



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201343324 A

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：102113034

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 12 日

(51)Int. Cl. : **B24B37/013 (2012.01)**

(30)優先權：2012/04/17 日本 2012-094114

(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：小林洋一 KOBAYASHI, YOICHI (JP)；大野勝俊 ONO, KATSUTOSHI (JP)

(74)代理人：陳傳岳；郭雨嵐；鍾文岳

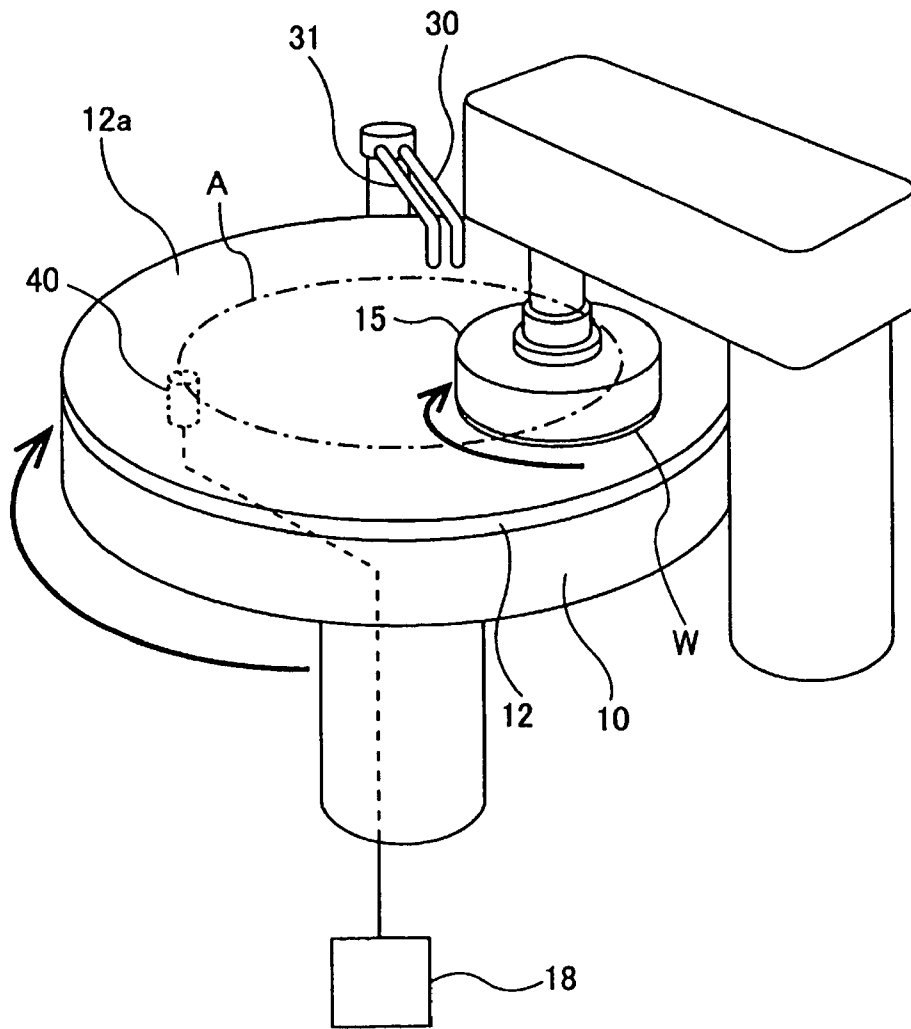
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：24 項 圖式數：18 共 41 頁

(54)名稱

研磨裝置及研磨方法

(57)摘要

本發明提供一種研磨裝置，即使在基板的周方向有膜厚偏差，可以正確地取得研磨墊上的基板的研磨狀態。感應頭 40 設置於研磨台 10 內，與研磨台 10 一起旋轉。研磨裝置使研磨台 10 及基板 W 旋轉，並執行實際上不進行研磨墊 12 上的基板 W 的研磨的空轉(idling)步驟，感應頭 10 在空轉步驟中取得膜厚資料，處理部 18 從膜厚資料算出表示膜的研磨進行的研磨指標值。



- 10：研磨台
- 12：研磨墊
- 12a：研磨面
- 15：頂環
- 18：處理部
- 30：漿體供給機構
- 31：水供給噴嘴
- 40：感應頭
- W：晶圓

第一圖



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201343324 A

(43)公開日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 01 日

(21)申請案號：102113034

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 12 日

(51)Int. Cl. : **B24B37/013 (2012.01)**

(30)優先權：2012/04/17 日本 2012-094114

(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：小林洋一 KOBAYASHI, YOICHI (JP)；大野勝俊 ONO, KATSUTOSHI (JP)

(74)代理人：陳傳岳；郭雨嵐；鍾文岳

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：24 項 圖式數：18 共 41 頁

(54)名稱

研磨裝置及研磨方法

(57)摘要

本發明提供一種研磨裝置，即使在基板的周方向有膜厚偏差，可以正確地取得研磨墊上的基板的研磨狀態。感應頭 40 設置於研磨台 10 內，與研磨台 10 一起旋轉。研磨裝置使研磨台 10 及基板 W 旋轉，並執行實際上不進行研磨墊 12 上的基板 W 的研磨的空轉(idling)步驟，感應頭 10 在空轉步驟中取得膜厚資料，處理部 18 從膜厚資料算出表示膜的研磨進行的研磨指標值。

發明摘要

※ 申請案號： 102113034

※ 申請日： 102.4.12

※IPC 分類：B24B37/13 (2012.01)

【發明名稱】 研磨裝置及研磨方法

【中文】

本發明提供一種研磨裝置，即使在基板的周方向有膜厚偏差，可以正確地取得研磨墊上的基板的研磨狀態。感應頭 40 設置於研磨台 10 內，與研磨台 10 一起旋轉。研磨裝置使研磨台 10 及基板 W 旋轉，並執行實際上不進行研磨墊 12 上的基板 W 的研磨的空轉（idling）步驟，感應頭 10 在空轉步驟中取得膜厚資料，處理部 18 從膜厚資料算出表示膜的研磨進行的研磨指標值。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（一）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 10 研磨台
- 12 研磨墊
- 12a 研磨面
- 15 頂環
- 18 處理部
- 30 漿體供給機構
- 31 水供給噴嘴
- 40 感應頭

發明摘要

※ 申請案號： 102113034

※ 申請日： 102.4.12

※IPC 分類：B24B37/13 (2012.01)

【發明名稱】 研磨裝置及研磨方法

【中文】

本發明提供一種研磨裝置，即使在基板的周方向有膜厚偏差，可以正確地取得研磨墊上的基板的研磨狀態。感應頭 40 設置於研磨台 10 內，與研磨台 10 一起旋轉。研磨裝置使研磨台 10 及基板 W 旋轉，並執行實際上不進行研磨墊 12 上的基板 W 的研磨的空轉（idling）步驟，感應頭 10 在空轉步驟中取得膜厚資料，處理部 18 從膜厚資料算出表示膜的研磨進行的研磨指標值。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（一）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 10 研磨台
- 12 研磨墊
- 12a 研磨面
- 15 頂環
- 18 處理部
- 30 漿體供給機構
- 31 水供給噴嘴
- 40 感應頭

201343324

W 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】 研磨裝置及研磨方法

【技術領域】

【0001】 本發明是關於一種半導體晶圓等的基板的研磨裝置及研磨方法，特別是關於一種可以檢測基板的研磨終點的研磨裝置及研磨方法。

【先前技術】

【0002】 在研磨晶圓等基板的研磨裝置，具備有：研磨終點檢測裝置，為了檢測其研磨終點，採用光學式感應器或渦電流感應器等（例如參照日本專利公開公報第 2004-154928 號及日本專利公開公報第 2009-99842 號）。光學式感應器主要是監視絕緣層（透明層）的研磨進行，使用在檢測其研磨終點的目的，渦電流感應器主要是監視導電層（金屬層）的研磨進行，使用在檢測其研磨終點的目的。

【0003】 第十六圖為表示一般研磨裝置的概略圖。研磨裝置具備：研磨台 101，支持研磨墊 100；頂環 110，保持並使晶圓 W 旋轉；漿體（slurry）供給機構 115，供給研磨液（漿體）至研磨墊 100；及膜厚測定器 120，取得依晶圓 W 的膜的厚度來變化的膜厚資料。膜厚測定器 120 是上述光學式感應器或渦電流感應器。膜厚測定器 120 被設置於研磨機台 101 內，當研磨台 101 每轉一圈，取得晶圓 W 的膜厚資料。

【0004】 頂環 110 及研磨機台 101 如箭頭所示地旋轉，在此狀態下，頂環 100 將晶圓 W 壓抵至研磨墊 100 的研磨面 100a。從漿體供給機構 115 供給研磨液至研磨墊 100 上，晶圓 W 在研磨液存在下，經由與研磨墊 100 的滑接而被研磨。在晶圓 W 的研磨中，膜厚測定器 120 與研磨機台 101 一起旋轉，如箭頭 A 所示，橫過晶圓 W 的表面並測定膜厚資料。然後，在膜厚達到特定目標值時，結束晶圓 W 的研磨。

【0005】 近年來，隨著半導體裝置的微型化，對於研磨終點檢測的精確度要求變得非常嚴格。但是，上述光學式感應器或渦電流感應器，由於在晶圓面內的周方向的膜厚偏差或配線圖案的影響，不能取得晶圓的正確研磨狀態。因此，以往的研磨終點檢測裝置，滿足對於殘留膜厚或研磨量

的要求精確度是困難的。

【0006】 第十七圖表示在晶圓周方向的膜厚分佈的一例的圖，更具體來說，表示在位於距離晶圓中心點 116mm 的區域以及距離晶圓中心點 145mm 的區域的晶圓周方向（0～360°）的銅膜厚分佈。如第十七圖所示，研磨前的膜厚在晶圓周方向會偏離，此周方向的膜厚的偏離使研磨終點檢測精確度降低。

【0007】 為了改善如此問題，如第十八圖所示，將已研磨的晶圓從研磨台搬送到線上膜厚測定器，在此膜厚測定器測定晶圓膜厚，依需要進行再研磨（再處理）晶圓。但是，為了減少以過剩研磨為原因的裁切晶圓，需要需要將研磨時間設定成達成目標膜厚所需時間更短。結果，會有再處理率增加，生產效率低落的問題。

【0008】 在第十八圖所示的程序線（process line），用線上膜厚測定器測定研磨後（及研磨前）的膜厚，並更新研磨率，進行將最新的研磨率回饋至後續的晶圓研磨時間。但是，已研磨的晶圓，再以膜厚測定器設定膜厚前，需要經過洗淨及乾燥等程序，所以研磨 4～5 片後續晶圓，開始有修正研磨時間的問題。

【0009】 【發明所欲解決的問題】

【0010】 本發明為了解決上述以往的問題點，其目的在於提供一種研磨裝置及研磨方法，即使在晶圓的周方向有膜厚偏差，可以正確地取得研磨墊上的晶圓研磨狀態。

【發明內容】

【0011】 為了達成上述目的，本發明的一態樣，在研磨形成有膜的基板的研磨裝置，其特徵在於具備：研磨台，支持研磨墊；頂環，使基板旋轉並壓抵至前述研磨墊；感應頭，取得依前述膜的厚度來變化的膜厚資料；以及處理部，根據前述膜厚資料監視前述基板的研磨進行，前述感應頭設置於前述研磨台內，與前述研磨台一起旋轉，前述研磨裝置使前述研磨台及前述基板旋轉，並執行實際上不進行前述研磨墊上的前述基板的研磨的空轉（idling）步驟，前述感應頭在前述空轉步驟中取得前述膜厚資料，前述處理部從前述膜厚資料算出表示前述膜的研磨進行的研磨指標值。

