



(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 201800183 A

(43)公開日：中華民國 107 (2018) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：106117866

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 05 月 31 日

(51)Int. Cl. : **B24B49/10 (2006.01)****B24B37/013 (2012.01)****H01L21/304 (2006.01)**

(30)優先權：2016/06/28 日本

2016-127611

(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：中村 顯 NAKAMURA, AKIRA (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：9 項 圖式數：5 共 25 頁

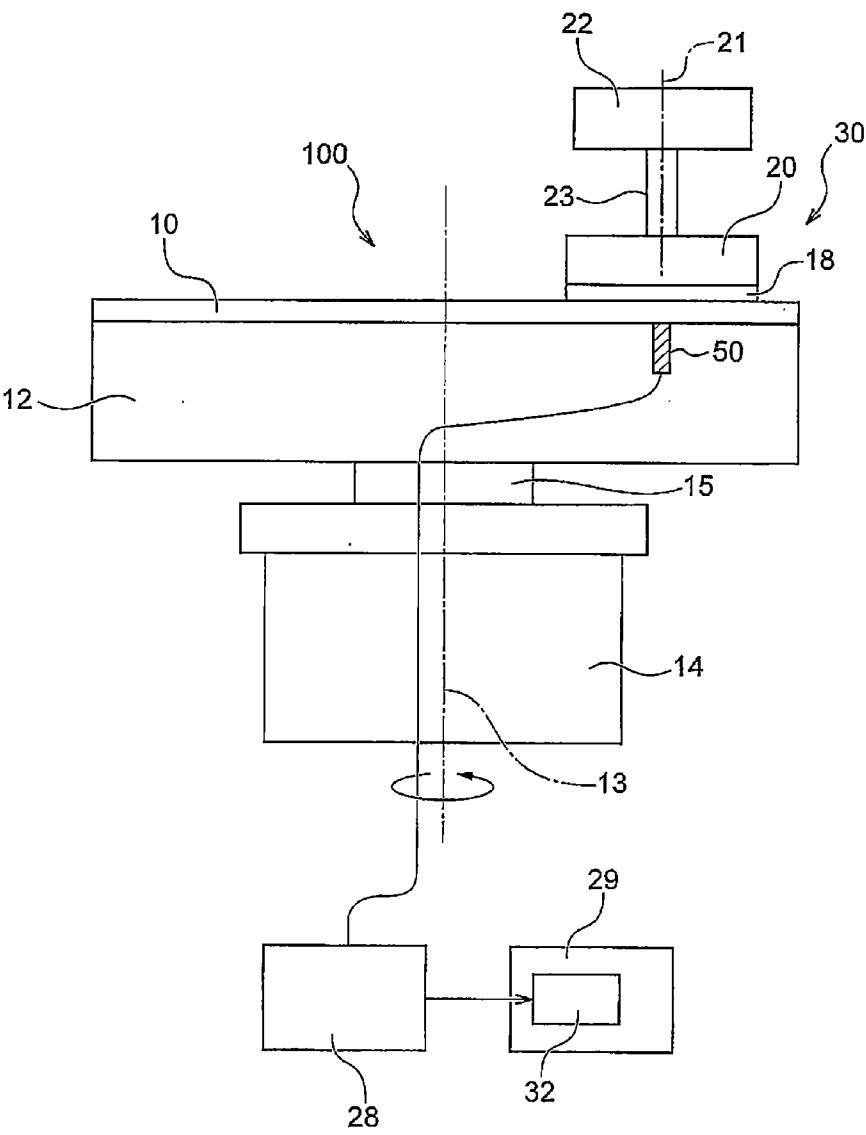
(54)名稱

研磨裝置、研磨方法、及研磨控制程式

(57)摘要

提供可補正因處理系統等的延遲時間所致之測定誤差，來推定相當於現在的膜厚的資料的研磨裝置。研磨部 30 係進行半導體晶圓 18 的研磨。渦電流感測器 50 係在複數測定時刻，測定可依半導體晶圓 18 的膜厚的變化而變化的渦電流。感測器處理部 28 係根據渦電流感測器 50 所測定出的渦電流，算出測定時刻中的半導體晶圓 18 的膜厚。膜厚預測部 32 係使用被算出的膜厚，預測由測定時刻經過處理延遲時間之後的膜厚。

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 10 . . . 研磨墊
- 12 . . . 研磨平台
- 13 . . . 旋轉軸
- 14 . . . 第 1 電動馬達
- 15 . . . 馬達軸
- 18 . . . 半導體晶圓
- 20 . . . 頂環
- 21 . . . 軸線
- 22 . . . 第 2 電動馬達
- 28 . . . 感測器處理部
- 29 . . . 控制部
- 30 . . . 研磨部
- 32 . . . 膜厚預測部
- 50 . . . 渦電流感測器
- 100 . . . 研磨裝置

第一圖

※ 申請案號：106117866

※ 申請日：106/05/31

※IPC 分類：

B24B 49/10 (2006.01)

B24B 37/013 (2012.01)

H01L 21/304 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

研磨裝置、研磨方法、及研磨控制程式

【中文】

【課題】提供可補正因處理系統等的延遲時間所致之測定誤差，來推定相當於現在的膜厚的資料的研磨裝置。

【解決手段】研磨部30係進行半導體晶圓18的研磨。渦電流感測器50係在複數測定時刻，測定可依半導體晶圓18的膜厚的變化而變化的渦電流。感測器處理部28係根據渦電流感測器50所測定出的渦電流，算出測定時刻中的半導體晶圓18的膜厚。膜厚預測部32係使用被算出的膜厚，預測由測定時刻經過處理延遲時間之後的膜厚。

【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	研磨墊	22	第2電動馬達
12	研磨平台	28	感測器處理部
13	旋轉軸	29	控制部
14	第1電動馬達	30	研磨部
15	馬達軸	32	膜厚預測部
18	半導體晶圓	50	渦電流感測器
20	頂環	100	研磨裝置
21	軸線		

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

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、研磨方法、及研磨控制程式

【技術領域】

【0001】 本發明係關於將研磨對象物的表面進行研磨的研磨裝置，尤其關於預測相當於膜厚的資料的研磨裝置、及使用該裝置來進行研磨的研磨方法。此外，本發明係關於控制研磨裝置的研磨控制程式。

