準速度設定為移動速度的初始值。

$$J=|U-U_0|^2$$

【0060】 然後，隨著進行晶圓W之研磨處理，而對研磨墊11進行修整處理時，藉由墊高度感測器32測定研磨面11a之高度（墊高度）（步驟S15）。而後，判定是否滿足基礎輪廓之取得條件（例如研磨指定片數之晶圓W）（步驟S16），滿足條件情況下，在基礎輪廓算出部42中算出收斂時墊高度之目標輪廓（基礎輪廓）（步驟S17）。

【0061】 然後，亦隨著進行晶圓W之研磨處理，而對研磨墊11進行修整處理時，藉由墊高度感測器32測定研磨面11a之高度（墊高度）（步驟S18）。而後，判定是否到達指定之切削率計算週期（例如研磨指定片數之晶圓W）（步驟S19），到達情況下，在切削率更新部43中算出修整器在各掃描區域之切削率（步驟S20）。

【0062】 再者，判定是否到達修整器之移動速度更新週期（例如研磨指定片數之晶圓W）（步驟S21），到達時，在移動速度算出部45中，藉由算出評估指標J為最小之修整器的滯留時間，進行修整器在各掃描區域之移動速度的最適化（步驟S22）。而後，設定最適化的移動速度之值，更新修整器的移動速度（步驟S23）。以後，返回步驟S18，反覆上述處理直至更換研磨墊11。

【0063】 上述實施形態係以隨著對晶圓W研磨處理而研磨墊之高度降低為前提作說明，不過，在暫時不進行晶圓W之處理之情況下，有時因為研磨墊含有水分而膨脹，外表上似乎研磨墊之高度增加。研磨墊之膨脹量依研磨墊種類及裝置的使用狀態而變動，不過，若研磨墊之高度因膨脹而變動時，應該用於計算

評估指標J之切削率成為負值，結果不能算出修整器之移動速度，或是有可能算出值成為異常之值。在此種情況下會影響研磨裝置之性能。

【0064】 因此，如第九圖所示，亦可假設研磨墊之（實際的）切削率不致急遽變化，事先在切削率算出部43中保持最新（前一個）切削率之計算值，使用該切削率之值與前次墊高度的值來估計現在墊高度。藉此，藉由使修整器移動速度之算出與切削率之計算不同步，可避免無法正確計算切削率的狀況。

【0065】 另外，切削率之計算間隔宜藉由研磨墊與修整器的組合作決定。此外，就切削率之計算方法，亦可選擇從初始之墊高度與現在研磨墊的高度（測定值）算出之方法；或是從進行前次切削率計算時之墊高度與現在研磨墊的高度算出之方法。

【0066】 再者，監視之對象不限定於研磨墊高度，亦可測定研磨墊之表面粗糙度，計算使該表面粗糙度均勻之移動速度。

【0067】 上述實施形態係以具有本發明所屬技術領域中具有通常知識者可實施本發明為目的而記載者。本發明所屬技術領域中具有通常知識者當然可完成上述實施形態之各種變形例，本發明之技術性思想亦可適用於其他實施形態。本發明不限定於所記載之實施形態，而係按照藉由申請專利範圍所定義之技術性思想作最廣泛的解釋者。

【符號說明】

【0068】

10 研磨單元

11 研磨墊

- 11a 研磨面
- 12 研磨台
- 13 研磨液供給噴嘴
- 14 修整單元
- 15 底座
- 17 萬向接頭
- 20 上方環形轉盤
- 21 上方環形轉盤軸桿
- 22 馬達
- 23 修整器
- 24 修整器軸
- 25 空氣汽缸
- 26 修整器支臂
- 30 馬達
- 31 支軸
- 32 墊高度感測器
- 33 感測器標的
- 35 修整監視裝置
- 36 台旋轉編碼器
- 37 修整器旋轉編碼器
- 38 墊粗糙度測定器
- 39 膜厚感測器

- 41 修整模型設定部
- 42 基礎輪廓算出部
- 43 切削率算出部
- 44 評估指標製作部
- 45 移動速度算出部
- 46 設定輸入部
- 47 記憶體
- 48 墊高度檢測部
- M1~M10 監視區域
- S1~S7 掃描區域
- W 晶圓