【0012】 本發明的其他態樣，在研磨形成有膜的基板的研磨方法，其特徵在於使埋設有感應頭的研磨台旋轉，使基板旋轉並壓抵該基板至前述研磨台上的研磨墊，來研磨前述基板，使前述研磨台及前述基板旋轉，並執行實際上不進行前述研磨墊上的前述基板的研磨的空轉（idling）步驟，在前述空轉步驟中，以前述感應頭取得依前述膜的厚度來變化的膜厚資料，從前述膜厚資料算出表示前述膜的研磨進行的研磨指標值。

【0013】 【發明效果】

【0014】 根據本發明，在空轉步驟中取得依膜的厚度變化的膜厚資料。在空轉步驟實際上不進行研磨，即膜厚不會變化，所以即使計測時間有一定程度長，仍可獲得正確的膜厚資料。又，因為計測時間可以變長，所以在空轉步驟中可以使感應頭移動成複數次橫過基板，結果可以將基板周方向的膜厚偏差影響變少。再者，由於基板持續置於研磨墊上可以取得膜厚資料，所以可以使從其膜厚資料獲得的研磨指標值反映現在研磨中的基板研磨。

【圖式簡單說明】

【0015】

第一圖係表示本發明的一實施形態的研磨裝置的概略圖。

第二（a）及二（b）圖係表示在晶圓面上描畫的感應頭的軌跡的例圖。

第三圖係表示根據晶圓的膜厚來決定晶圓研磨終點的實施形態的流程圖。

第四圖係表示根據晶圓的研磨量來決定晶圓研磨終點的實施形態的流程圖。

第五圖係表示使用光學式感應器做為感應頭的研磨裝置的例圖。

第六圖係用來說明光學式感應器的原理的概略圖。

第七圖係表示晶圓與研磨台的位置關係的平面圖。

第八圖係表示以處理部產生的光譜圖。

第九圖係說明從產生的光譜與複數個基準光譜的比較來決定現在膜厚的程序的圖。

第十圖係表示對應膜厚差 $\Delta \alpha$ 的兩個光譜的概略圖。

第十一圖係表示用來說明渦電流感應器的原理的等效電路圖。

第十二圖係表示藉由在 XY 座標軸上繪圖來描繪隨著研磨時間變化的 X、Y 的圖。

第十三圖係表示使第十二圖的圖形逆時針旋轉 90 度，並平行移動的圖。

第十四圖係表示隨著線圈與晶圓的距離變化的 XY 座標的圓弧軌跡的圖。

第十五圖係表示根據研磨時間變化的角度 θ 的圖。

第十六圖係表示一般研磨裝置的概略圖。

第十七圖係表示在晶圓的周方向的膜厚分佈的一例的圖。

第十八圖係表示晶圓處理序列的概略圖。

【實施方式】

【0016】 以下參照圖式來說明關於本發明的實施形態。

【0017】 第一圖係表示本發明的一實施形態的研磨裝置的概略圖。如第一圖所示，研磨裝置具備：研磨台 10，支持研磨墊 12；頂環 15，保持並旋轉晶圓（基板）W；漿體供給機構 30，供給研磨液（漿體）至研磨墊 12；以及感應頭 40，取得根據晶圓 W 的膜厚變化的膜厚資料。感應頭 40 為例如光學式感應器或渦電流感應器。感應頭 40 被設置於研磨台 10 內，每當研磨台 10 旋轉一次，取得包含晶圓 W 中心部的複數區域的膜厚資料。

【0018】 頂環 15 被構成為在其下方可經真空吸附保持晶圓 W。頂環 15 及研磨台 10 如箭頭所示地旋轉，在此狀態的頂環 15 將晶圓 W 壓抵至研磨墊 12 的研磨面 12a。研磨液從漿體供給機構 30 供給至研磨墊 12 上，晶圓 W 在研磨液存在下，經由與研磨墊 12 的滑接來研磨。在晶圓 W 的研磨中，感應頭 40 與研磨台 10 一起旋轉，如箭頭 A 所示橫跨晶圓 W 的表面並取得膜厚資料。然後，當膜厚達到特定目標值時，結束晶圓 W 的研磨。

【0019】 水供給噴嘴 31 被設在鄰接於漿體供給機構 3。水（較佳為純水）從此水供給噴嘴 31 供給至研磨墊 12 上。感應頭 40 連接於處理部 18，以感應頭 40 取得的膜厚資料被送到處理部 18。處理部 18 從膜厚資料來監視晶圓 W 的研磨進行，更檢測晶圓的膜厚終點。

【0020】 接下來參照第三圖的流程圖來說明關於根據晶圓膜厚來決定晶圓研磨終點的一實施形態。

【0021】 在步驟 1，從漿體供給機構 30 供給研磨液（漿體）至研磨

墊 12，僅以特定研磨時間來研磨晶圓。此特定研磨時間較佳為設定成不達到目標膜厚的範圍。

【0022】 在步驟 2，以水（較佳為純水）代替漿體，從水供給噴嘴 31 供給至研磨墊 12，僅以特定空轉時間來水研磨晶圓。此水研磨是在不使用漿體，實際上不進行晶圓研磨的空轉步驟。在空轉步驟中，感應頭 40 取得膜厚資料。此膜厚資料是隨著膜厚度變化的資料，例如表示膜厚本身的數值資料或表示膜厚的相對值的數值資料等。在空轉步驟，由於漿體不存在於感應頭 40 與晶圓之間，所以感應頭 40 可取得更正確的膜厚資料。再者，在空轉步驟中由於膜厚不變化，所以感應頭 40 可取得取得正確的膜厚資料。

【0023】 感應頭 40 取得膜厚資料的計測時間，是被感應頭 40 在晶圓面上所描繪的複數個軌跡在晶圓周方向均勻分佈的時間。此計測時間也可以比晶圓面上的複數個軌跡均勻分佈所需時間更長。計測時間是由研磨台 10 的旋轉速度與頂環 15 的旋轉速度（即晶圓旋轉速度）的比來決定。例如，若研磨台 10 的旋轉速度為 60min^{-1} 、頂環 15 的旋轉速度為 61min^{-1} ，則感應頭 40 在晶圓面上描繪如第二（a）圖所示的軌跡。這些軌跡為了在晶圓周方向均勻分佈所需的時間為 60 秒。因此，空轉步驟在至少 60 秒間進行，其間以感應頭 40 取得膜厚資料。

【0024】 但是，當計測時間耗費 60 秒，會讓研磨步驟整體變長。因此，為了使計測時間變短，較佳為在空轉步驟中變更研磨台 10 的旋轉速度與頂環 15 的旋轉速度的比。例如，若研磨台 10 的旋轉速度為 60min^{-1} 、頂環 15 的旋轉速度為 40min^{-1} ，則感應頭 40 在晶圓面上描繪如第二（b）圖所示的軌跡。在此例中，感應頭 40 的軌跡為了在晶圓周方向均勻分佈所需的時間為 3 秒。

【0025】 一般來說，當在晶圓研磨中大幅變更研磨台 10 的旋轉速度與頂環 15 的旋轉速度的比，則會影響晶圓的研磨縱斷面，並不佳。在本發明中，在空轉步驟由於實質不進行研磨，所以即使變更研磨台 10 的旋轉速度與頂環 15 的旋轉速度的比，也不會影響研磨縱斷面。因此，空轉過程中，可以大幅改變研磨台 10 與頂環 15 的旋轉速度比。

【0026】 在水研磨的初期階段，會有在晶圓與感應頭 40 之間剩下漿

體並進行研磨的狀況。因此，空轉時間是上述計測時間加上特定附加時間的時間，在空轉步驟的初期階段較佳為不取得膜厚資料。又，在空轉步驟的初期階段，一旦使晶圓吸附並使頂環 15 上升，使研磨台 10 以例如 150min⁻¹ 等大旋轉速度旋轉，由於離心力的效果，使漿體盡快從研磨台 10 移除者為較佳。

【0027】 空轉步驟是實際上不進行晶圓研磨的步驟，更具體來說，在空轉步驟間，研磨進行係膜厚或研磨量的需求精確度（容許誤差）的 1/5 以下為較佳。例如，若需求精確度為 $\pm 5\text{nm}$ ，空轉步驟中的研磨量為 1nm 以下。若空轉步驟實際上不進行晶圓研磨，則也不限於水研磨步驟。例如，空轉步驟也可以是以頂環 15 藉由真空吸引等來吸引晶圓，從研磨墊 12 將施加於晶圓的負重實際上變成零的步驟。

【0028】 在步驟 3，處理部 18 從空轉步驟中所取得的膜厚資料，算出其平均資料（膜厚平均資料），再者，從膜厚平均資料決定對應晶圓全面的平均膜厚的膜厚指標值。此膜厚指標值為表示膜厚的指標值，因此，是表示膜的研磨進行的研磨指標值。例如，將膜厚由直接表示值、間接表示值，或膜厚資料與基準資料的比較來決定的預估膜厚值等做為膜厚指標值。由於此膜厚指標值是從空轉步驟中所取得的膜厚資料的平均資料求得，所以可說是晶圓周方向的膜厚偏差被平均化的值。因此，處理部 18 可取得反映在晶圓全面的膜厚的膜厚指標值。

【0029】 在步驟 4，處理部 18 比較在步驟 3 求得的膜厚指標值與特定目標值。處理部 18 將膜厚指標值降低並達到特定目標值的時間點判斷為研磨終點，使晶圓研磨結束。特定目標值是在特定目標膜厚（指標值）加上特定閾值的值。特定閾值也可以是零。

【0030】 比較膜厚指標值與特定目標值的結果，膜厚指標值比特定目標值大的狀況下，處理部 18 從膜厚指標值與目標值的差分與從過去研磨資料所獲得的研磨率（膜的去除率），算出為了達到目標值所需的附加研磨時間（步驟 5）。在現在的晶圓研磨中進行兩次或兩次以上的空轉步驟的狀況下，處理部 18 從在這些空轉步驟中分別取得膜厚指標值與空轉步驟間的研磨時間，算出最新的研磨率。用最新的研磨率，可以算出更正確的附加研

磨時間。步驟 6 的研磨後，處理流程回到步驟 2 的水研磨步驟。

【0031】 第三圖所示的流程圖表示根據膜厚決定研磨終點的方法，但也可以根據被研磨除去的膜量（以下稱研磨量）來決定。第四圖係表示根據晶圓的研磨量來決定晶圓研磨終點的實施形態的流程圖。沒有特別說明的處理，是因為於第三圖所示的各步驟的處理一樣，所以省略其重複說明。

【0032】 在步驟 1，從水供給噴嘴 31 將水（較佳為純水）供給至研磨墊 12，並將晶圓僅以特定空轉時間進行水研磨。此水研磨是實際上不進行晶圓研磨的空轉步驟。在空轉步驟中，感應頭 40 取得初期膜厚資料。處理部 18 算出初期膜厚資料的平均資料（初期膜厚平均資料）。