【先前技術】

【0002】 近年來，隨著半導體元件的高集積化的進展，電路配線微細化，配線間距離亦逐漸變得更窄。因此，必須將作為研磨對象物的半導體晶圓的表面平坦化，以該平坦化法之一手段而言，進行藉由化學機械研磨（CMP）裝置來研磨。

【0003】 研磨裝置係具備有：供保持用以將研磨對象物進行研磨的研磨墊之用的研磨平台；及用以保持研磨對象物而按壓在研磨墊的頂環。研磨平台與頂環係分別藉由驅動部（例如馬達）被旋轉驅動。在研磨墊上流動含有研磨劑的液體（漿料），在該處按抵被保持在頂環的研磨對象物，藉此研磨對象物即被研磨。

【0004】 在研磨裝置中，若研磨對象物的研磨不充分，無法取得電路間的絕緣，衍生短路之虞，此外，若形成為過度研磨時，會產生因配線的剖面積減少所致之電阻值上升、或配線本身完全被去除，未形成電路本身等問題。此外，必須遍及表面全體，精度佳地形成為平坦。因此，在研磨裝置中，圖求檢測最適研磨終點、或遍及表面全體，精度佳地檢測研磨量。

【0005】 以如上所示之技術而言，有日本特開2012-135865號所記載的渦電流式終點偵測感測器（以下稱為「渦電流感測器」）等。在該渦電流感測器中，藉由螺線管型或螺旋型線圈，進行研磨對象物內的渦電流檢測。因研磨對象物的膜厚改變，渦電流會增加或減少。

【0006】 以研磨終點檢測手段的其他方法而言，亦已知一種研磨對象物的膜厚改變，檢測研磨移至不同材質的物質時的研磨摩擦力改變的方法。此外，亦有檢測研磨對象物的表面反射率改變的方法。

【0007】 對於在研磨中測定研磨對象的膜厚的該等感測器的輸出，為了去除雜訊等，進行將感測器的輸出平均化的處理或雜訊濾波處理、及／或進行放大的處理等處理。該等處理係藉由利用類比電路、或數位電路（軟體等）所成之處理系統來進行。若該等處理複雜，在感測器測定時與處理結束時之間會發生延遲（時間滯後）。此外，為了該等處理，亦有在研磨裝置內通訊系統中，或研磨裝置與其他裝置之間的通訊系統中，進行資料的傳送接收的情形。亦有發生因資料的傳送接收用通訊系統而起的延遲的情形。結果，掌握研磨裝置使用在終點檢測或各種控制的膜厚資料，並無法完全即時。在藉由類比電路、或數位電路所成之處理系統或通訊系統正在進行處理的期間，研磨亦在進行，因此處理系統或通訊系統在處理結束時所掌握的膜厚、與處理結束時的實際膜厚，係產生誤差。

【0008】 隨著半導體元件的微細化的發展，所需研磨量減少，研磨時間亦變短，另一方面，對膜厚的測定精度的要求增高。因此，藉由處理系統或通訊系統所成之伴隨處理延遲的處理系統或通訊系統所掌握的膜厚的時間延遲的影響變大。

【先前技術文獻】**【專利文獻】**

【0009】 **【專利文獻1】** 日本特開2012-135865號

【發明內容】

（發明所欲解決之課題）

【0010】 本發明係為解決如上所示之問題點而完成者，其目的在提供可補正因處理系統等的延遲時間所致之測定誤差，來推定相當於處理系統的處理結束時的膜厚的資料的研磨裝置、研磨方法、及研磨控制程式。

（解決課題之手段）

【0011】 為解決上述課題，在第1形態中，採用以下構成：一種研磨裝置，其係將研磨對象物進行研磨的研磨裝置，其特徵為：具有：研磨部，其係進行前述研磨對象物的研磨；測定部，其係在複數測定時刻，測定可依前述研磨對象物的膜厚變化而變化的物理量；膜厚算出部，其係根據前述測定部所測定出的前述物理量，算出在前述測定時刻相當於前述研磨對象物的膜厚的資料；及膜厚預測部，其係使用被算出的前述資料，針對前述測定時刻之中的至少一部分的測定時刻，預測由該測定時刻經過處理延遲時間之後的前述資料。

【0012】 藉由本形態，可補正因物理量測定後的通訊系統或處理系統等的處理時間而起之進行藉由測定部所為之測定的測定時刻、與因該等系統所為之處理結束後的處理結束時刻之間的時間差，亦即「處理延遲時間」所致之測定誤差。藉由補正，更正確地推定相當於在處理結束時刻的膜厚的資料，研磨的終點偵測精度會提升。亦即，可補償處理系統的延遲，而

防止終點檢測的延遲。

【0013】 在此，「相當於膜厚的資料」係指包含：（1）膜厚、（2）對膜厚乘以預定數的資料、（3）對膜厚加算或減算預定數的資料、（4）組合（2）與（3）的資料等。藉由（1）～（4）的資料，可監視膜厚的變化，可進行研磨的終點偵測、或研磨狀態的監視。其中，（2）～（4）中的預定數可為在測定中為一定數值，但是亦可考慮膜的狀態的時間變化、研磨部（例如研磨墊）的狀態的時間變化等，在測定中進行變更。

【0014】 此外，藉由本實施形態，可比以往更為正確地推定相當於膜厚的資料，因此閉迴路控制（Close-loop control：CLC）的性能提升。其中，閉迴路控制係指將研磨結果的資料（相當於膜厚的資料）反饋至研磨裝置的控制裝置，控制裝置判斷研磨狀態，且藉由來自控制裝置的指令，控制研磨部的方式。

【0015】 在化學機械研磨中的in-situ膜厚測定中，以在研磨中可依研磨對象的膜厚的變化而變化的物理量而言，係有渦電流、或膜的表面的光學反射率等。渦電流係取決於膜的電導率及膜厚。在感測器（測定部）測定出該等物理量之後，以雜訊去除或訊號放大等為目的，進行測定值的時間平均處理、或補正處理等處理，發生時間延遲。研磨裝置的控制系統使用在終點檢測或各種研磨狀態的控制之相當於膜厚的資料係以處理等所需的時間份較為舊往的資料。

【0016】 延遲時間為例如0.2～1秒左右。延遲時間係可實際測定，作為處理延遲時間而組入於系統中。因通訊系統或處理系統所致之延遲亦可形成為一定值（一定的時間）。此外，亦可配合研磨的進行，或按照研磨條