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種研磨裝置，研磨位於一研磨構件上並滑動接觸該研磨構件的一基板，其特徵為具備：

修整器，其係藉由在前述研磨構件上搖動來修整該研磨構件，且可在沿著搖動方向而設定於前述研磨構件上之複數個掃描區域調整搖動速度；

高度檢測部，其係在沿著前述修整器之搖動方向預設於前述研磨構件上之複數個監視區域中測定前述研磨構件的表面高度；

修整模型行列製作部，其係製作從複數個監視區域、掃描區域及修整模型定義之修整模型行列；

評估指標製作部，其係使用前述修整模型與各掃描區域中之搖動速度或滯留時間計算高度輪廓預測值，並依據前述研磨構件之高度輪廓與目標值的差分設定評估指標；及

移動速度算出部，其係依據該評估指標設計前述修整器在各掃描區域之搖動速度。

【第2項】 如申請專利範圍第1項之研磨裝置，其中前述評估指標製作部係依據前述掃描區域之移動速度與移動速度基準值的差分，設定前述評估指標。

【第3項】 如申請專利範圍第1項之研磨裝置，其中前述評估指標製作部進一步依據鄰接之前述掃描區域的移動速度的差分，設定前述評估指標。

【第4項】 如申請專利範圍第1項之研磨裝置，其中前述評估指標製作部進一步依據鄰接之前述掃描區域的移動速度的基準值之差分，來設定評估指標。

【第5項】如申請專利範圍第1項之研磨裝置，其中前述評估指標製作部係就前述研磨構件之高度輪廓與目標值的差分、前述移動速度與基準值之差分、及鄰接之掃描區域的移動速度差分，設定加權係數。