【0033】 在步驟 2，研磨墊 12 將研磨液（漿體）供給至研磨墊 12，並僅以特定研磨時間來研磨晶圓。在步驟 3，再度進行水研磨（空轉步驟），其間感應頭 40 取得關於已研磨的晶圓的膜厚資料。在步驟 4，處理部 18 送出在步驟 3 獲得的膜厚資料的平均資料（現在膜厚平均資料）。再者，處理部 18 算出初期膜厚平均資料與現在膜厚平均資料的差分的絕對值。此差分絕對值，表示在兩個空轉步驟間進行的步驟 2 的以漿體研磨除去的膜量，即表示研磨量。在空轉步驟進行 3 次以上的狀況下，藉由累積在接近的兩個空轉步驟間所獲得的差分絕對值，可以更新研磨量。如此獲得的研磨量，是表示膜的研磨進行的研磨指標值。

【0034】 在步驟 5。處理部 18 比較在步驟 4 所求得的研磨量與特定目標值。處理部 18 將增加研磨量並達到特定目標值的時間點判斷為研磨終點，使晶圓研磨結束。特定目標值是從特定目標研磨量加上特定閾值的值。特定閾值也可以是零。

【0035】 比較研磨量與特定目標值的結果，研磨量比特定目標值大的狀況下，處理部 18 從研磨量與目標值的差分，算出為了達到目標值所需的附加研磨時間（步驟 6）。研磨率可以從研磨量與對應的研磨時間來算出。然後，在步驟 7，以僅附加研磨時間用漿體來研磨晶圓。在步驟 7 的研磨後，處理流程回到步驟 3。

【0036】 接下來，詳細說明關於本發明的研磨裝置的具體例。第五圖係表示使用光學式感應器做為感應頭 40 的研磨裝置的例圖。如第五圖所

示，研磨裝置具備：研磨台 10；頂環 15，被支持於頂環軸 16；以及處理部 18，根據各種資料檢測晶圓 W 的研磨終點。頂環 15，被構成為可保持晶圓 W 於其下面。頂環軸 16 經由皮帶等連接手段 17 被連接於頂環馬達 20 並旋轉。由於此頂環軸 16 的旋轉，頂環 15 在以箭頭所示方向旋轉。

【0037】 研磨台 10 經由平台軸 10a，連接於配置在其下方的平台馬達 25，由於此平台馬達 25，研磨台 10 在以箭頭所示方向旋轉。在此研磨台 10 的上面，貼附有研磨墊 12，研磨墊 12 的上面 12a 構成研磨晶圓 W 的研磨面。

【0038】 頂環軸 16 以圖未顯示的上下移動機構進行上下移動。將晶圓 W 保持在下面的頂環 15，因頂環軸 16 下降，並將晶圓 W 壓抵於研磨墊 12 的上面（研磨面）12a。晶圓 W 的研磨中，分別使頂環 15 及研磨台 10 旋轉，從被設於研磨台 10 的上方的漿體供給機構 30 供給研磨液（漿體）至研磨墊 12 上。晶圓 W 的表面，藉由因包含於研磨液的研磨粒導致的機械作用與研磨液的化學作用來研磨。

【0039】 感應頭 40 將光照射至晶圓表面，接受來自晶圓的反射光，將其反射光根據波長分解的光學式感應器。感應頭 40 埋設於研磨台 10，與研磨台 10 一起旋轉。感應頭 40 將光照射於晶圓 W 表面，接受來自晶圓 W 的反射光，再者，測定在各波長的反射光的強度。感應頭 40 具備：投光部 42，將光照射至晶圓 W 的被研磨面；做為受光部的光纖 43，接受從晶圓 W 返回的反射光；以及分光器 44，將來自晶圓 W 的反射光根據波長分解，經過特定波長範圍來測定反射光強度。

【0040】 在研磨台 10，形成有開口於其上面的第一孔 50A 及第二孔 50B。又，在研磨墊 12，形成有通孔 51 於對應這些孔 50A、50B 的位置。孔 50A、50B 與通孔 51 連通，通孔 51 在研磨面 12a 開口。第一孔 50A 經由液體供給路 53 及旋轉關節（圖未顯示）連接於液體供給源 55，第二孔 50B 連接於液體排出路 54。

【0041】 投光部 42 具備：光源 47，發出多波長的光；以及光纖 48，連接於光源 47。光纖 48 是將由光源 47 發出的光導引到晶圓 W 表面為止的光傳送部。光纖 48 及光纖 43 的前端，位於第一孔 50A 內，位於晶圓 W 的

被研磨面的附近。光纖 48 以及光纖 43 的各前端，配置成面對保持在頂環 15 的晶圓 W。每當研磨台 10 旋轉，光被照射至晶圓 W 的複數個區域。較佳為光纖 48 以及光纖 43 的各前端，配置成面對保持在頂環 15 的晶圓 W 中心。

【0042】 晶圓 W 研磨中，做為透明液體的水（較佳為純水）從液體供給源 55 經由液體供給路 53 供給至第一孔 50A，裝滿晶圓 W 下面與光纖 48、43 的前端之間的空間。水更流入第二孔 50B，通過液體排出路 54 排出。研磨液與水一起排出，藉此確保光路。在液體供給路 53，設有閥（圖未顯示），與研磨台 10 的旋轉同步運作。當晶圓 W 不位於通孔 51 上時，此閥運作成阻止水的流動，或減少水的流量。

【0043】 光纖 48 及光纖 43 彼此並列配置。光纖 48 以及光纖 43 的各前端，被配置成大致垂直於晶圓 W 的表面，光纖 48 將光照射於大致垂直於晶圓 W 表面。

【0044】 晶圓 W 的研磨中，光從投光部 42 照射至晶圓 W，來自晶圓 W 的反射光被光纖（受光部）43 受光。分光器 44 遍及特定波長範圍測定在反射光的各波長的強度，將獲得的光強度資料送到處理部 18。此光強度資料是反應晶圓 W 膜厚的膜厚資料。處理部 18 從光強度資料產生表示各波長的光強度的光譜，進一步從光譜產生表示晶圓 W 膜厚的膜厚指標值。

【0045】 第六圖係用來說明光學式感應器的原理的概略圖，第七圖係表示晶圓與研磨台 10 的位置關係的平面圖。在第六圖所示的例，晶圓 W 具有下層膜以及形成於其上的上層膜。投光部 42 及受光部 43，配置成面對晶圓 W 表面。投光部 42 在研磨台 10 每旋轉一次時，將光照射至包含晶圓 W 中心的複數個區域。

【0046】 照射至晶圓 W 的光，在媒質（在第六圖例中是水）與上層膜的界面、以及上層膜與下層膜的界面反射，在這些界面反射的光彼此干涉。此光的干涉方式，對應上層膜的厚度（即光路長）來變化。因此，來自晶圓 W 的反射光所產生的光譜，隨著上層膜的厚度來變化。分光器 44 將光隨著波長分解，在各波長測定反射光的強度。處理部 18 從分光器 44 獲得的反射光的強度資料產生光譜。此光譜做為表示光的波長與強度的關

係的線圖（即分光波形）來表示。光的強度也可以做為反射率或相對反射率等相對值來表示。

【0047】 第八圖係表示由處理部 18 所產生的光譜圖。在第八圖中，橫軸表示反射光波長，縱軸表示從反射光強度所導引的相對反射率。此相對反射率是表示反射光強度的一個指標，具體來說，是反射光強度與特定基準強度的比率。在各波長，由於以特定基準強度分割反射光強度（實測強度），從實測強度去除裝置的光學系統或光源固有強度的偏差等不需要的要素，藉此，可獲得僅反映上層膜厚度資訊的光譜。

【0048】 特定基準強度可做為例如在水存在下研磨不形成有膜的矽晶圓（裸晶圓）時所獲得的反射光強度。在實際的研磨，從實測強度減去暗等級（在遮蔽光的條件下所獲得的背景強度）來求得修正實測強度，再者，從基準強度減去上述暗等級來求得修正基準強度，然後，以修正基準強度除以修正實測強度，求得相對反射率。具體來說，相對反射率 $R(\lambda)$ ，可用下式（1）來求得。

$$\text{【0049】} \quad R(\lambda) = \frac{E(\lambda) - D(\lambda)}{B(\lambda) - D(\lambda)} \quad (1)$$

【0050】 在此， λ 為波長， $E(\lambda)$ 為來自晶圓的反射光的強度， $B(\lambda)$ 為基準強度， $D(\lambda)$ 為暗等級（在遮蔽光的條件下所測定的光強度）。

【0051】 處理部 18 從在空轉過程中獲得的膜厚資料（即各波長的光強度資料）算出平均資料，從此平均資料產生光譜。再者，處理部 18 藉由比較光譜與複數個基準光譜，決定最靠近產生光譜的基準光譜，將與此決定的基準光譜賦予關聯的膜厚決定為現在膜厚。複數個基準光譜是藉由研磨與研磨對象的晶圓同種的晶圓來預先取得者，在各基準光譜，取得其基準光譜時的膜厚被賦予關聯。也就是說，各基準光譜是在不同膜厚所取得者，複數個基準光譜對應複數個膜厚。因此，藉由指定最靠近現在光譜的基準光譜，可以預估現在膜厚。此預估膜厚值是上述膜厚指標值。

【0052】 第九圖係說明從以處理部 18 所產生的現在光譜與複數個基準光譜的比較來決定現在膜厚的程序的圖。如第九圖所示，處理部 18 將從

光強度資料產生的現在光譜與複數個基準光譜比較，決定最接近的基準光譜。具體來說，算出現在光譜與各基準光譜的偏差，偏差係指定最小基準光譜做為最接近的基準光譜。處理部 18 將賦予關聯於已指定的最接近的基準光譜的膜厚決定為現在膜厚。

【0053】 處理部 18 根據第三圖或第四圖所示的流程圖來決定研磨終點。在第三圖所示的流程圖的狀況下，預估膜厚值仍做為膜厚指標值來使用。在第四圖所示的流程圖的狀況下，從初期膜厚資料（初期光強度資料）根據上述方法求得初期膜厚，藉由從此初期膜厚除以現在預估膜厚值，可以求得研磨量。

【0054】 第四圖的例所示的研磨量，也可以從隨著膜厚變化的光譜的變化量求得。第十圖係表示對應膜厚差 $\Delta \alpha$ 的兩個光譜的概略圖。在此， α 是膜厚，在研磨時膜厚 α 與時間一起減少（ $\Delta \alpha > 0$ ）。如第十圖所示，光譜與膜厚變化一起沿著波長軸移動。兩個空轉步驟中所取得的兩個光譜間變化量，相當於被這些光譜所包圍的區域（以影線表示）。此區域面積相當於兩個空轉步驟間的膜厚資料的差分絕對值。因此，藉由計算上述區域面積，可以決定研磨量。研磨量 D 從下式（2）求得。

$$\text{【0055】} \quad D = \sum_{\lambda 1}^{\lambda 2} |Rc(\lambda) - Rp(\lambda)| \quad (2)$$

【0056】 在此， λ 為光的波長， $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 是決定做為監視對象的光譜波長範圍的下限值及上限值， Rc 是以最新空轉步驟取得的相對反射率， Rp 是以前次的空轉步驟取得的相對反射率。在進行三個以上的空轉步驟的狀況下，藉由累積最接近的兩個空轉步驟間的研磨量，更新研磨量 D 。

【0057】 也可以用常規化的相對反射率 $R_N(\lambda)$ 代替式（2）的 $R(\lambda)$ 。此常規化的相對反射率 $R_N(\lambda)$ ，以在特定波長範圍[$\lambda 1$ 、 $\lambda 2$]的相對反射率的平均值除以相對反射率 $R(\lambda)$ 來求得。當採用如此的正規化的相對反射率，可以消除因研磨墊 12 的磨耗導致光量的變化。