件而形成為可變。

【0017】 在相當於經過處理延遲時間時的膜厚的資料的計算，亦可使用樣條內插等。樣條內插係指使用通過複數測定資料之平滑曲線（樣條曲線（spline curve））的內插。在樣條內插曲線中，係對相鄰測定資料所夾的各區間，使用個別的多項式，例如3次式。

【0018】 在第2形態中，採用研磨裝置之以下構成：前述膜厚預測部係使用被算出的前述資料，針對前述測定時刻之中的至少一部分的測定時刻，預測由該測定時刻經過處理延遲時間之後的前述資料的變化量，使用被預測出的前述變化量，預測由該測定時刻經過前述處理延遲時間之後的前述資料。

【0019】 在第3形態中，採用研磨裝置之以下構成：前述膜厚預測部係使用被算出的前述資料，算出研磨率，使用被算出的前述研磨率，預測前述變化量。其中，研磨率係指平均單位時間（例如平均1秒）的研磨量（相當於前述膜厚的資料的變化量）。

【0020】 在本實施形態中，由相當於膜厚的資料的時間序列資料，使用研磨率，藉此可補償處理系統的延遲，且防止終點檢測的延遲。

【0021】 在第4形態中，採用研磨裝置之以下構成：由前述測定時刻經過前述處理延遲時間之後係指在前述測定時刻，前述測定部測定出前述物理量之後，前述膜厚算出部根據該物理量，前述研磨對象物的前述資料的算出可結束之時。

【0022】 在第5形態中，採用研磨裝置之以下構成：由前述測定時刻經過前述處理延遲時間之後係指在前述測定時刻，前述測定部測定出前述

物理量之後，前述膜厚預測部使用被算出的前述資料，前述資料的預測可結束之時。

【0023】 在第6形態中，採用以下構成：一種研磨方法，其係將研磨對象物進行研磨的研磨方法，其特徵為：具有：研磨步驟，其係進行前述研磨對象物的研磨；測定步驟，其係在複數測定時刻，測定可依前述研磨對象物的膜厚變化而變化的物理量；膜厚算出步驟，其係根據在前述測定步驟所測定出的前述物理量，算出在前述測定時刻相當於前述研磨對象物的膜厚的資料；及膜厚預測步驟，其係使用被算出的前述資料，針對前述測定時刻之中的至少一部分的測定時刻，預測由該測定時刻經過處理延遲時間之後的資料。

【0024】 在第7形態中，採用研磨方法之以下構成：前述膜厚預測步驟係使用被算出的前述資料，針對前述測定時刻之中的至少一部分的測定時刻，預測由該測定時刻經過處理延遲時間之後的資料的變化量，使用被預測出的前述變化量，預測由該測定時刻經過前述處理延遲時間之後的資料。

【0025】 在第8形態中，採用以下構成：一種研磨控制程式，其係使用在控制將研磨對象物進行研磨的研磨裝置的研磨控制程式，該研磨裝置具有在複數測定時刻，測定可依研磨對象物的膜厚變化而變化的物理量的測定部，其特徵為：使電腦作為以下來發揮功能：膜厚算出部，其係根據前述測定部所測定出的前述物理量，算出在前述測定時刻相當於前述研磨對象物的膜厚的資料；及膜厚預測部，其係使用被算出的前述資料，針對前述測定時刻之中的至少一部分的測定時刻，預測由該測定時刻經過處理

延遲時間之後的資料。

【0026】 在第9形態中，採用研磨控制程式之以下構成：前述膜厚預測部係使用被算出的前述資料，針對前述測定時刻之中的至少一部分的測定時刻，預測由該測定時刻經過處理延遲時間之後的資料的變化量，使用被預測出的前述變化量，預測由該測定時刻經過前述處理延遲時間之後的資料。

【圖式簡單說明】

【0027】 第一圖係顯示本實施形態之研磨裝置的基本構成的圖。

第二圖係顯示渦電流感測器的構成的圖，第二(a)圖係顯示渦電流感測器的構成的區塊圖，第二(b)圖係顯示渦電流感測器的等效電路圖。

第三圖係顯示本實施形態之渦電流感測器中的感測器線圈的構成例的概略圖。

第四(a)圖係顯示半導體晶圓18的實際膜厚的圖表，第四(b)圖係顯示感測器處理部28所輸出的半導體晶圓18的膜厚的圖表，第四(c)圖係顯示膜厚預測部32所輸出的半導體晶圓18所被預測出的膜厚的圖表。

第五圖係進行研磨至預定膜厚，若到達預定膜厚，即結束研磨時的流程圖。

【實施方式】

【0028】 以下根據圖式，說明本發明之一實施形態之研磨裝置。首先，說明研磨裝置的基本構成，之後說明研磨對象物的研磨終點的檢測。

【0029】 第一圖係顯示本實施形態之研磨裝置100的基本構成的圖。將半導體晶圓（研磨對象物）18進行研磨的研磨裝置100係具有：進行半導

體晶圓18的研磨的研磨部30、渦電流感測器（測定部）50、及感測器處理部（膜厚算出部）28。渦電流感測器50係在複數測定時刻，測定可依半導體晶圓18的膜厚變化而變化的物理量。感測器處理部28係根據渦電流感測器50所測定出的渦電流，算出相當於各測定時刻中的半導體晶圓18的膜厚的資料。

【0030】 在本實施形態中的測定時刻係例如0.5秒間隔的時刻。在本實施形態中的物理量係半導體晶圓18內的渦電流。因半導體晶圓18的膜厚改變，渦電流會增加或減少。其中，本發明中可依膜厚變化而變化的物理量並非侷限於渦電流。物理量亦可為研磨時的研磨摩擦力、或研磨對象物的表面反射率。

【0031】 研磨裝置100係另外具有控制部29。控制部29係包含膜厚預測部32。膜厚預測部32係使用相當於藉由感測器處理部28被算出的膜厚的資料，針對各測定時刻，預測相當於由測定時刻經過處理延遲時間後的膜厚的資料。本實施形態中之相當於膜厚的資料係由後述之阻抗 Z 的大小（絕對值）所得之膜厚。

【0032】 膜厚預測部32係使用被算出的膜厚，針對各測定時刻，預測經過處理延遲時間之後的膜厚的變化量，且使用被預測出的變化量，預測由測定時刻經過處理延遲時間之後的膜厚。其中，本發明並非為侷限於預測膜厚的變化量，且使用被預測出的變化量，來預測膜厚的方法者。例如，亦可無須預測膜厚的變化量，而直接預測膜厚。以直接預測膜厚的方法而言，亦可使用被算出的膜厚，藉由樣條內插（spline interpolation），預測由測定時刻經過處理延遲時間之後的膜厚。

