



(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 I643701 B

(45)公告日：中華民國 107 (2018) 年 12 月 11 日

(21)申請案號：102137537

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 17 日

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

B24B49/04 (2006.01)

B24B49/12 (2006.01)

(30)優先權：2012/10/23 美國

13/658,737

(71)申請人：美商應用材料股份有限公司(美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
美國

(72)發明人：錢隲 QIAN, JUN (US)；迪漢達潘尼席維庫瑪 DHANDAPANI, SIVAKUMAR (IN)；傑瑞安班傑明 CHERIAN, BENJAMIN (US)；歐斯特赫德湯瑪士 H OSTERHELD, THOMAS H. (US)；大衛傑弗瑞杜魯 DAVID, JEFFREY DRUE (US)；敏克葛利格瑞 E MENK, GREGORY E. (US)；史威克柏格斯勞 A SWEDEK, BOGUSLAW A. (PL)；班尼特杜里 E BENNETT, DOYLE E. (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

TW 200830397A

TW 201022870A

TW 201128336A

TW 201213050A

TW 201228772A

US 2011/0081829A1

審查人員：張耀文

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：6 共 34 頁

(54)名稱

控制研磨的方法，及其電腦程式產品和研磨設備

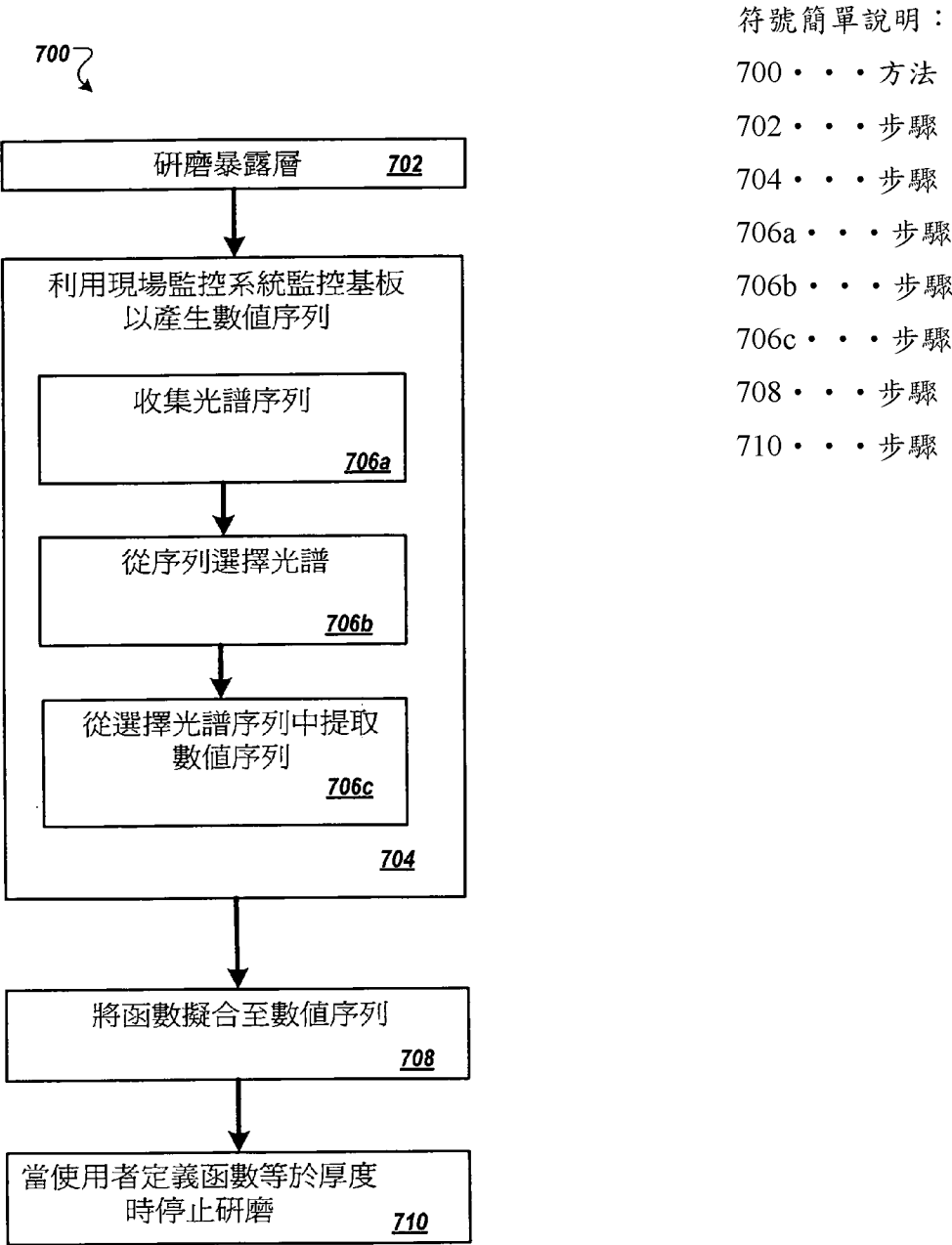
METHOD OF CONTROLLING POLISHING, AND COMPUTER PROGRAM PRODUCT AND POLISHING APPARATUS THEREOF