【0058】 當分光器 44 內的光學要素（縫隙、光柵、檢測器等）的配置變化，會有獲得的光譜的波長偏離的狀況。像這樣的波長偏離，會成為妨礙精確度高的膜厚測定的原因，所以較佳為根據以下所示的波長修正方法來修正波長。此波長修正方法包含：將光照射至基準基板的表面，接受來自該基準基板的反射光，藉由依波長分解接受的反射光，產生基準光譜，並將光照射至上述基準基板的表面，接受來自該基準基板的反射光，藉由依波長分解接受的反射光，產生現在的光譜，產生用來使現在的光譜與基準光譜一致的波長修正公式的步驟。上述基準基板係形成有均勻厚度的膜的基板。

【0059】 上述基準光譜供給水至研磨墊 12，並使基準基板滑接於研磨墊 12，進行研磨基準基板的第一水研磨，進行第一水研磨時，將光照射至基準基板表面，並接受來自該基準基板的反射光，藉由在第一水研磨中受光的反射光依波長分解來產生。上述現在的光譜供給水至研磨墊 12，並使基準基板滑接於研磨墊 12，進行研磨基準基板的第二水研磨，進行第二水研磨時，將光照射至基準基板表面，並接受來自該基準基板的反射光，藉由在第二水研磨中受光的反射光依波長分解來產生。前述修正公式是用來使現在的光譜極大點及極小點，與基準光譜對應的極大點及極小點一致的修正公式。

【0060】 在上述之例，雖然用光學式感應器做為感應頭 40，但本發明不限於此例，也可以在感應頭 40 使用渦電流感應器。做為如此渦電流感應器之例，可使用日本專利公開公報第 2009-99842 號所記載的渦電流感應器。

【0061】 渦電流感應器係流動高頻交流電流於線圈，在導電膜使渦電流誘發，從起因於此渦電流的磁場的阻抗變化，檢測導電膜的厚度。第十一圖係表示用來說明渦電流感應器的原理的電路圖。當高頻交流電流 I1 從交流電流 S 流動至渦電流感應器的線圈 90，在線圈 90 所誘發的磁力線通過導電膜中。藉此，在感應器側電路與導電膜側電路之間，產生互感，渦電流 I2 在導電膜流動。此渦電流 I2 產生磁力線，使感應器側電路的阻抗變化。

渦電流感應器從此感應器側電路的阻抗變化檢測導電膜的膜厚。

【0062】 第十一圖所示的感應器側電路與導電膜側電路，分別以下式成立。

【0063】

$$R_1 I_1 + L_1 \frac{d I_1}{d t} + M \frac{d I_2}{d t} = E \quad (3)$$

$$R_2 I_2 + L_2 \frac{d I_2}{d t} + M \frac{d I_1}{d t} = 0 \quad (4)$$

【0065】 在此，M 是互感係數， R_1 是包含渦電流感應器的線圈 90 的感應器側電路的等價電阻， L_1 是包含線圈 90 的感應器側電路的自感係數。 R_2 是誘發渦電流的導電膜的等價電阻， L_2 是渦電流流動的導電膜的自感係數。

【0066】 在此，若代入 $I_n = A_n e^{j\omega t}$ （正弦波），上述式（3）、（4）表示如下。

【0067】

$$(R_1 + j \omega L_1) I_1 + j \omega M I_2 = E \quad (5)$$

$$(R_2 + j \omega L_2) I_2 + j \omega M I_1 = 0 \quad (6)$$

【0068】 從這些式（5）、（6），推導出下式。

【0069】

$$\begin{aligned} I_1 &= E (R_2 + j \omega L_2) / \{ (R_1 + j \omega L_1) (R_2 + j \omega L_2) + \omega^2 M^2 \} \\ &= E / \{ (R_1 + j \omega L_1) + \omega^2 M^2 / (R_2 + j \omega L_2) \} \end{aligned} \quad (7)$$

【0070】 因此，感應器側電路的阻抗 Φ 以下式表示。

【0071】

$$\Phi = E / I_1 = \{ R_1 + \omega^2 M^2 R_2 / (R_2^2 + \omega^2 L_2^2) \} + j \omega \{ L_1 - \omega^2 L_2 M^2 / (R_2^2 + \omega^2 L_2^2) \} \quad (8)$$

【0072】 在此，將 Φ 的實部（電組成分）、虛部（有感電抗成分）分別以 X、Y 代入，上述式（8）會變成如下。

【0073】

$$\Phi = X + j \omega Y \quad (9)$$

【0074】 渦電流感應器輸出包含該渦電流感應器的線圈 90 的電路的阻抗的電阻成分 X 以及有感電抗成分 Y 。第十二圖係表示藉由在 XY 座標軸上繪圖來描繪隨著研磨時間變化的 X 、 Y 的圖。點 T_{∞} 的座標係膜厚為無線大時，即 R_2 為零時的 X 、 Y ，若點 T_0 的座標為可無視基板導電率者，當膜厚為零時，即 R_2 為無限大時的 X 、 Y 。從 X 、 Y 值所定位的點 T_n ，隨著膜厚減少，會描繪圓弧狀軌跡並向著點 T_0 前進。又，第十二圖所示的記號 k 是結合係數，成立下列關係式。

【0075】

$$M = k (L_1 L_2)^{1/2} \quad (10)$$

【0076】 第十三圖係表示使第十二圖的圖形逆時針旋轉 90 度，並平行移動的圖。如第十三圖所示，隨著膜厚減少，從 X 、 Y 值所定位的點 T_n 係描繪圓弧狀的軌跡來向著點 T_0 前進。

【0077】 線圈 90 與晶圓 W 之間的距離 G ，是對應存在這些之間的研磨墊 12 的厚度來變化。結果，如第十四圖所示，對應使用的研磨墊 12 的厚度程度的距離 G ($G_1 \sim G_3$)，座標 X 、 Y 的圓弧軌跡會變動。從第十四圖可知，不論線圈 90 與晶圓 W 之間的距離 G ，當各膜厚的座標 X 、 Y 以直線（以下稱預備測定直線）連接，可取得其預備測定直線交叉的交點（基準點） P 。此預備測定直線 m ($n: 1, 2, 3 \dots$) 對於特定基準線（第十四圖的水平線） H ，以對應膜厚的仰角（夾角） θ 傾斜。因此，此角度 θ 可以是表示晶圓 W 的膜厚的膜厚指標值。

【0078】 處理部 18 藉由參照表示夾角 θ 與膜厚的關係的相關資料，可從研磨中獲得的角度 θ 來決定膜厚。此相關資料係研磨與研磨對象的晶圓同種的晶圓，經由測定對應各角度 θ 的膜厚來預先獲得者。第十五圖係表示根據研磨時間變化的角度 θ 的圖。縱軸表示角度 θ ，橫軸表示研磨時間。如此圖所示，角度 θ 與研磨時間一起增加，在某時間點變為固定。因此，處理部 18 在研磨中計算角度 θ ，可以從其角度 θ 取得現在膜厚。

【0079】 雖然以上說明的研磨裝置具備一個研磨台，但具備複數個研磨台的研磨裝置也適用於本發明。一般來說，研磨裝置有複數個研磨台，可將各研磨步驟區分至複數個研磨台來最適化研磨裝置整體的處理量。例如，以一個研磨台在第三圖的狀況下執行步驟 1，在第四圖的狀況下執行步驟 1～2，剩下的步驟以其他研磨台執行。一般來說，最初進行的漿體研磨時間被認為比後續步驟進行的水研磨或附加研磨的時間更長，所以如上述將研磨步驟區分至兩個研磨台，可將研磨台間的處理時間均勻化，並實現良好的處理量。

【0080】 上述實施形態是在本發明所屬領域中具有通常知識者以實施本發明為目的來記載者。上述實施形態的各種變形例，若為本領域人士當然可實施，本發明的技術思想也可適用於其他實施形態。因此，本發明並非限定於所記載的實施形態，而是解釋為根據申請專利範圍所定義的技術思想的最廣範圍。

【符號說明】

【0081】

- 10、101 研磨台
- 10a 平台軸
- 12、100 研磨墊
- 12a 研磨面
- 15、110 頂環
- 16 頂環軸
- 17 連接手段
- 18 處理部
- 25 平台馬達
- 30、115 漿體供給機構
- 31 水供給噴嘴
- 40 感應頭
- 42 投光部
- 43、48 光纖