【0033】 膜厚預測部32係使用被算出的膜厚，算出研磨率，且使用被算出的研磨率，預測前述變化量。研磨率的算出方法容後詳述。

【0034】 本實施形態中由測定時刻經過處理延遲時間之後係指在測定時刻，渦電流感測器50測定出渦電流之後，感測器處理部28根據渦電流，半導體晶圓18的膜厚算出結束之時。經過處理延遲時間之後係指例如渦電流感測器50測定出渦電流之後0.2秒後。其中，本發明並非侷限於感測器處理部28根據渦電流，半導體晶圓18的膜厚算出結束之時，來作為經過處理延遲時間之後。例如，由測定時刻經過處理延遲時間之後亦可指渦電流感測器50在測定時刻測定出渦電流之後，膜厚預測部32使用被算出的膜厚，膜厚的預測即可結束之時。

【0035】 藉由第一圖，詳細說明研磨部30。研磨部30係具備有：可將研磨墊10安裝在上面的研磨平台12；將研磨平台12旋轉驅動的第1電動馬達14；可保持半導體晶圓18的頂環20；及將頂環20旋轉驅動的第2電動馬達22。第1電動馬達14的轉子係連接於馬達軸15，藉由馬達軸15，研磨平台12被旋轉驅動。

【0036】 頂環20係可藉由未圖示之保持裝置，接近或遠離研磨平台12。將半導體晶圓18進行研磨時，將頂環20接近研磨平台12，藉此將被保持在頂環20的半導體晶圓18，抵接於被安裝在研磨平台12的研磨墊10。

【0037】 將半導體晶圓18進行研磨時，在研磨平台12被旋轉驅動的狀態下，被保持在頂環20的半導體晶圓18被按壓在研磨墊10。此外，頂環20係藉由第2電動馬達22，繞著與研磨平台12的旋轉軸13呈偏心的軸線21被旋轉驅動。將半導體晶圓18進行研磨時，包含研磨材的研磨液由未圖示之研

磨材供給裝置被供給至研磨墊10的上面。被安置在頂環20的半導體晶圓18係在頂環20藉由第2電動馬達22被旋轉驅動的狀態下，被按壓在已被供給研磨液的研磨墊10。

【0038】 在研磨平台12的內部埋設有渦電流感測器50。渦電流感測器50的連接纜線係通過研磨平台12的馬達軸15內，經由設在馬達軸15的軸端的旋轉接頭（未圖示），連接於感測器處理部28。

【0039】 接著，使用第二圖至第三圖，說明本實施形態之研磨裝置所具備的渦電流感測器50。

【0040】 第二圖係顯示渦電流感測器50的構成的圖，第二(a)圖係顯示渦電流感測器50的構成的區塊圖，第二(b)圖係渦電流感測器50的等效電路圖。

【0041】 如第二(a)圖所示，渦電流感測器50係在檢測對象的金屬膜（或導電性膜）mf的近傍配置感測器線圈51，且在其線圈連接有交流訊號源52。在此，檢測對象的金屬膜（或導電性膜）mf係形成在例如半導體晶圓18上的Cu、Al、Au、W等的薄膜。感測器線圈51係檢測用線圈，相對檢測對象的金屬膜（或導電性膜），配置在例如1.0~4.0mm左右的近傍。

【0042】 在渦電流感測器，係有：因在金屬膜（或導電性膜）mf發生渦電流，振盪頻率改變，由該頻率變化檢測金屬膜（或導電性膜）的頻率類型；及阻抗改變，由該阻抗變化檢測金屬膜（或導電性膜）的阻抗類型。亦即，在頻率類型中，係在第二(b)圖所示之等效電路中，渦電流 I_2 改變，因此阻抗 Z 改變。若阻抗 Z 改變，訊號源（可變頻率振盪器）52的振盪頻率改變。若振盪頻率改變，在檢波電路54檢測該振盪頻率的改變，可檢測金

屬膜（或導電性膜）的改變。藉由交流訊號源52與檢波電路54，構成感測器處理部28。

【0043】 在阻抗類型中，係在第二(b)圖所示之等效電路中，因渦電流 I_2 改變，阻抗 Z 會改變。若阻抗 Z 改變，由訊號源（固定頻率振盪器）52所觀看到的阻抗 Z 會改變。可在檢波電路54檢測該阻抗 Z 的變化，且檢測金屬膜（或導電性膜）的變化。本實施形態中相當於膜厚的資料係由阻抗 Z 的大小（絕對值），藉由感測器處理部28獲得。具體而言，檢波電路54係例如對阻抗 Z 乘以預定數，將與實際膜厚相一致的值輸出至膜厚預測部32。因此，檢波電路54的輸出，亦即感測器處理部28的輸出在本實施形態中，係與實際膜厚相一致的值。

【0044】 在阻抗類型的渦電流感測器中，可取出訊號輸出 X 、 Y 、相位、阻抗 Z 等。訊號輸出 X 、 Y 分別指阻抗 Z 的實數成分、虛數成分。由頻率 F 、或阻抗 Z 等，獲得金屬膜（或導電性膜） Cu 、 Al 、 Au 、 W 的膜厚的測定資訊。渦電流感測器50係可內置於研磨平台12的內部的表面附近的位置。渦電流感測器50係位於透過研磨墊而相對研磨對象的半導體晶圓相對面。渦電流感測器50係可由流至半導體晶圓上的金屬膜（或導電性膜）的渦電流，來檢測金屬膜（或導電性膜）的膜厚變化。

【0045】 第三圖係顯示本實施形態之渦電流感測器50中之感測器線圈的構成例的概略圖。如第三圖所示，感測器線圈51係將用以在金屬膜（或導電性膜）形成渦電流的線圈、及用以檢測金屬膜（或導電性膜）的渦電流的線圈分離者。感測器線圈51係藉由被捲繞在捲線軸71的3層線圈72、73、74所構成。在此中央的線圈72係連接於交流訊號源52的振盪線圈。該