【第6項】如申請專利範圍第1項之研磨裝置，其中具備切削率算出部，其係算出前述研磨構件在複數個前述監視區域之切削率。

【第7項】如申請專利範圍第6項之研磨裝置，其中具備記憶部，其係從前述表面高度之測定值記憶前述研磨構件的切削率，並依據該記憶之切削率估計前述研磨構件的高度輪廓。

【第8項】如申請專利範圍第1項之研磨裝置，其中前述移動速度算出部提供對前述修整器在各掃描區域滯留之時間的合計時間的限制，來做為前述修整器之搖動速度的算出條件。

【第9項】如申請專利範圍第1項之研磨裝置，其中前述移動速度算出部提供對前述修整器之搖動速度的上限值及下限值有的限制，來做為前述修整器之搖動速度的算出條件。

【第10項】如申請專利範圍第1項之研磨裝置，其中前述移動速度算出部為了算出前述修整器之搖動速度，實施最適化計算來最小化前述評估指標。

【第11項】如申請專利範圍第10項之研磨裝置，其中前述最適化計算為二次規劃法。

【第12項】如申請專利範圍第1項之研磨裝置，其中前述修整模型行列製作部係依據切削率模型、修整器直徑、掃描速度控制至少其中之1個要素來設定。

【第13項】一種用來修整研磨構件之修整方法，具備以下步驟：

使修整器在研磨裝置的研磨構件上搖動，來修整該研磨構件，可在沿著搖動方向而設定於前述研磨構件上的複數個掃描區域調整搖動速度：

在沿著前述修整器之搖動方向預設於前述研磨構件上的複數個監視區域中測定前述研磨構件之表面高度；

製作從前述監視區域、前述掃描區域及修整模型定義之修整模型行列；

使用前述修整模型與各掃描區域中之搖動速度或滯留時間計算高度輪廓預測值；

依據前述研磨構件之高度輪廓與目標值的差分設定評估指標；及

依據該評估指標設定前述修整器在各掃描區域之搖動速度。

【第14項】 如申請專利範圍第13項之修整方法，其步驟更具備：依據前述掃描區域之移動速度與移動速度基準值的差分，設定前述評估指標。

【第15項】 如申請專利範圍第13項之修整方法，其步驟更具備：依據鄰接之前述掃描區域的移動速度的差分，設定前述評估指標。

【第16項】 如申請專利範圍第13項之修整方法，其步驟更具備：依據鄰接之前述掃描區域的移動速度的基準值之差分，來設定評估指標。

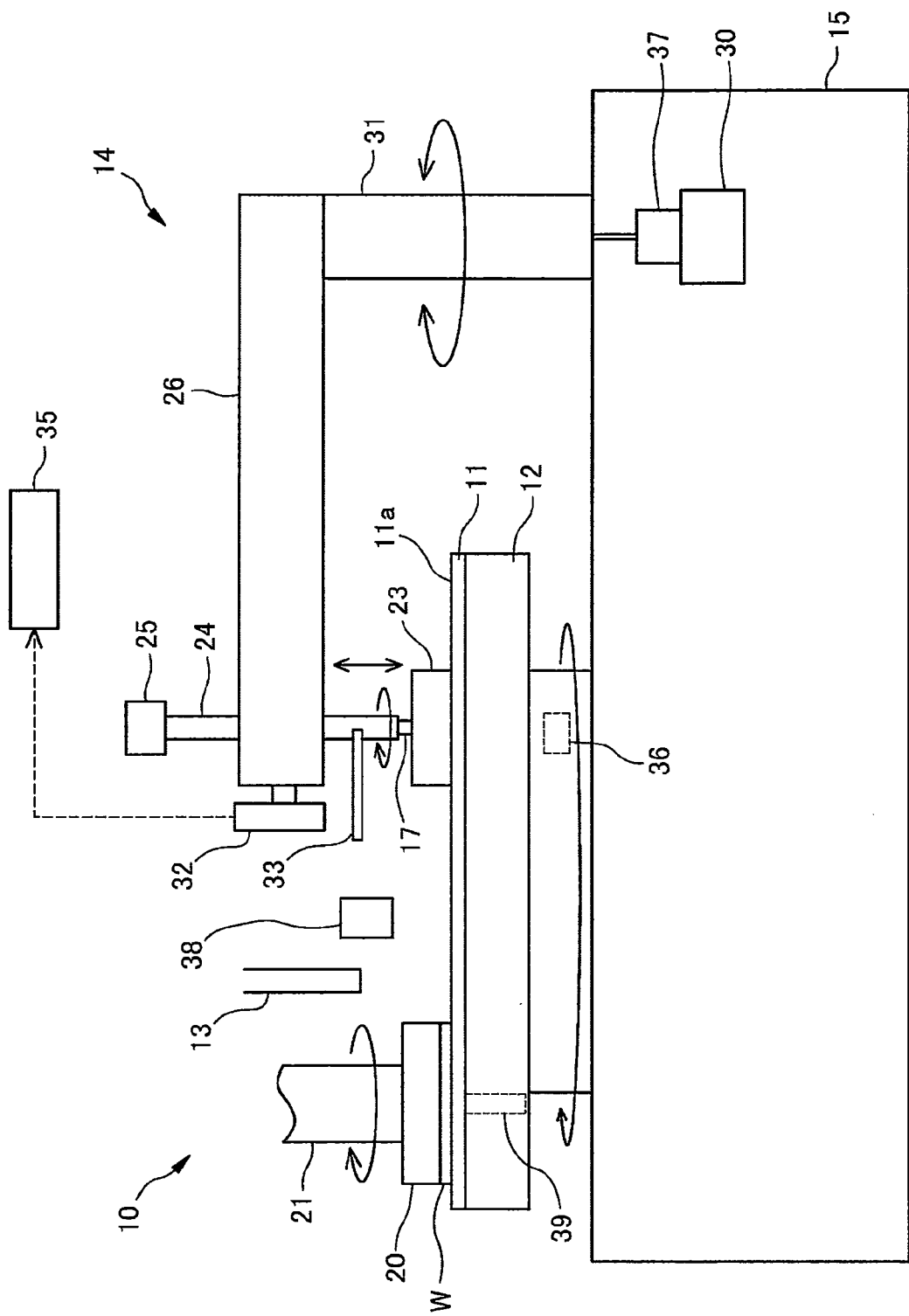
【第17項】 如申請專利範圍第13項之修整方法，提供對前述修整器之搖動速度的上限值及下限值有的限制，來做為前述修整器之搖動速度的算出條件。