44 分光器

47 光源

50A 第一孔

50B 第二孔

51 通孔

53 液體供給路

54 液體排出路

55 液體供給源

90 線圈

120 膜厚測定器

G 距離

I_1 交流電流

I_2 渦電流

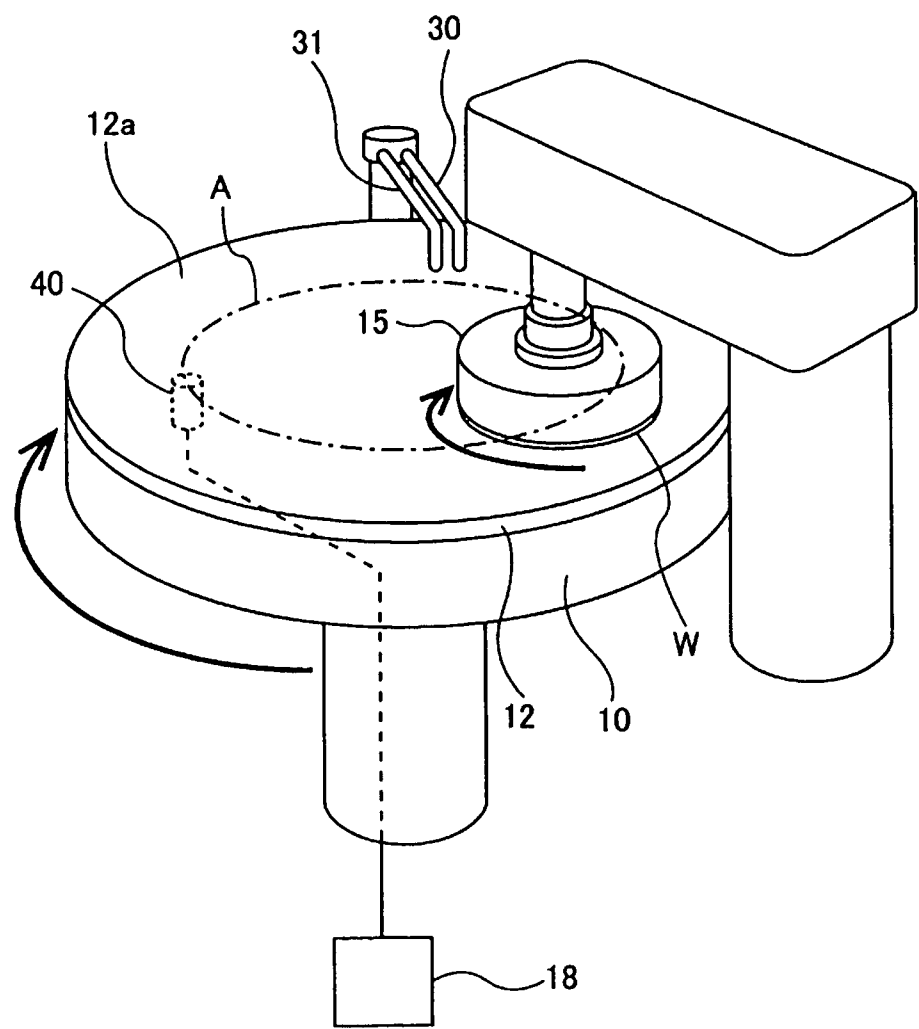
W 晶圓

申請專利範圍

1. 一種研磨裝置，研磨形成有膜的基板，其特徵在於具備：
研磨台，支持研磨墊；
頂環，使基板旋轉並壓抵至前述研磨墊；
感應頭，取得依前述膜的厚度來變化的膜厚資料；以及
處理部，根據前述膜厚資料監視前述基板的研磨進行；
前述感應頭設置於前述研磨台內，與前述研磨台一起旋轉；
前述研磨裝置使前述研磨台及前述基板旋轉，並執行實際上不進行前述研磨墊上的前述基板的研磨的空轉（idling）步驟；
前述感應頭在前述空轉步驟中取得前述膜厚資料；
前述處理部從前述膜厚資料算出表示前述膜的研磨進行的研磨指標值。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之研磨裝置，其中前述研磨裝置更具備：水供給噴嘴，將水供給至前述研磨墊上；
前述空轉步驟係從前述水供給噴嘴將水供給至前述研磨墊上並將前述基板水研磨的步驟。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之研磨裝置，其中在前述空轉步驟中，前述感應頭取得前述膜厚資料的時間係前述感應頭在前述基板上描畫的軌跡在前述基板的周方向均勻分佈的時間。
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之研磨裝置，其中在前述空轉步驟中，改變前述研磨台的旋轉速度及前述基板的旋轉速度的至少一者。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之研磨裝置，其中前述處理部算出在前述空轉步驟中所取得的前述膜厚資料的平均資料，從該平均資料決定前述研磨指標值。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之研磨裝置，其中前述處理部根據前述研磨指標值決定前述基板的研磨終點。
7. 如申請專利範圍第 6 項所述之研磨裝置，其中前述處理部算出為了前述研磨指標值達到特定目標值所需要的額外研磨時間。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之研磨裝置，其中前述研磨指標值是表示前述膜的厚度的膜厚指標值。

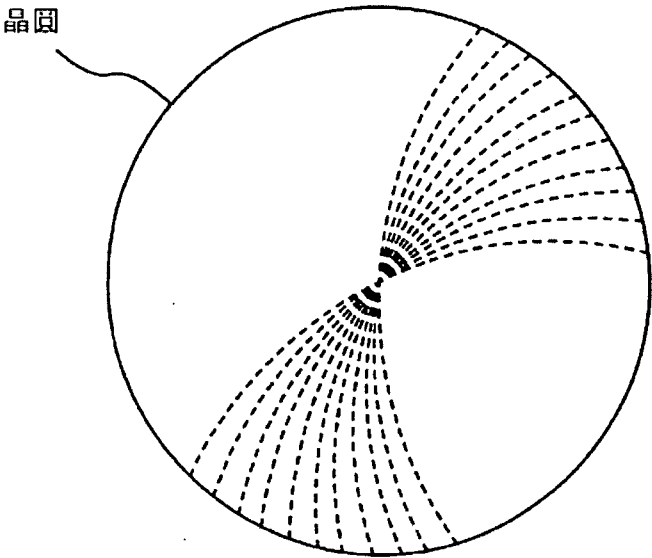
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之研磨裝置，其中前述研磨指標值是表示被研磨除去的前述膜的量的研磨量。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之研磨裝置，其中前述處理部藉由算出在前述空轉步驟與前次的空轉步驟所取得的兩個膜厚資料的差分絕對值，求得前述研磨量。
11. 如申請專利範圍第 1 項所述之研磨裝置，其中前述感應頭是光學式感應器。
12. 如申請專利範圍第 1 項所述之研磨裝置，其中前述感應頭是渦電流感應器。
13. 一種研磨方法，研磨形成有膜的基板，其特徵在於：
- 使埋設有感應頭的研磨台旋轉；
 - 使基板旋轉並壓抵該基板至前述研磨台上的研磨墊，來研磨前述基板；
 - 使前述研磨台及前基板旋轉，並執行實際上不進行前述研磨墊上的前述基板的研磨的空轉（idling）步驟；
 - 在前述空轉步驟中，以前述感應頭取得依前述膜的厚度來變化的膜厚資料；以及
 - 從前述膜厚資料算出表示前述膜的研磨進行的研磨指標值。
14. 如申請專利範圍第 13 項所述之研磨方法，其中前述空轉步驟係將水供給至前述研磨墊上並將前述基板水研磨的步驟。
15. 如申請專利範圍第 13 項所述之研磨方法，其中在前述空轉步驟中，前述感應頭取得前述膜厚資料的時間係前述感應頭在前述基板上描畫的軌跡在前述基板的周方向均勻分佈的時間。
16. 如申請專利範圍第 15 項所述之研磨方法，其中在前述空轉步驟中，改變前述研磨台的旋轉速度及前述基板的旋轉速度的至少一者。
17. 如申請專利範圍第 13 項所述之研磨方法，其中算出在前述空轉步驟中所取得的前述膜厚資料的平均資料，從該平均資料決定前述研磨指標值。
18. 如申請專利範圍第 13 項所述之研磨方法，其中根據前述研磨指標值決定前述基板的研磨終點。
19. 如申請專利範圍第 18 項所述之研磨方法，其中算出為了前述研磨指標值達到特定目標值所需要的額外研磨時間。

- 20.如申請專利範圍第 13 項所述之研磨方法，其中前述研磨指標值是表示前述膜的厚度的膜厚指標值。
- 21.如申請專利範圍第 13 項所述之研磨方法，其中前述研磨指標值是表示被研磨除去的前述膜的量的研磨量。
- 22.如申請專利範圍第 21 項所述之研磨方法，其中藉由算出在前述空轉步驟與前次的空轉步驟所取得的兩個膜厚資料的差分絕對值，求得前述研磨量。
- 23.如申請專利範圍第 13 項所述之研磨方法，其中前述感應頭是光學式感應器。
- 24.如申請專利範圍第 13 項所述之研磨方法，其中前述感應頭是渦電流感應器。