振盪線圈72係藉由由交流訊號源52被供給的電壓所形成的磁場，在被配置在近旁的半導體晶圓18上的金屬膜（或導電性膜）mf形成渦電流。在捲線軸71的上側（金屬膜（或導電性膜）側）係配置檢測線圈73，檢測藉由形成在金屬膜（或導電性膜）的渦電流所發生的磁場。接著，在振盪線圈72之與檢測線圈73為相反側，係配置有平衡線圈74。平衡線圈74係用以利用使用在測定的電阻橋接電路，進行平衡調整者。可藉由平衡線圈74，來調整零點。因此，可將流至金屬膜（或導電性膜）的渦電流由零的狀態進行檢測，因此金屬膜（或導電性膜）中的渦電流的檢測感度被提高。

【0046】 接著，藉由第四圖，具體說明控制部29內的膜厚預測部32中的處理。第四(a)圖係顯示伴隨研磨時間的經過的半導體晶圓18的實際膜厚的圖表。第四(b)圖係顯示伴隨研磨時間的經過的感測器處理部28所輸出的半導體晶圓18的膜厚的圖表，第四(c)圖係顯示膜厚預測部32所輸出之半導體晶圓18被預測出的膜厚的圖表。該等圖表的橫軸為共通，表示時間。其單位為秒。該等圖表的縱軸為膜厚，為同一標度。其單位為 μm 。第四(a)圖所示之曲線34係表示隨同時間進行研磨，膜厚變薄的情形。

【0047】 時刻 $t_1 \sim t_4$ 、 $t_6 \sim t_{10}$ 係表示藉由渦電流感測器50進行測定，且其輸出被送至感測器處理部28的時刻。第四(b)圖所示之感測器處理部28的輸出在本實施形態中，係與實際膜厚相一致的值。但是，由渦電流感測器50接受輸入之後，至感測器處理部28進行輸出為止的時間會有延遲，因此在第四(a)圖的圖表與第四(b)圖的圖表之間係有偏移。

【0048】 在第四圖中，進行至時刻 t_4 為止的測定與處理。膜厚 $s_1 \sim s_4$ 係感測器處理部28的輸出，分別為處理在時刻 $t_1 \sim t_4$ 之來自渦電流感測器50

的輸入的結果。在時刻 $t_1 \sim t_4$ 、與膜厚 $s_1 \sim s_4$ 被輸出的時間之間係有時間差36。膜厚 $r_1 \sim r_4$ 係膜厚預測部32所輸出的膜厚，時間延遲被補正後的膜厚。膜厚 $r_1 \sim r_4$ 係在時刻 $t_1 \sim t_4$ ，藉由實際測定所得的值，因此以時間差36，進行恢復膜厚 $s_1 \sim s_4$ 的操作，藉此可得膜厚 $r_1 \sim r_4$ 。膜厚 $s_1 \sim s_4$ 、與膜厚 $r_1 \sim r_4$ 分別為相同的值。時間差36為感測器處理部28進行處理所需的時間。曲線40係表示實際膜厚的曲線，曲線42係表示被預測出的膜厚的曲線。

【0049】 本實施形態中由測定時刻經過處理延遲時間之後係指在測定時刻，渦電流感測器50測定出渦電流之後，感測器處理部28根據渦電流，半導體晶圓18的膜厚算出結束之時。處理延遲時間相當於時間差36。經過處理延遲時間之後為時刻 t_5 。時間差36係例如由渦電流感測器50測定出渦電流的時刻 t_4 為0.2秒後。在本實施形態中，在膜厚預測部32進行處理所需時間係可忽略。在第四圖中，膜厚 $r_1 \sim r_4$ 係過去的資料44，膜厚 r_5 為最新的預測資料。

【0050】 在時刻 $t_1 \sim t_4$ 、 $t_6 \sim t_{10}$ 係可得實際的測定值。但是，在時刻 $t_1 \sim t_4$ 、 $t_6 \sim t_{10}$ 的中間的時刻，例如感測器處理部28輸出膜厚 s_4 的時刻 t_5 ，實際膜厚不明。膜厚預測部32係預測時刻 t_5 中的膜厚。膜厚預測部32係使用已被算出的膜厚 $s_1 \sim s_4$ ，算出測定時刻 t_4 以前的研磨率，使用被算出的研磨率，預測時刻 t_5 中的膜厚 r_5 。時刻 t_4 中的研磨率 $R(t_4)$ 係由時刻 t_3 中的膜厚 s_3 、與時刻 t_4 中的膜厚 s_4 ，藉由下式求出。 $R(t_4) = (s_4 - s_3) / (t_4 - t_3) \dots$
 (1) 式。時刻 t_5 中的膜厚 r_5 係藉由下式求出。 $r_5 = r_4 + R(t_4) * (t_5 - t_4) \dots$
 (2) 式。

第四圖(c)所示之變化量38為膜厚 r_4 與膜厚 r_5 的差，為(2)式的 R

$(t_4) * (t_5 - t_3)$ 。

【0051】 研磨率的算出方法並非僅侷限於(1)式。亦即，以研磨率而言，並非侷限於僅使用研磨率 $R(t_4)$ 。以其他方法而言，關於時刻 $t_1 \sim t_3$ ，亦與(1)式同樣地求出研磨率 $R(t_1) \sim R(t_3)$ ，使用該等4個研磨率 $R(t_1) \sim R(t_4)$ 的平均，取代(2)式的 $R(t_4)$ 。其中，亦可未求出變化量，藉由樣條內插，直接由膜厚 $r_1 \sim r_4$ 求出膜厚 r_5 。

【0052】 包含膜厚預測部32的控制部29係執行使用在研磨裝置100全體之控制的研磨控制程式。控制部29係具有未圖示之磁性硬碟裝置或半導體記憶裝置等記憶裝置，記憶藉由感測器處理部28被生成的膜厚資料作為資料庫。記憶裝置係將各時刻、與該時刻中的各膜厚產生對應，按照時間序列進行記憶。控制部29係具有未圖示之運算部，根據被記憶在記憶裝置的資料，推定研磨率，且預測膜厚。控制部29係具備有：以匯流排相連接的CPU(Central Processing Unit，中央處理單元)或記憶體或輔助記憶裝置。運算部係藉由執行程式，作為感測器處理部28、及膜厚預測部32來發揮功能。

【0053】 藉由第五圖，說明如上述所構成的研磨裝置100中將半導體晶圓18進行研磨的研磨方法。第五圖係進行研磨至預定膜厚，若到達預定膜厚，即結束研磨時的流程圖。以預測在時刻 t_5 的膜厚的情形為例進行說明。在其他時刻，亦同樣地進行處理。