【第18項】 如申請專利範圍第13項之修整方法，其中為了算出前述修整器之搖動速度，實施最適化計算來最小化前述評估指標。

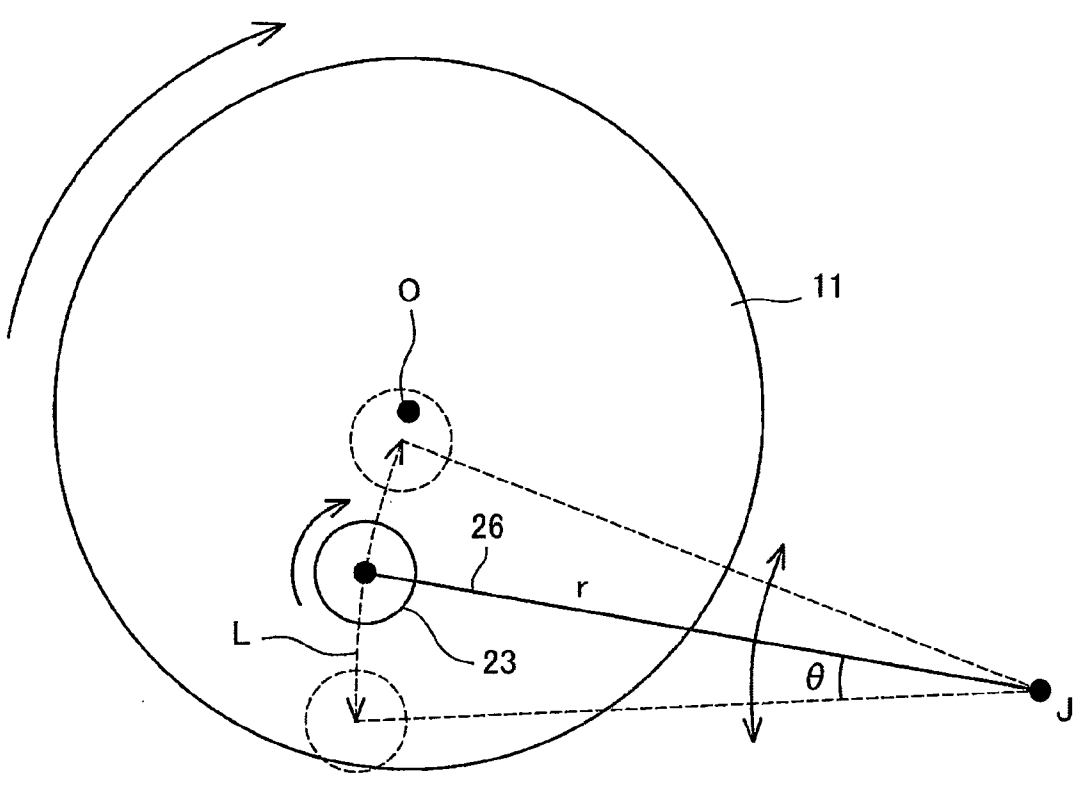
【第19項】 如申請專利範圍第18項之修整方法，其中前述最適化計算為二次規劃法。