(57)摘要

一種控制研磨的方法包括：研磨基板、於研磨時利用現場光譜監控系統監控該基板以產生量測光譜序列、選擇少於全部的該等量測光譜以產生選擇光譜序列、從該選擇光譜序列產生數值序列，及基於該數值序列判斷至少一個研磨終點或研磨速率之調整。

A method of controlling polishing includes polishing a substrate, monitoring the substrate during polishing with an in-situ spectrographic monitoring system to generate a sequence of measured spectra, selecting less than all of the measured spectra to generate a sequence of selected spectra, generating a sequence of values from the sequence of selected spectra, and determining at least one of a polishing endpoint or an adjustment for a polishing rate based on the sequence of values.

指定代表圖：



第6圖

狀況、該研磨墊與該基板間的相對速度及該基板上之負載可能造成該材料移除速率的變化。該等變化，以及該基板層初始厚度之變化，造成抵達研磨終點所需時間的變化。因此，該研磨終點之判斷僅以研磨時間為函數可能導致晶圓內的不均勻 (within-wafer non-uniformity, WIWNU) 及晶圓與晶圓間的不均勻 (wafer-to-wafer non-uniformity, WTWNU)。

【0005】 某些系統中，基板於研磨時被現場光學監控，例如透過該研磨墊中的窗口。然而，現存的光學監控技術可能無法滿足半導體設備製造商增長的需求。

【發明內容】

【0006】 一些現場監控制程中，光譜序列係從基板量測出。然而，由於該基板與該光束間的相對運動，該序列中的該光譜可能係由該基板不同區位之量測所造成。於是，若被監控的該基板為圖案基板，則該等不同區位可能對應至不同的層堆疊，該等不同的層堆疊提供不同的光譜。另外，獨立光譜可能為不同層堆疊區域反射組合的結果。此舉可能使研磨終點之偵測或研磨速率之控制困難。

【0007】 然而，該光譜可基於各種特徵分類，感興趣的光譜可被選擇，且該研磨終點或研磨速率之控制可基於所選擇之該光譜。

【0008】 在一個態樣中，一種控制研磨的方法包括：研磨基板、於研磨時使用現場光譜監控系統監控該基板以產生量測光譜序列、選擇少於全部的該量測光譜以產生選擇光譜序列、由該選擇光譜序列產生數值序列，及基於該數值序列判

斷至少一個研磨終點或研磨速率之調整。

【0009】 實作上可包括一個或更多個下列特徵。選擇少於全部的該量測光譜可包括：將該量測光譜序列之各量測光譜與基準光譜做比較。該基準光譜可由經驗判斷、由光學模型計算出或由文獻取得。該基準光譜可利用光譜量測系統由經驗判斷，該光譜量測系統所產生的量測點小於該現場監控系統所產生的量測點。比較可包括：計算各量測光譜與該基準光譜之間的平方差值和、絕對差值和或交叉相關。選擇少於全部的該量測光譜可包括：判斷該量測光譜特徵之存在或不存在。該特徵可為波峰、波谷或特定波長範圍之轉折點。該特徵包括大小高於特定水平之波峰或大小低於特定水平之波谷。該特徵可為被特定範圍內之波長距離分開的波峰或波谷。選擇少於全部的該量測光譜可包括：判斷特徵相對於該序列先前之量測光譜存在或不存在。選擇可包括判斷該量測光譜之波峰或波谷的位移量相對於該先前量測光譜是否在預定範圍內。選擇可包括判斷該量測光譜之多個波峰或波谷的位移相對於該先前量測光譜是否為同方向。選擇少於全部的該量測光譜可包括計算晶粒內的量測位置。選擇少於全部的該量測光譜可包括判斷該量測位置是否在預定的晶粒區域內。