【0054】 若開始半導體晶圓18的研磨(研磨步驟S10)，在各時刻測定半導體晶圓18的渦電流(具體而言為阻抗 Z)(測定步驟S12)。若在時刻 t_4 測定阻抗 Z ，根據所測定出的阻抗 Z ，算出時刻 t_4 中相當於半導體晶圓18

的膜厚的資料（膜厚算出步驟S14、S16）。使用被算出的資料，針對時刻t4，如前所述預測由時刻t4經過時間差36之後的資料（膜厚預測步驟S18、S20）。在膜厚預測步驟S18中，由膜厚的時間序列資料，計算研磨率R（t4）。在膜厚預測步驟S20中，係根據研磨率的預測值，計算現在時刻的膜厚r5。接著，由膜厚r5，判定是否已進行研磨至預定膜厚（步驟S22）。若進行研磨至預定膜厚（YES）係結束研磨。若未進行研磨至預定膜厚（NO），係繼續進行研磨。

【0055】 以上說明本發明之實施形態之例，惟上述之發明的實施形態係用來易於理解本發明者，並非為限定本發明者。本發明可在未脫離其要旨的情形下，進行變更、改良，並且在本發明中包含其均等物，自不待言。此外，可在達成可解決上述課題之至少一部分的範圍、或效果的至少一部分的範圍內，進行申請專利範圍及說明書所記載之各構成要素的任意組合或省略。

【符號說明】

【0056】

10	研磨墊	21	軸線
12	研磨平台	22	第2電動馬達
13	旋轉軸	28	感測器處理部
14	第1電動馬達	29	控制部
15	馬達軸	30	研磨部
18	半導體晶圓	32	膜厚預測部
20	頂環	34	曲線

36	時間差	71	捲線軸
38	變化量	72、73、74	線圈
40	曲線	100	研磨裝置
42	曲線	I1、I2	渦電流
44	資料	mf	金屬膜（或導電性膜）
50	渦電流感測器	Z	阻抗
51	感測器線圈	R1、R2	研磨率
52	交流訊號源	r1~r5、s1~s4	膜厚
54	檢波電路	t1~t10	時刻

申請專利範圍

1. 一種研磨裝置，其係將研磨對象物進行研磨的研磨裝置，其特徵為：
具有：
研磨部，其係進行前述研磨對象物的研磨；
測定部，其係在複數測定時刻，測定可依前述研磨對象物的膜厚變化而變化的物理量；
膜厚算出部，其係根據前述測定部所測定出的前述物理量，算出在前述測定時刻相當於前述研磨對象物的膜厚的資料；及
膜厚預測部，其係使用被算出的前述資料，針對前述測定時刻之中的至少一部分的測定時刻，預測由該測定時刻經過處理延遲時間之後的前述資料。
2. 如申請專利範圍第 1 項之研磨裝置，其中，前述膜厚預測部係使用被算出的前述資料，針對前述測定時刻之中的至少一部分的測定時刻，預測由該測定時刻經過處理延遲時間之後的前述資料的變化量，使用被預測出的前述變化量，預測由該測定時刻經過前述處理延遲時間之後的前述資料。
3. 如申請專利範圍第 2 項之研磨裝置，其中，前述膜厚預測部係使用被算出的前述資料，算出研磨率，使用被算出的前述研磨率，預測前述變化量。
4. 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項之研磨裝置，其中，由前述測定時刻經過前述處理延遲時間之後係指在前述測定時刻，前述測定部測定出前述物理量之後，前述膜厚算出部根據該物理量，前述研磨

對象物的前述資料的算出可結束之時。

5. 如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項之研磨裝置，其中，由前述測定時刻經過前述處理延遲時間之後係指在前述測定時刻，前述測定部測定出前述物理量之後，前述膜厚預測部使用被算出的前述資料，前述資料的預測可結束之時。
6. 一種研磨方法，其係將研磨對象物進行研磨的研磨方法，其特徵為：
具有：
研磨步驟，其係進行前述研磨對象物的研磨；
測定步驟，其係在複數測定時刻，測定可依前述研磨對象物的膜厚變化而變化的物理量；
膜厚算出步驟，其係根據在前述測定步驟所測定出的前述物理量，算出在前述測定時刻相當於前述研磨對象物的膜厚的資料；及
膜厚預測步驟，其係使用被算出的前述資料，針對前述測定時刻之中的至少一部分的測定時刻，預測由該測定時刻經過處理延遲時間之後的前述資料。
7. 如申請專利範圍第 6 項之研磨方法，其中，前述膜厚預測步驟係使用被算出的前述資料，針對前述測定時刻之中的至少一部分的測定時刻，預測由該測定時刻經過處理延遲時間之後的前述資料的變化量，使用被預測出的前述變化量，預測由該測定時刻經過前述處理延遲時間之後的前述資料。
8. 一種研磨控制程式，其係使用在控制將研磨對象物進行研磨的研磨裝置的研磨控制程式，該研磨裝置具有在複數測定時刻，測定可依研磨