【第20項】 如申請專利範圍第13項之修整方法，其中前述修整模型行列依據切削率模型、修整器直徑、掃描速度控制至少其中之1個要素來設定。

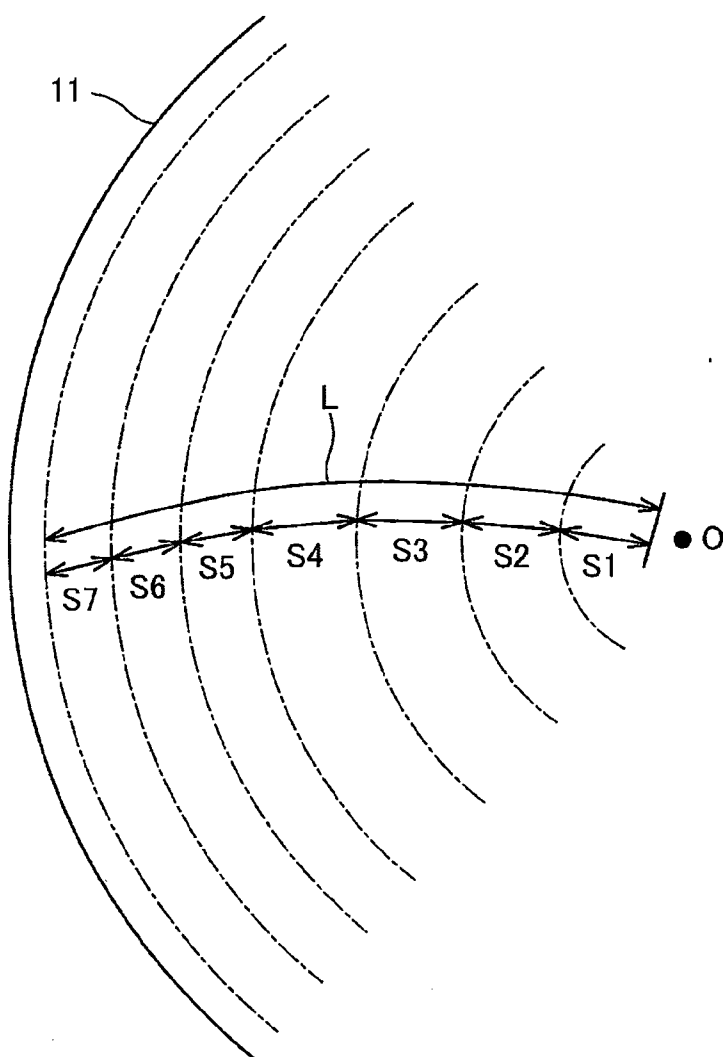