【0010】 另一態樣中，控制研磨之方法包括：研磨基板、於研磨時監控基板，該監控係使用現場光譜監控系統以產生量測光譜序列、將該量測光譜分類為基於該量測光譜的複數個群組，以為該複數個群組之第一群組產生第一光譜序列，且

為該複數個群組之第二群組產生第二光譜序列、基於第一演算法從該第一光譜序列產生第一數值序列、基於不同的第二演算法從該第二光譜序列產生第二數值序列，以及基於該第一數值序列及該第二數值序列判斷至少一個研磨終點或研磨速率之調整。

【0011】 實作上可包括一個或更多個下列特徵。該量測光譜之分類可包括將各量測光譜對基準光譜做比較。該量測光譜之分類可包括判斷各光譜特徵之存在或不存在。對於該第一群組中的各量測光譜，該第一演算法可包括從參考光譜庫中辨識匹配的參考光譜，且對於該第二群組中的各量測光譜，該第二演算法可包括追蹤光譜特徵之特性。對於該第一群組中的各量測光譜，該第一演算法可包括將光學模型擬合至該量測光譜，且對於該第二群組中的量測光譜，該第二演算法可包括從參考光譜庫中辨識匹配的參考光譜，或追蹤光譜特徵之特性。對於該第一群組中的各量測光譜，該第一演算法可包括將第一光學模型擬合至該量測光譜，且對於該第二群組中的各量測光譜，該第二演算法可包括將不同的第二光學模型擬合至該量測光譜。

【0012】 另一態樣中，非短暫性電腦程式產品包括指令以執行該方法，該電腦程式產品有形地體現於機器可讀儲存設備中。

【0013】 實作中可選擇性地包括下列一個或更多個優點。偵測所需研磨終點的該終點系統可提升可靠度，且晶圓內及晶圓與晶圓間的厚度不均勻（WIWNU 及 WTWNU）可被減少。

【0014】 一個或更多個實作的細節闡述於以下隨附的圖式及描述。其他態樣、特徵及優點可顯見於描述、圖式及申請專利範圍。

【圖式簡單說明】

【0015】 第 1 圖繪示研磨設備範例之示意剖視圖。

【0016】 第 2 圖繪示該基板上光譜量測序列的路徑。

【0017】 第 3 圖繪示現場光監控系統之量測光譜。

【0018】 第 4 圖繪示現場光監控系統產生的數值序列。

【0019】 第 5 圖繪示將函數擬合至該數值序列的至少一部分。

【0020】 第 6 圖為控制研磨操作之處理範例流程圖。

【0021】 各種圖式中相同的元件數字及符號代表相同的元件。

【實施方式】

【0022】 第 1 圖繪示研磨設備 100 之範例。研磨設備 100 包括轉動式盤形平臺 120，其中研磨墊 110 位於轉動式盤形平臺 120 上。該平臺經操作可於軸 125 轉動。舉例而言，馬達 121 可旋轉驅動軸 124 以轉動平臺 120。研磨墊 110 可為雙層研磨墊，該雙層研磨墊具有外研磨層 112 及較軟的背托層 114。

【0023】 研磨設備 100 可包括端口 130 以分配如漿料之研磨液 132 至研磨墊 110 上至該墊。該研磨設備也可包括研磨墊調節器以研磨研磨墊 110，使研磨墊 110 維持一致的研磨狀態。

【0024】 該研磨設備 100 包括至少一個承載頭 140。承載頭

140 可經操作以將基板 10 固定至研磨墊 110 上。承載頭 140 可獨立控制與各基板分別相關的研磨參數，該等研磨參數例如壓力。

【0025】 具體而言，承載頭 140 可包括支撐環 142 以將基板 10 支撐於彈性膜 144 之下。承載頭 140 也包括複數個獨立控制的可加壓隔膜室，該等可加壓隔膜室由該膜定義，例如三個隔膜室 146a-146c，該等隔膜室 146a-146c 可獨立施加可控制的壓力至彈性膜 144 的相關區域，也因此可加壓至基板 10。爲了繪示方便，雖然第 1 圖僅繪示三個隔膜室，但有可能有一個或兩個隔膜室，或四個或更多個隔膜室，如五個隔膜室。