對象物的膜厚變化而變化的物理量的測定部，其特徵為：

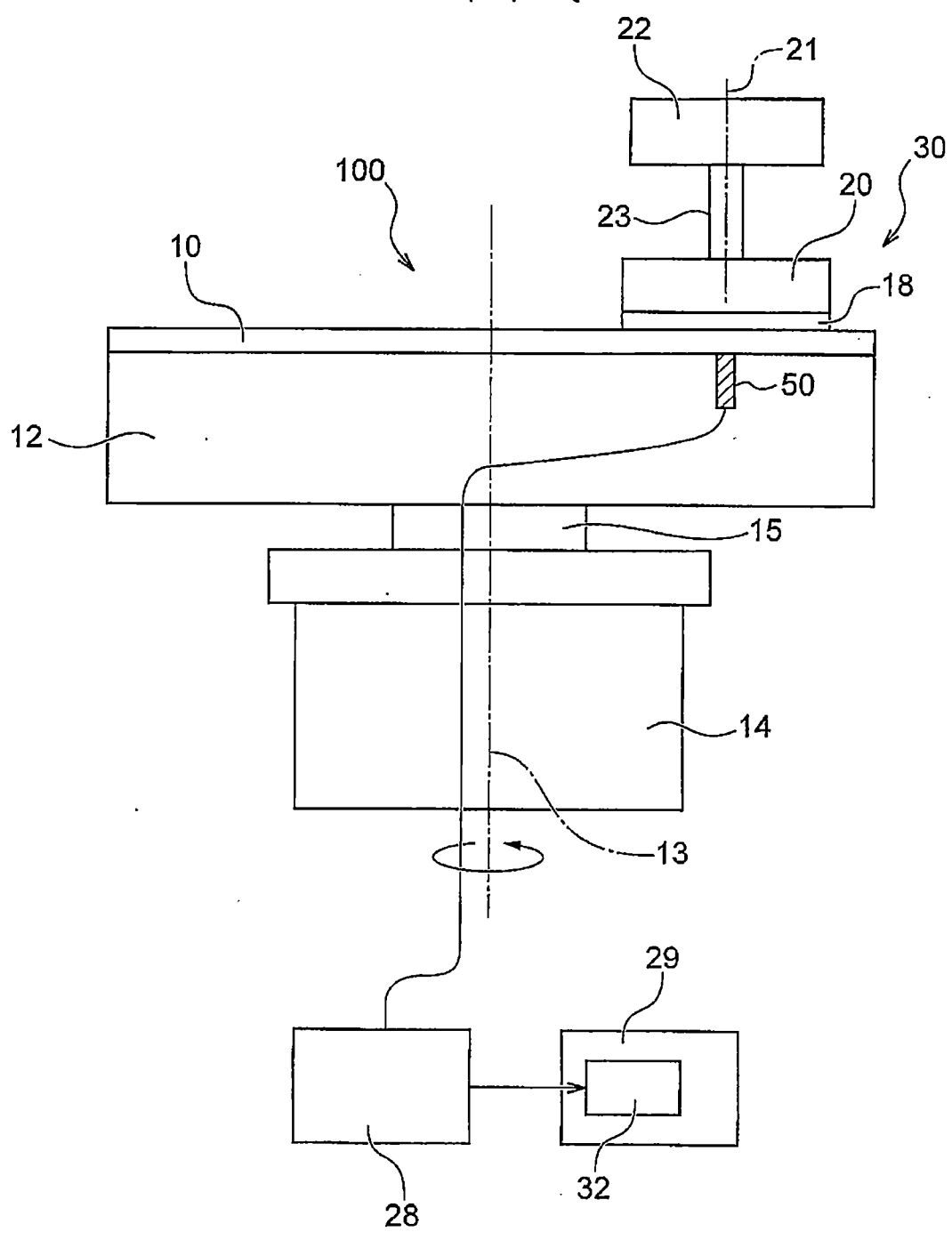
使電腦作為以下來發揮功能：

膜厚算出部，其係根據前述測定部所測定出的前述物理量，算出在前述測定時刻相當於前述研磨對象物的膜厚的資料；及

膜厚預測部，其係使用被算出的前述資料，針對前述測定時刻之中的至少一部分的測定時刻，預測由該測定時刻經過處理延遲時間之後的前述資料。

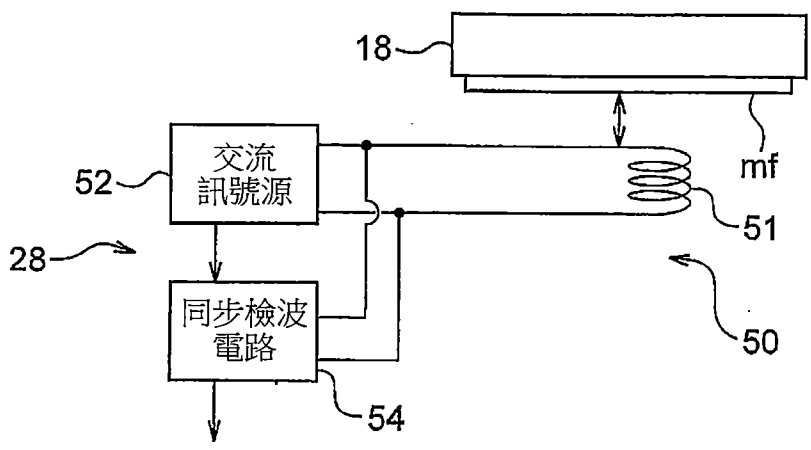
9. 如申請專利範圍第 8 項之研磨控制程式，其中，前述膜厚預測部係使用被算出的前述資料，針對前述測定時刻之中的至少一部分的測定時刻，預測由該測定時刻經過處理延遲時間之後的前述資料的變化量，使用被預測出的前述變化量，預測由該測定時刻經過前述處理延遲時間之後的前述資料。

圖式

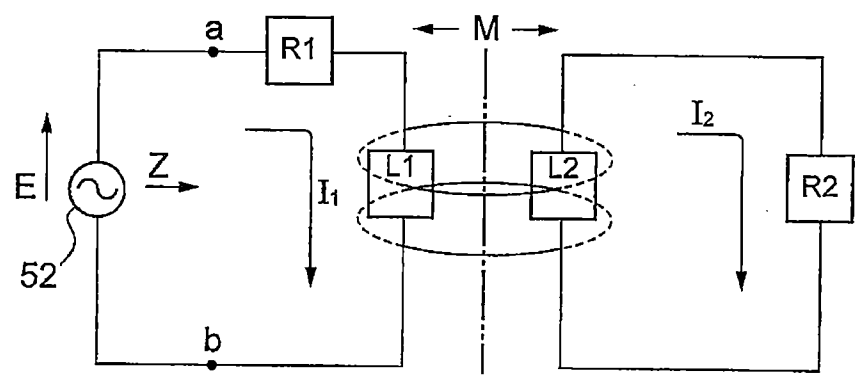


第一圖

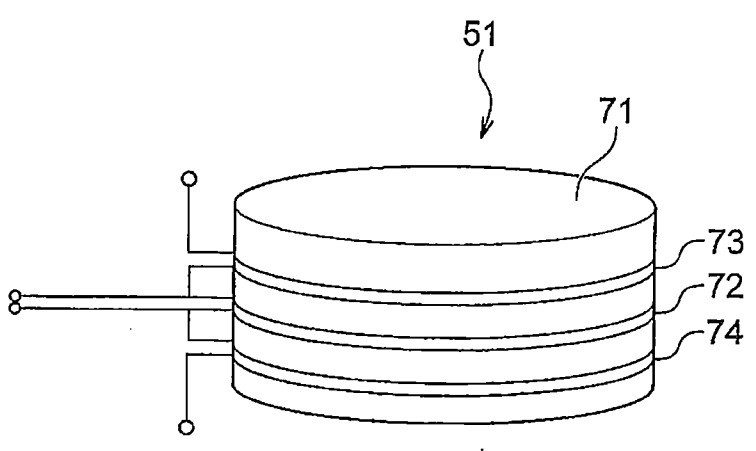
(a)