【發明圖式】



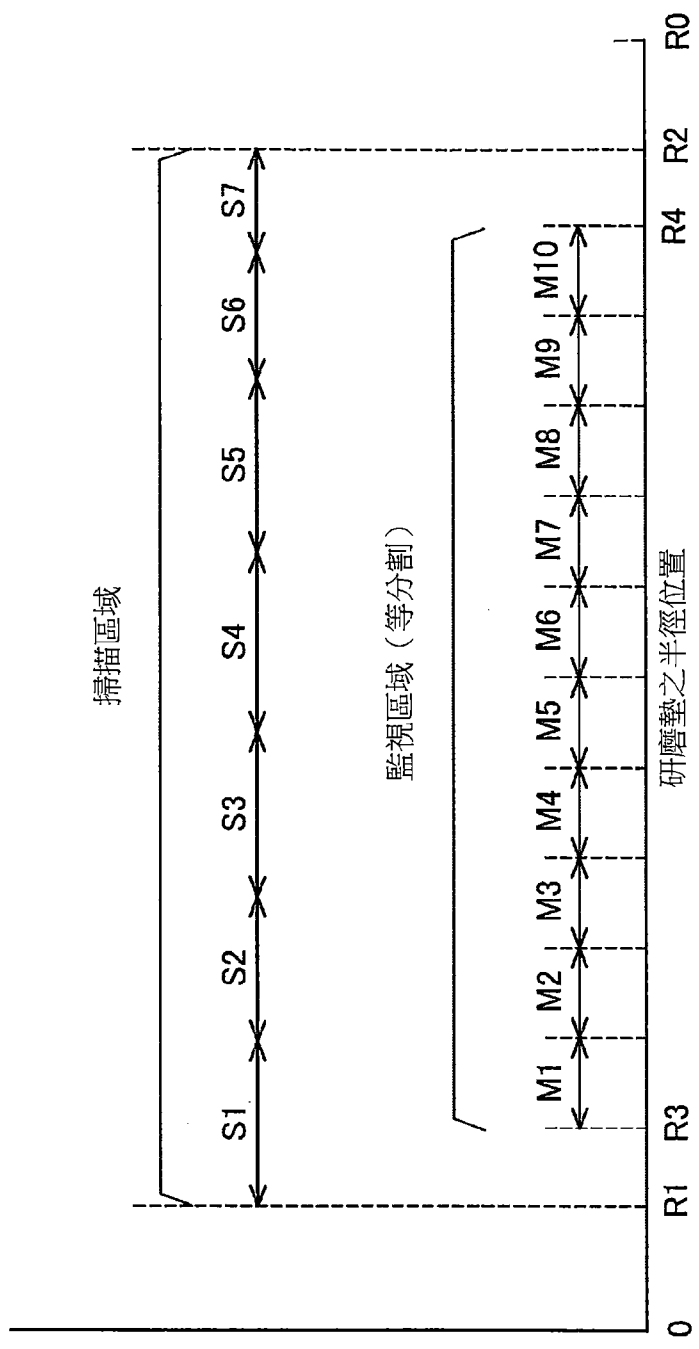
第一圖



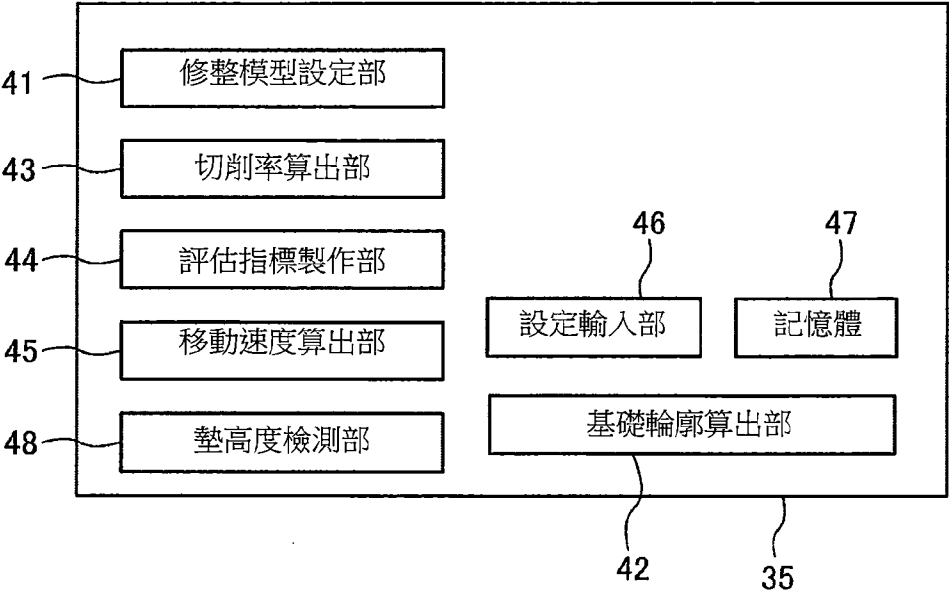
第二圖