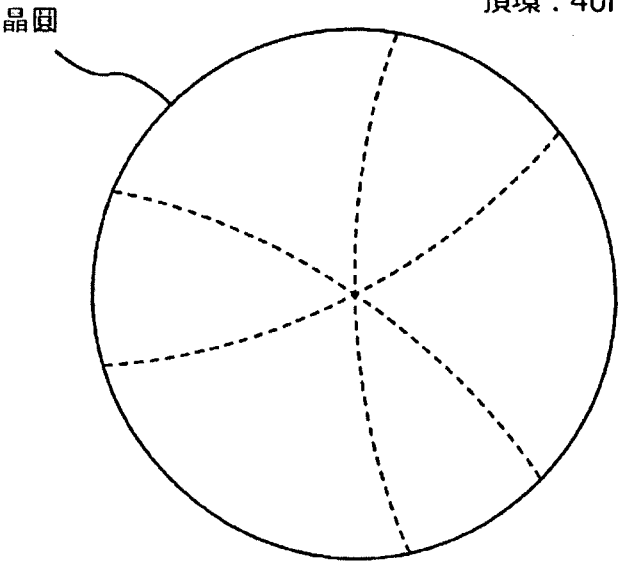
第一圖

研磨台：60rpm
頂環：61rpm

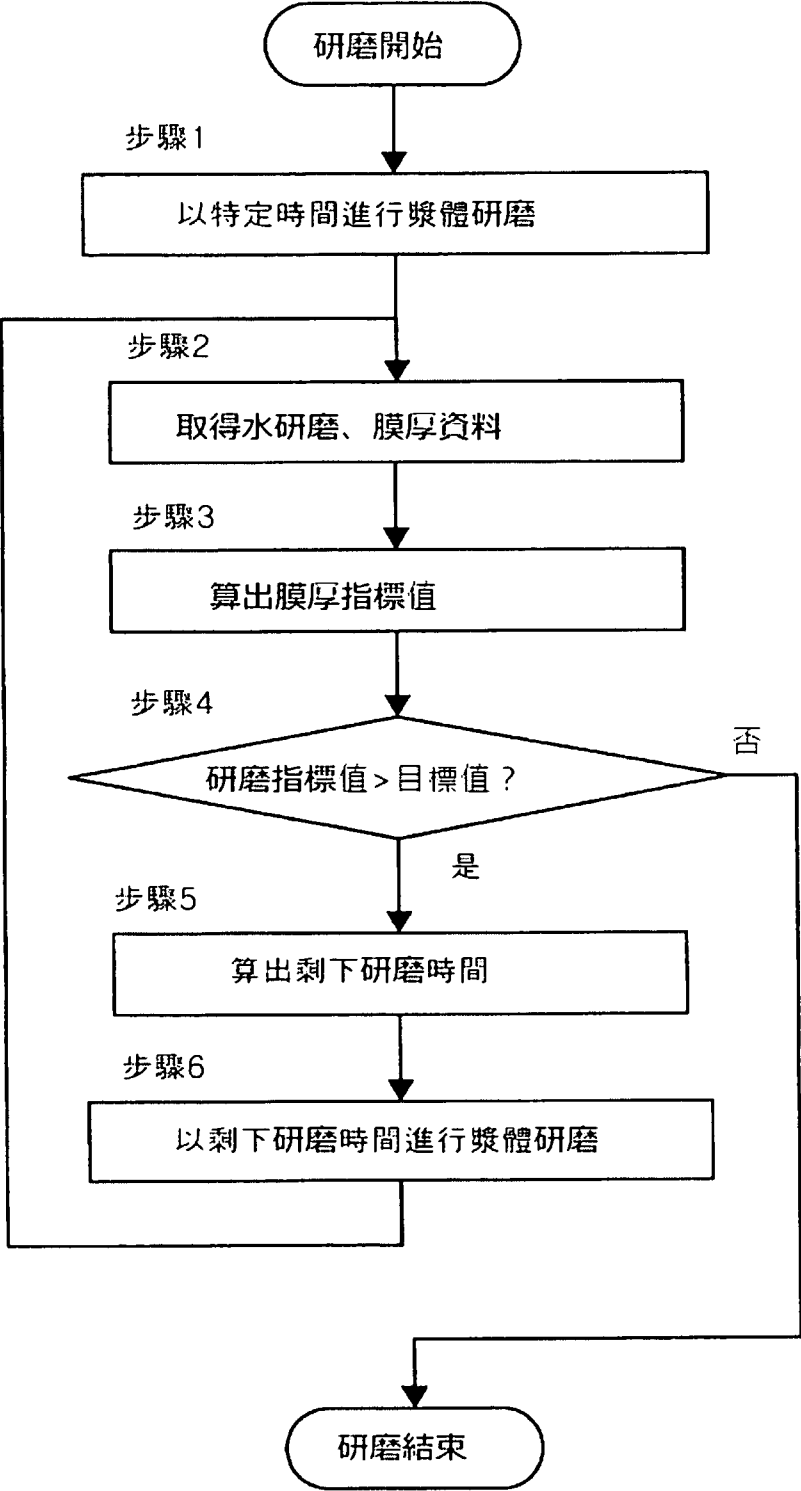


第二 (a) 圖

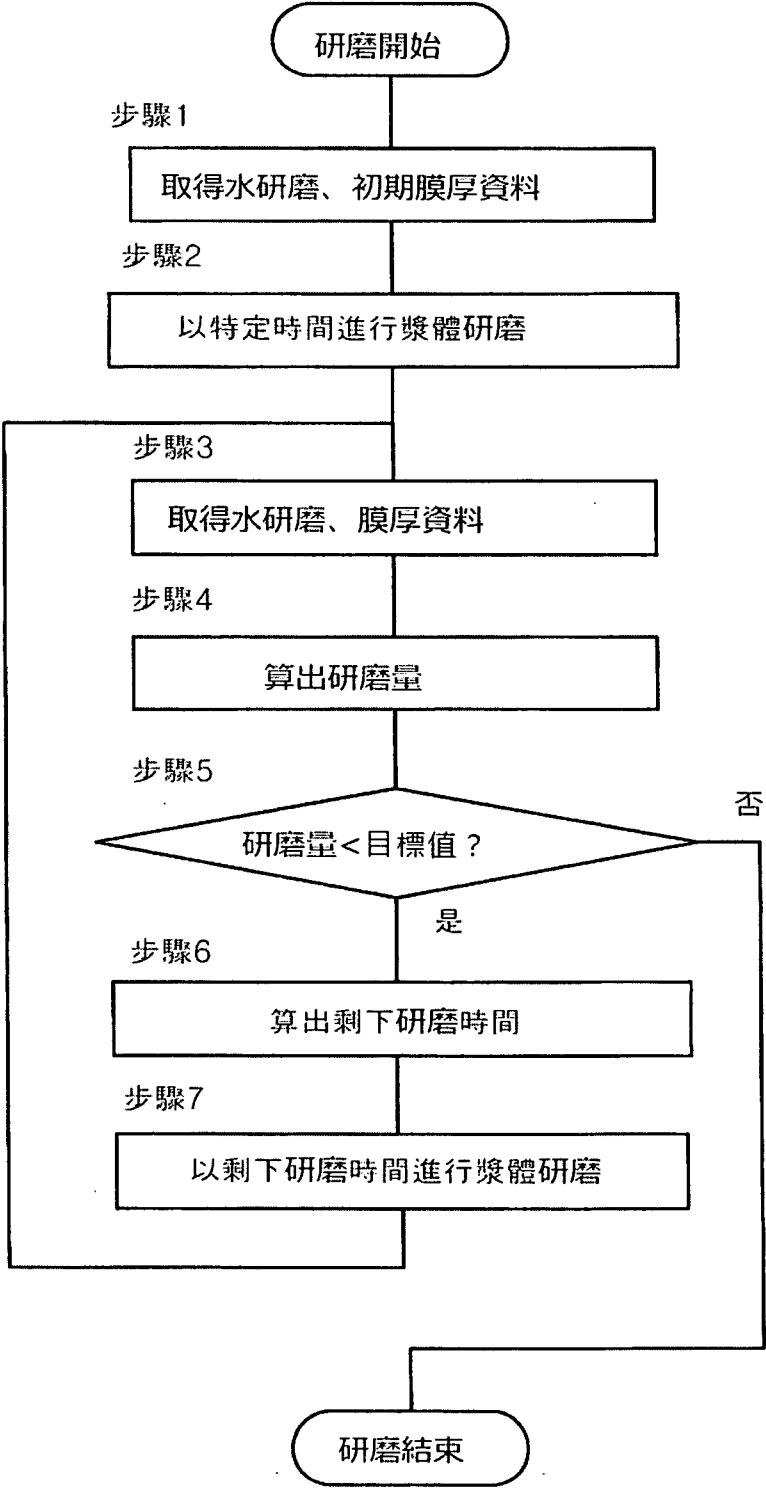
研磨台：60rpm
頂環：40rpm



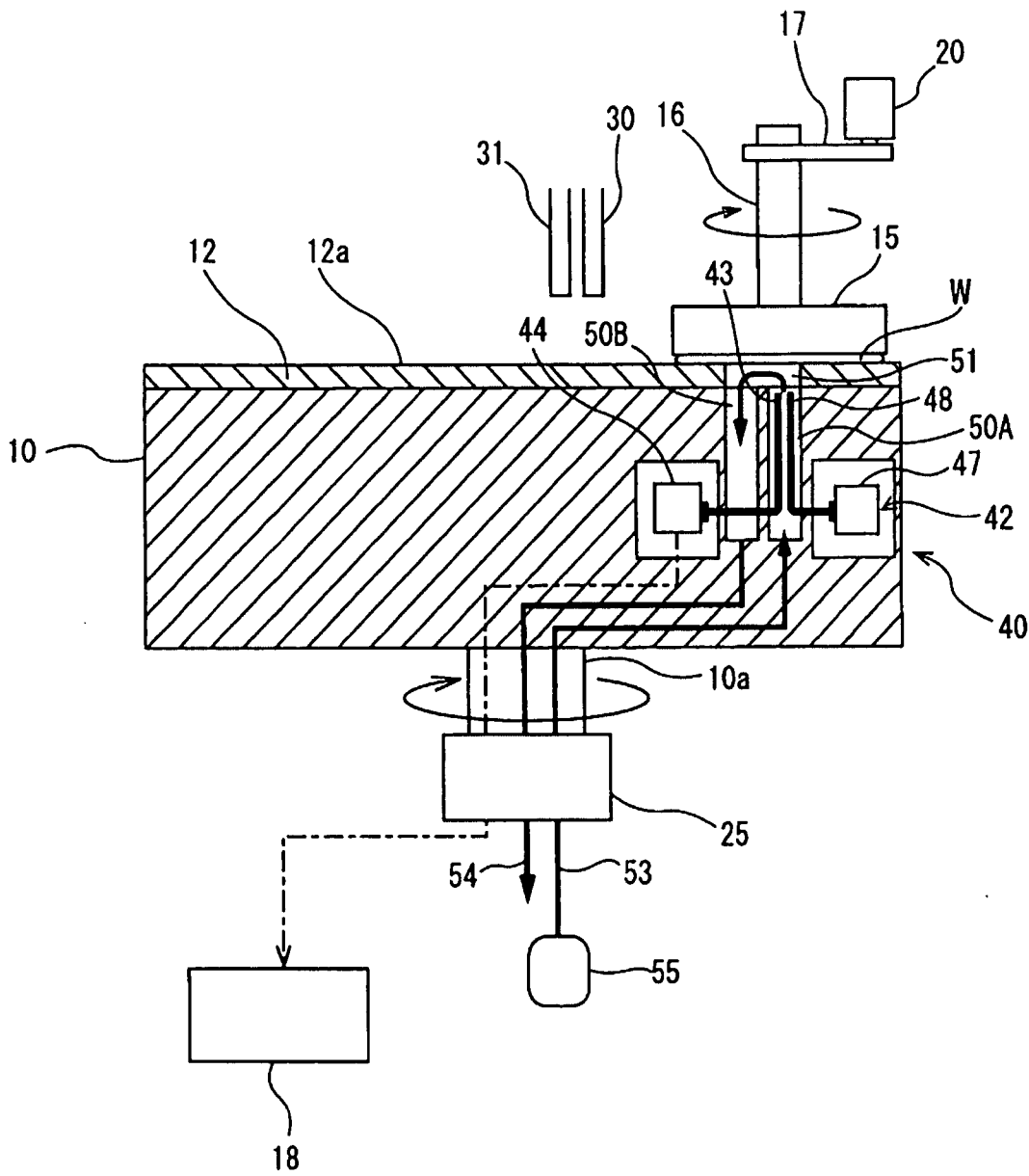
第二 (b) 圖



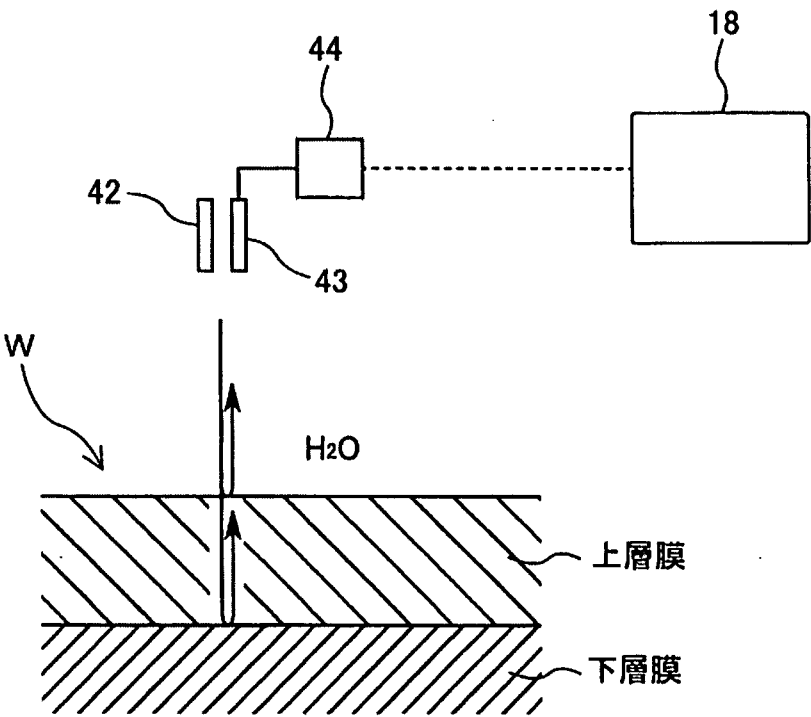
第三圖