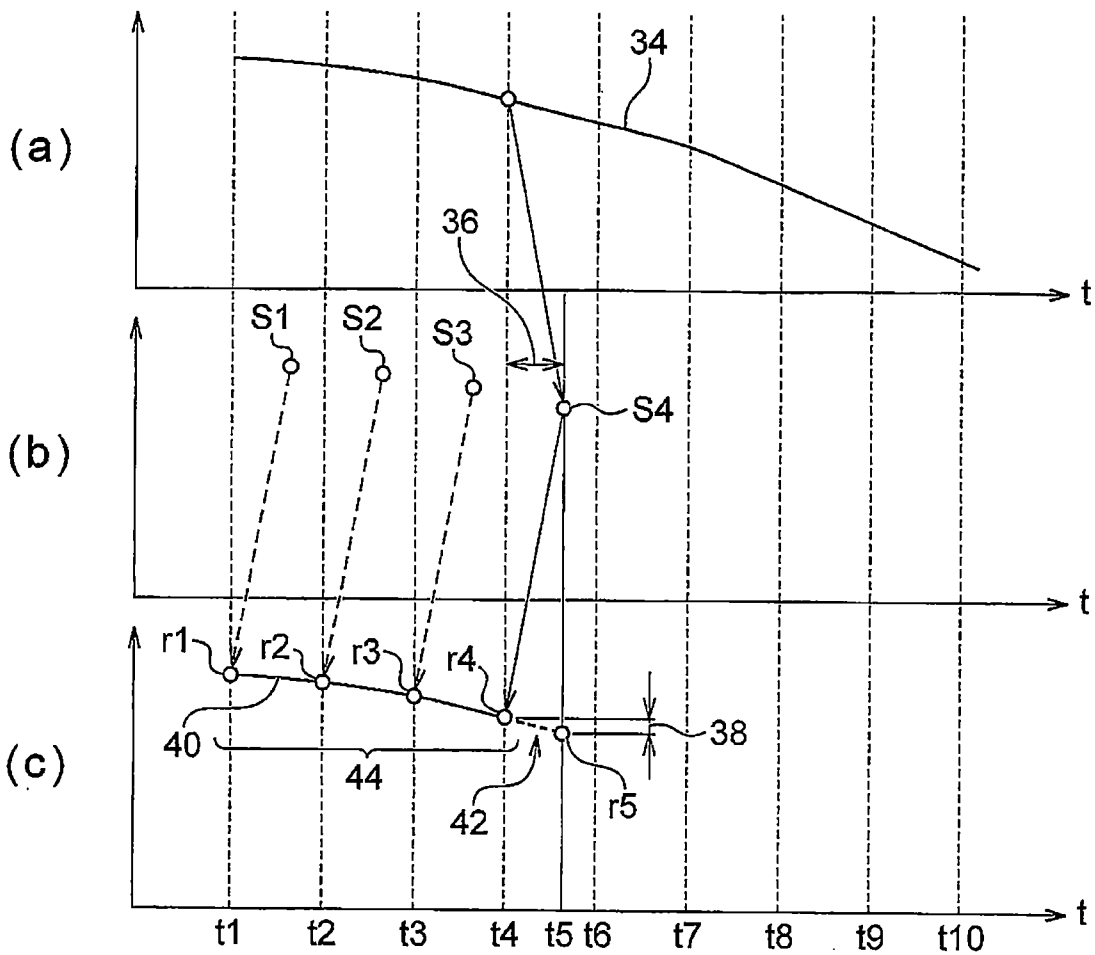
(b)



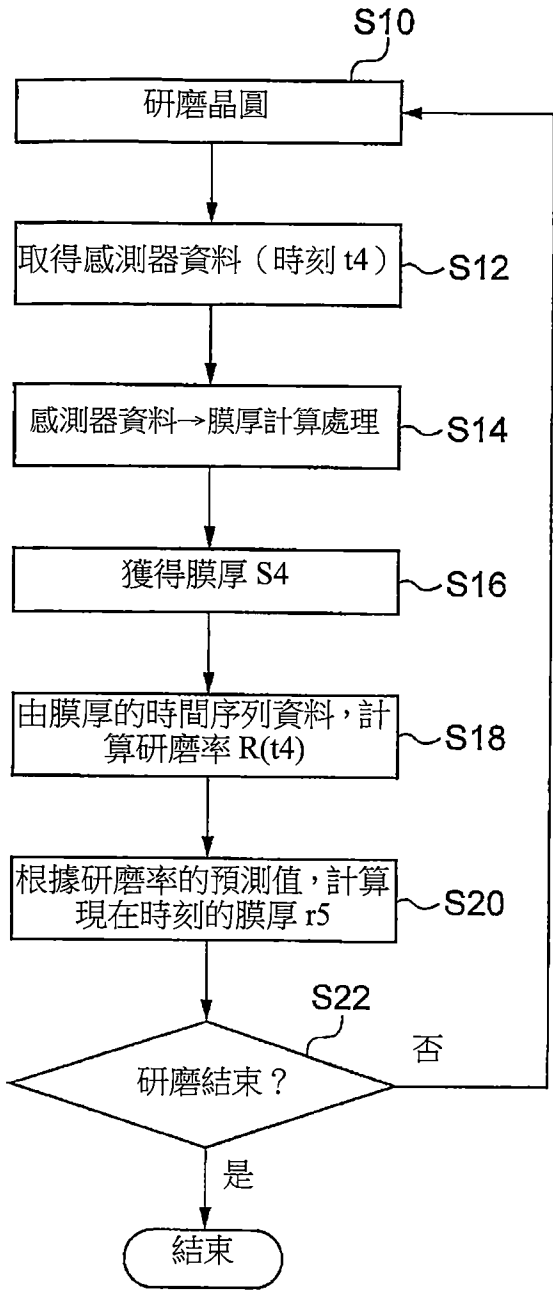
第二圖



第三圖



第四圖



第五圖