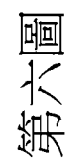
第三圖



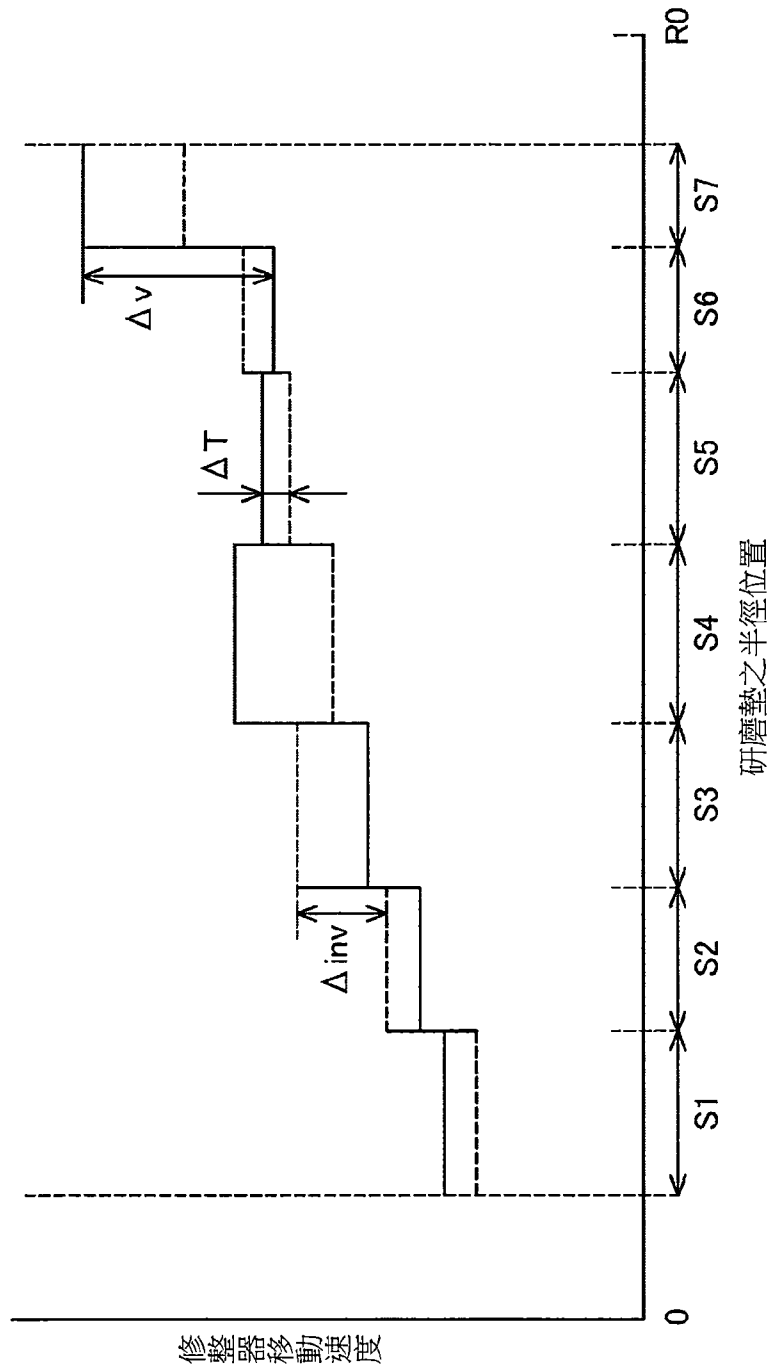
第四圖