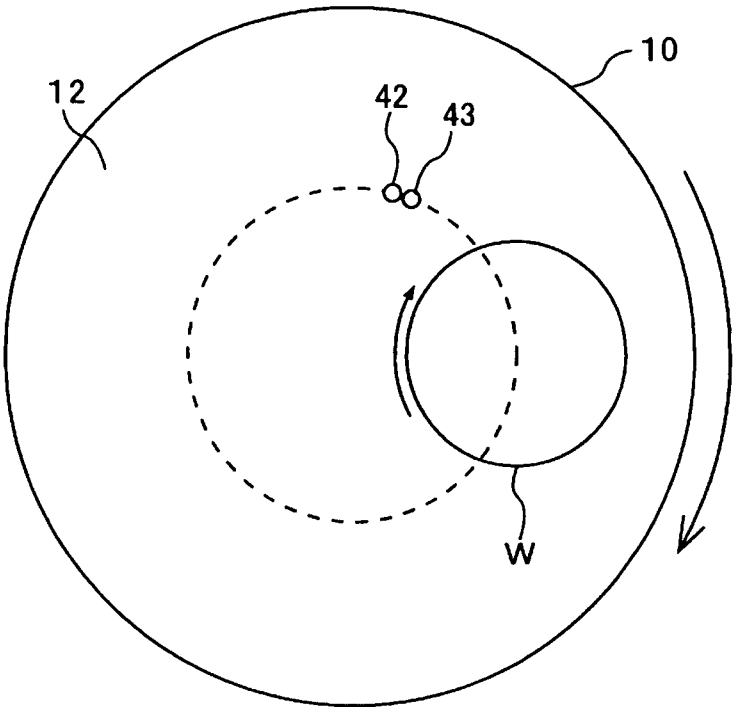
第四圖



第五圖

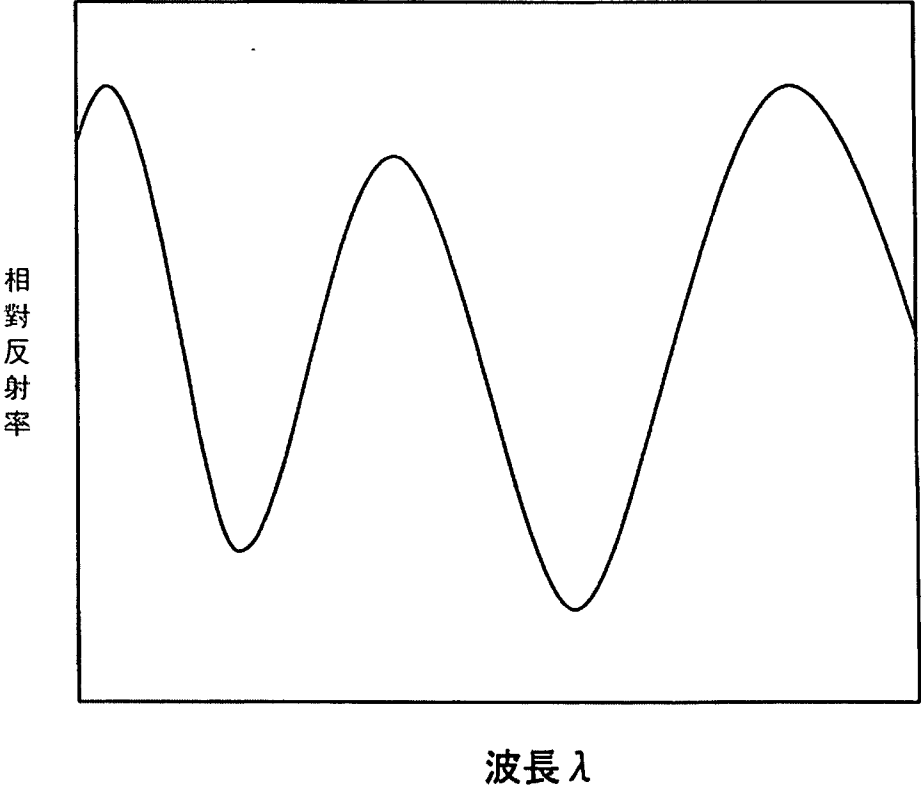


第六圖



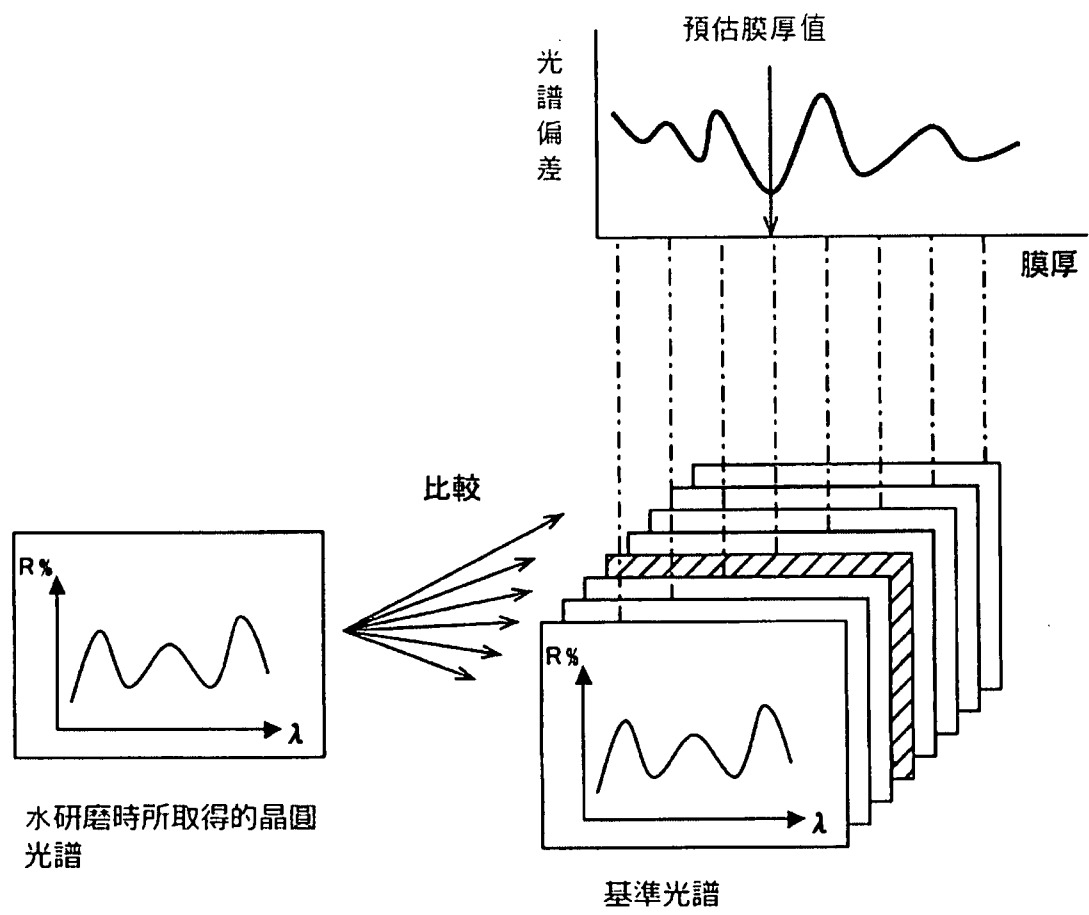
第七圖

8/17

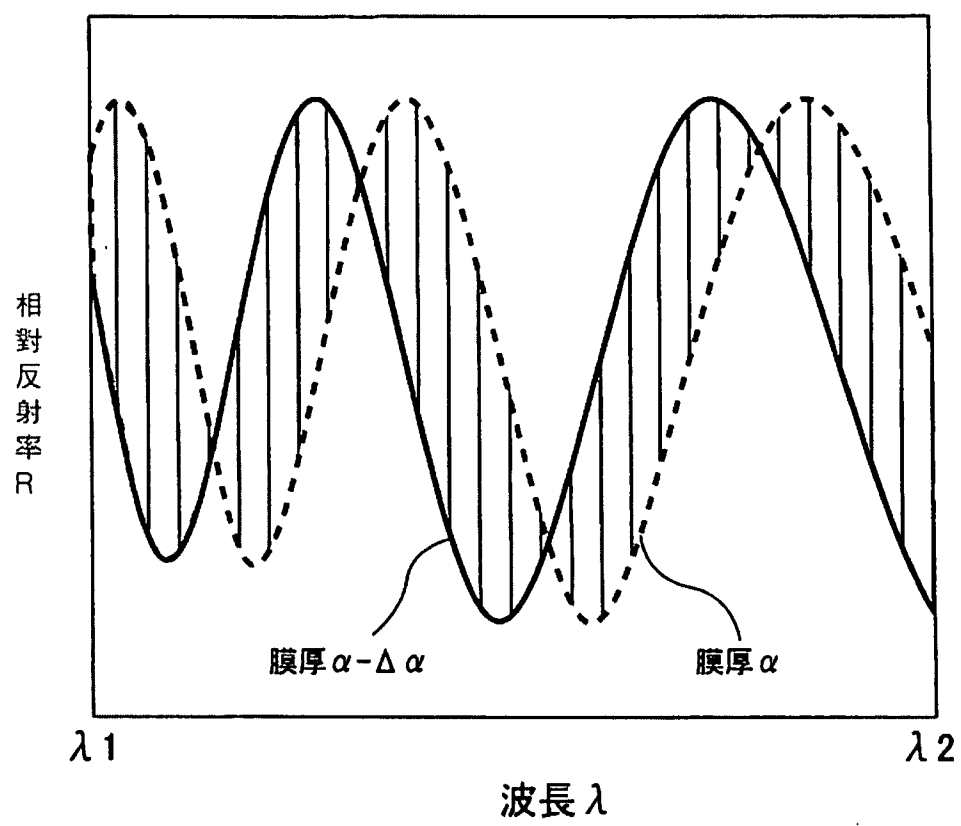


第八圖

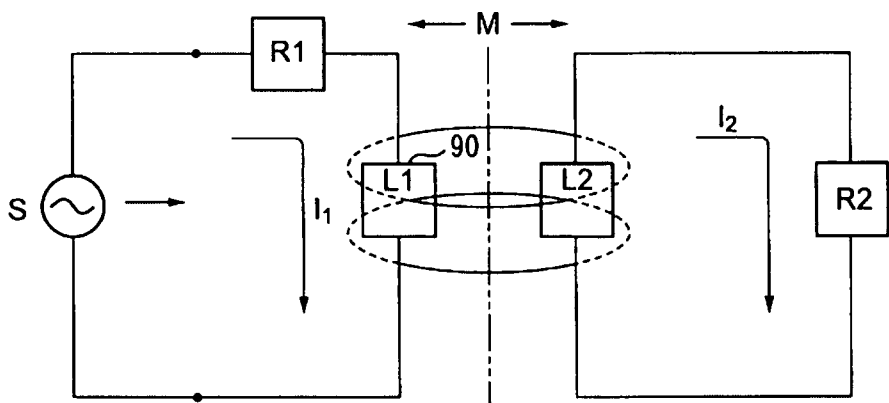
9/17



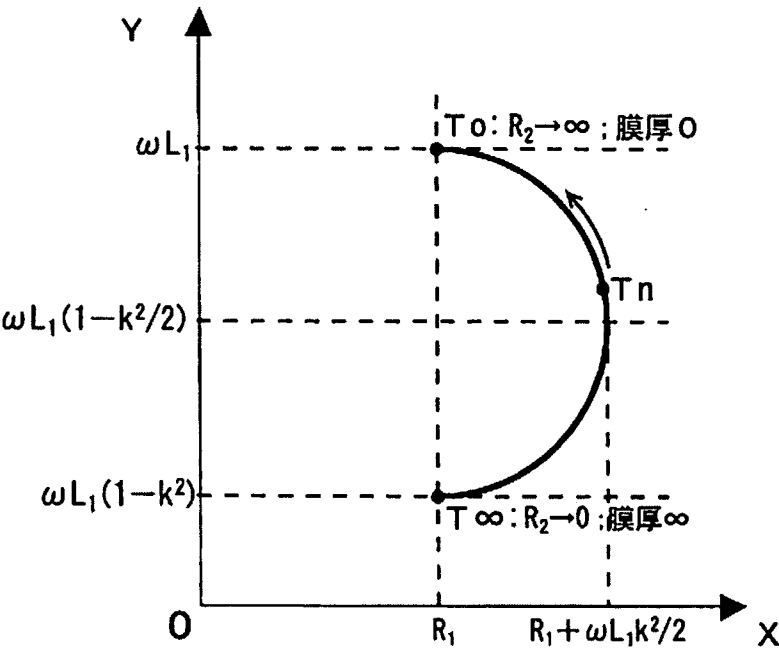
第九圖