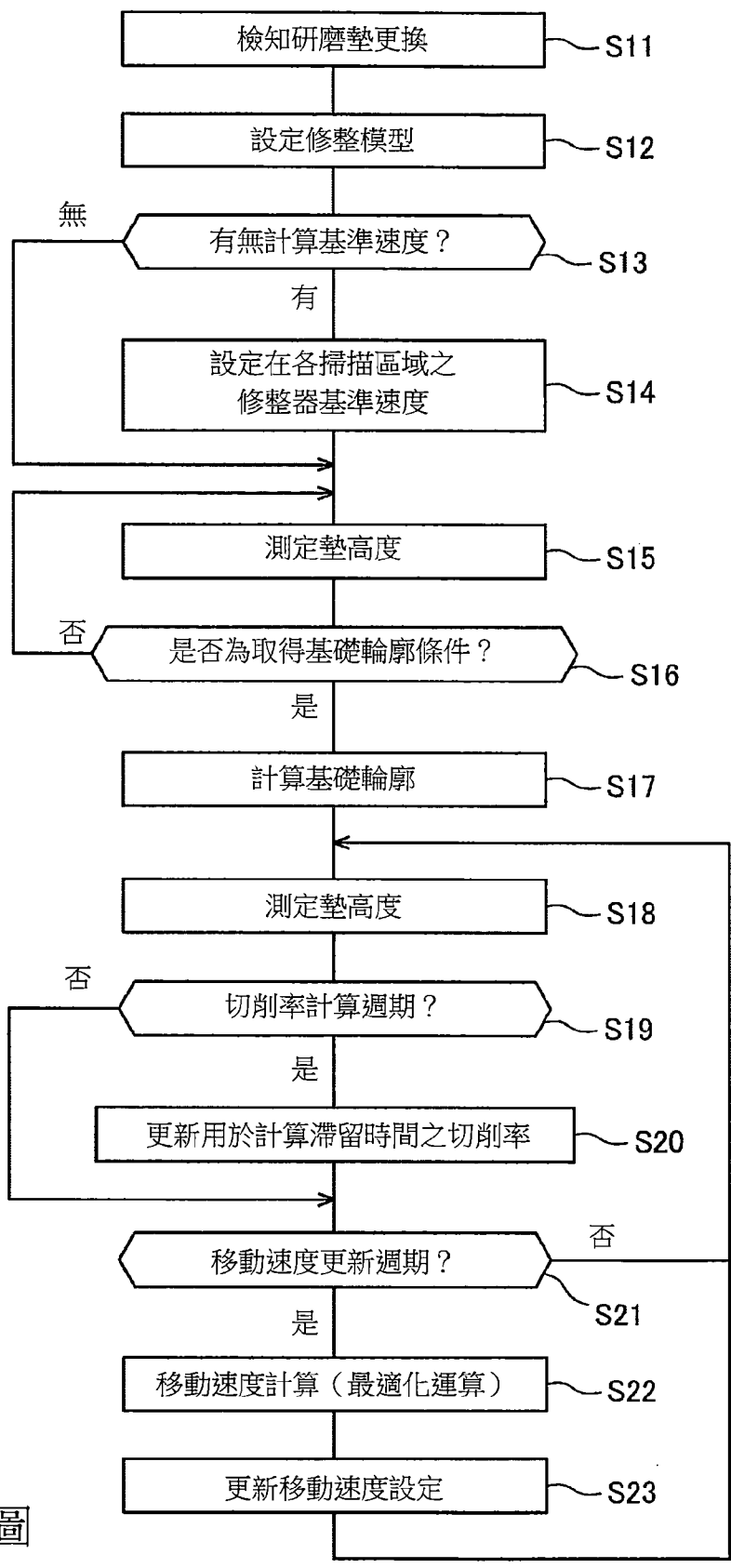
第五圖



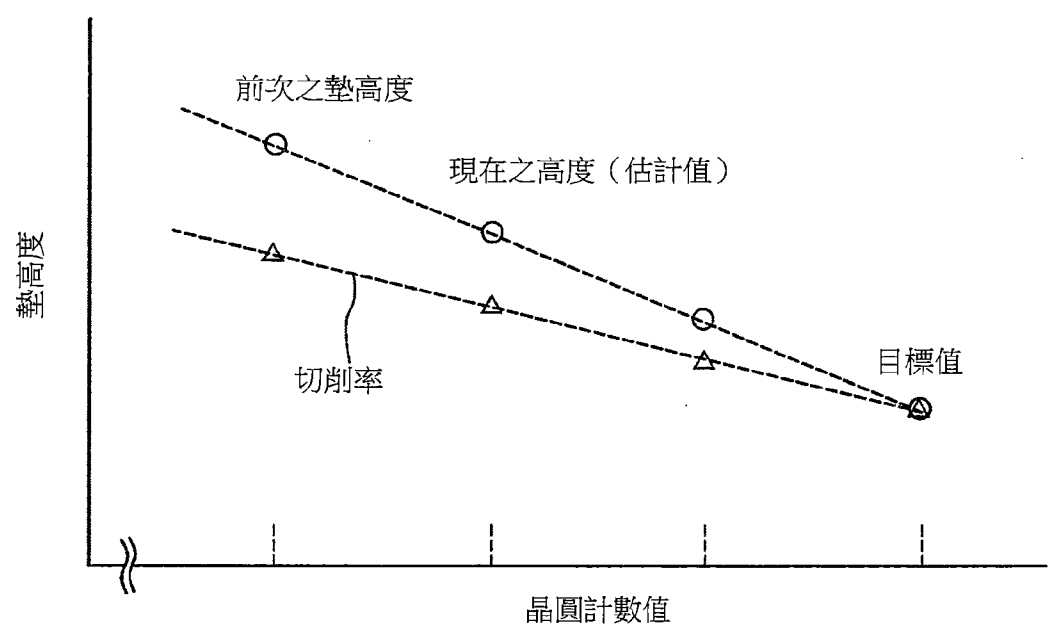
虛線：基準速度
實線：移動速度



第七圖



第八圖



第九圖