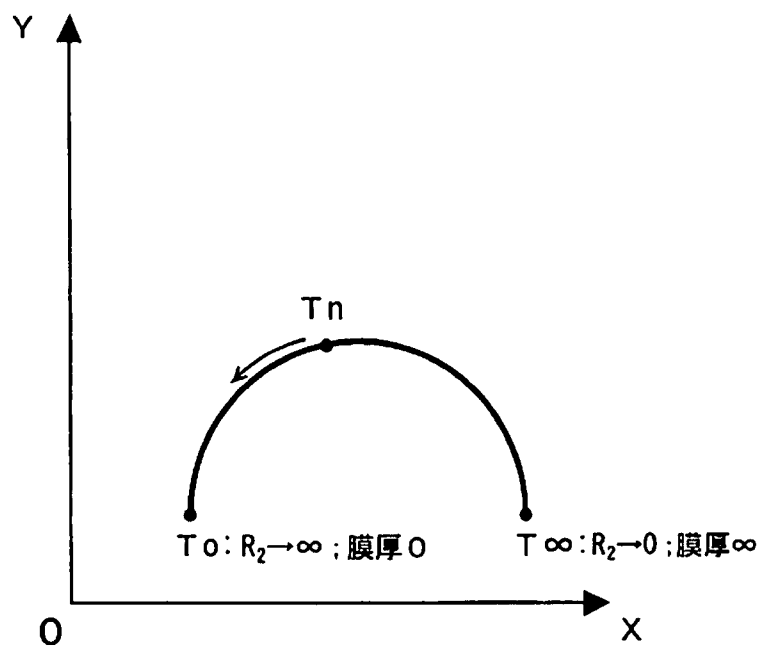
第十圖



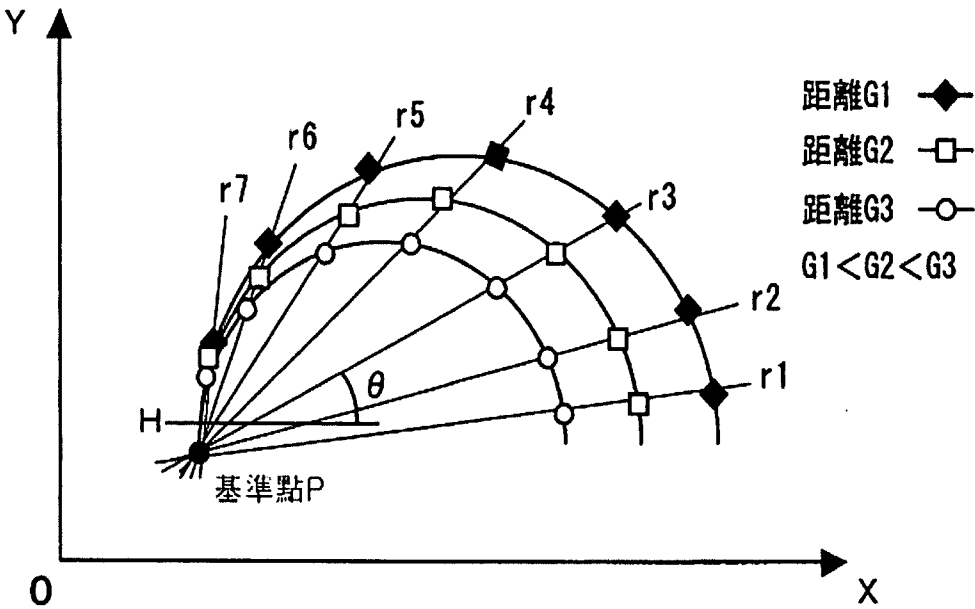
第十一圖



第十二圖

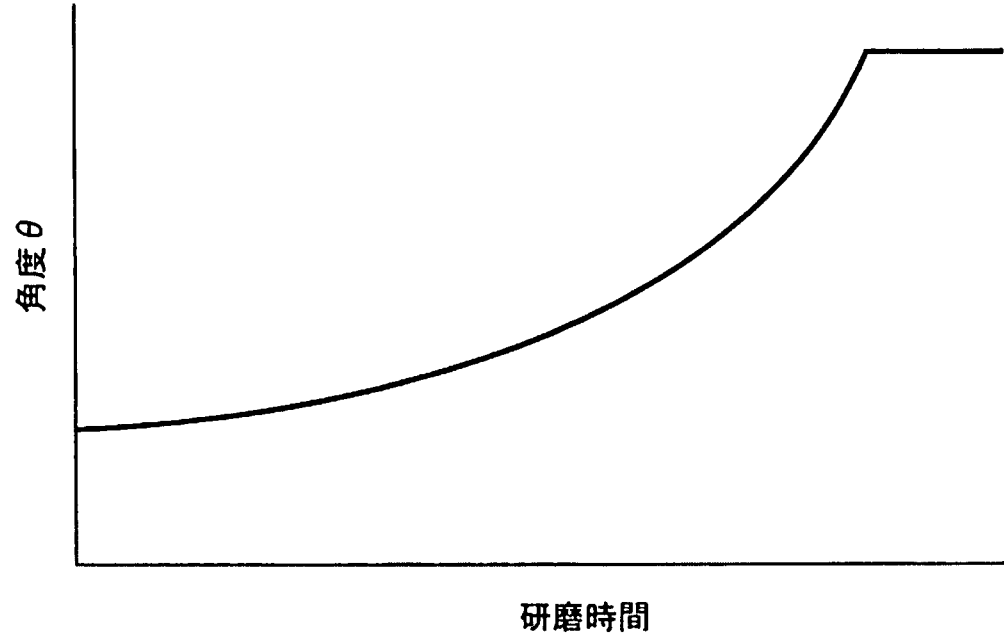


第十三圖

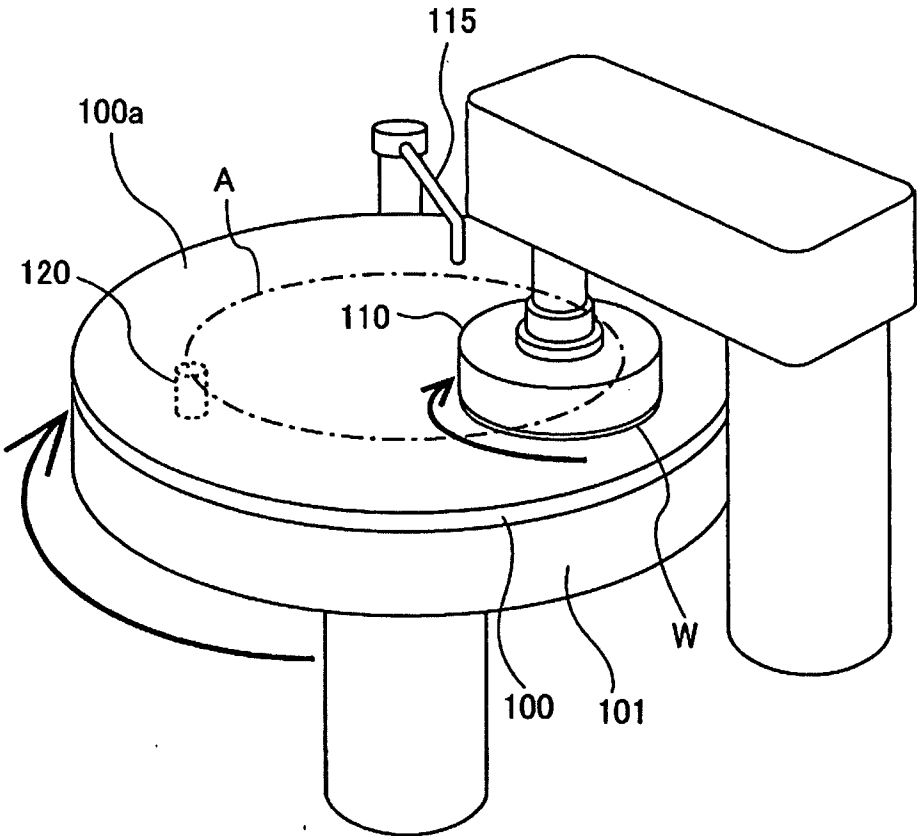


第十四圖

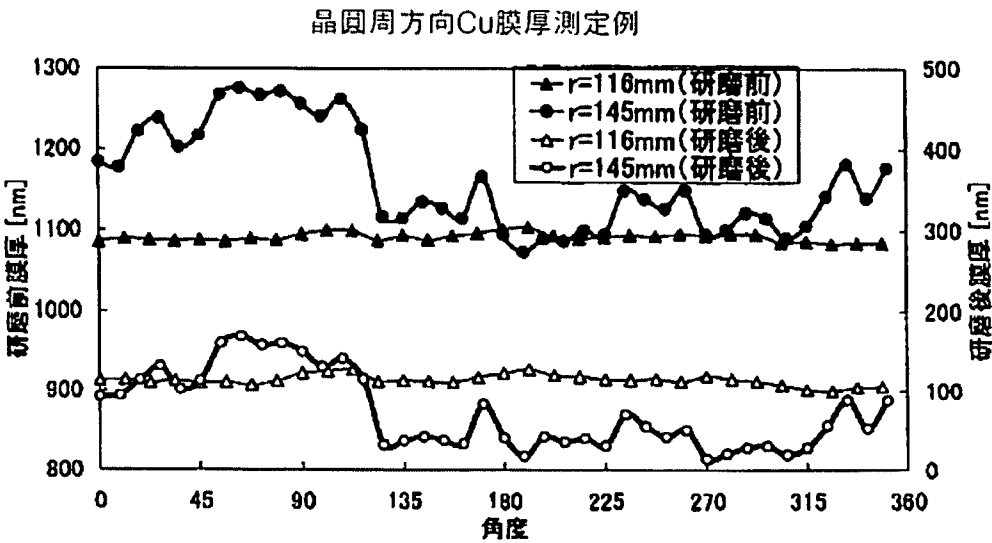
15/17



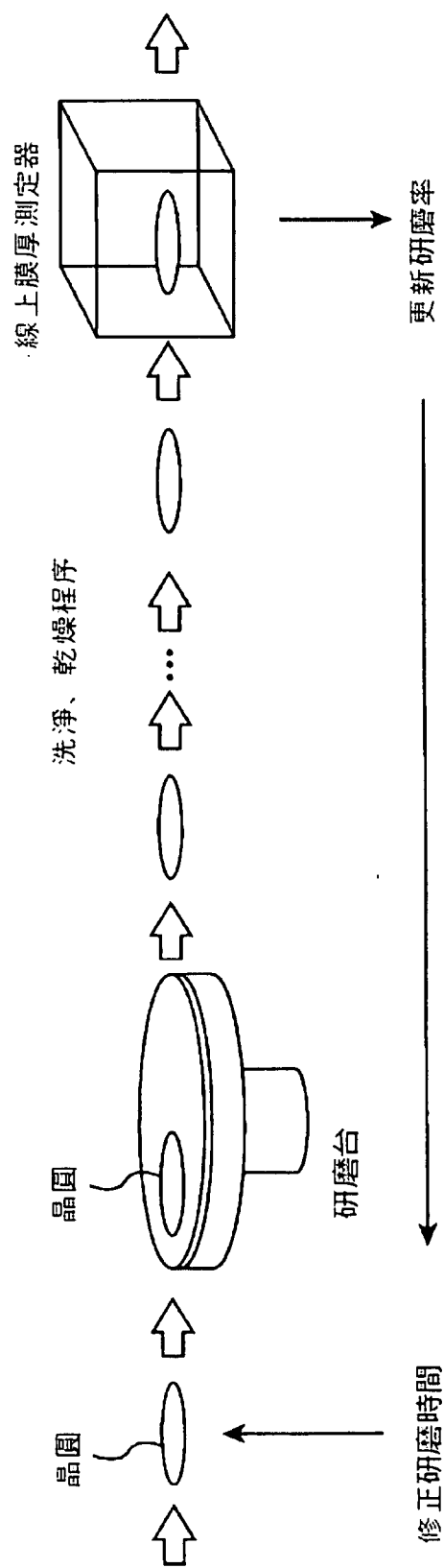
第十五圖



第十六圖



第十七圖



第十八圖