【0026】 承載頭 140 懸掛於支撐結構 150 上，該支撐結構例如旋轉料架或軌道，且該支撐結構由驅動軸 152 連接至承載頭轉動馬達 154，使該承載頭可於軸 155 轉動。承載頭 140 可選擇橫向擺動，例如於旋轉料架 150 或軌道的滑件上；或由旋轉料架本身的轉動式擺動。操作中，該平臺由該平臺的中心軸 125 轉動，且該承載頭由該承載頭的中心軸 155 轉動，且該承載頭橫向移動經過該研磨墊之頂表面。

【0027】 雖然僅顯示一個承載頭 140，然而更多承載頭可被提供以固定額外的基板，使該研磨墊 110 之表面面積可有效地利用。

【0028】 該研磨設備也包括現場監控系統 160。該現場監控系統產生時間變化的數值序列，該數值序列取決於該基板層的厚度。

【0029】 現場監控系統 160 為一種光監控系統。具體而言，現場監控系統 160 量測光之光譜序列，於研磨時該光由基板反射。

【0030】 穿過該研磨墊的光出入口 108 可由加入孔洞(例如穿過該墊的孔)或固體窗口 118 提供。固體窗口 118 可被固定在研磨墊 110 上，例如像插座填滿該研磨墊之孔洞，例如成形或黏著固定在該研磨墊，雖然在一些實作中，該固體窗口可被平臺 120 支撐且投射至該研磨墊的孔洞內。

【0031】 光監控系統 160 可包括光源 162、光偵測器 164 及電路 166 以傳送及接收如電腦之遙控器 190 與光源 162 及光偵測器 164 之間的訊號。一個或更多個光纖可被利用以將該光由光源 162 傳送至該研磨墊的該光出入口，以及將基板 10 反射的光傳送至偵測器 164。舉例而言，分岔光纖 170 可被利用以將該光由光源 162 傳送至基板 10 及傳送回偵測器 164。該分岔光纖可包括主幹 172，該主幹靠近擺設於該光出入口，及兩個枝幹 174 及 176，該等枝幹分別連接至光源 162 及偵測器 164。

【0032】 某些實作中，該平臺之該頂表面可包括凹槽 128，其光學頭 168 接合至該凹槽中，該光學頭持定該分岔光纖主幹 172 的一端。光學頭 168 可包括機制以調整主幹 172 頂部及固體窗口 118 之間的垂直距離。

【0033】 電路 166 之輸出可為數位電子訊號，該訊號在驅動軸 124 內經過如滑環之旋轉耦合器 129 至光監控系統之控制器 190。相似地，該光源可被打開或關閉以響應數位電子訊號

之控制指令，該訊號由控制器 190 穿過旋轉耦合器 129 至光監控系統 160。或者，電路 166 可由無線訊號與控制器 190 溝通。

【0034】 光源 162 可經操作以放射紫外線(UV)、可見光或近紅外(NIR)光。光偵測器 164 可為光譜儀。光譜儀為一種用來量測部分電磁光譜之光強度的光學儀器。一種合適的光譜儀為光柵光譜儀。光譜儀典型的輸出為光強度，該光強度為波長(或頻率)的函數。第 2 圖繪示量測光譜 200 之範例，該量測光譜之強度為波長的函數。

【0035】 如以上描述，光源 162 及光偵測器 164 可連接至如控制器 190 之電腦裝置，該電腦裝置經操作以控制該光源及該光偵測器之運作及接收該光源及該光偵測器的訊號。該電腦裝置可包括微處理器，該微處理器位於該研磨設備附近。舉例而言，該電腦裝置可為可程式化電腦。控制方面，該電腦裝置可以，例如，將該光源之啟動與平臺 120 之轉動同步化。如 LED 螢幕之顯示器 192 以及如鍵盤及/或滑鼠之使用者輸入裝置 194 可被連接至控制器 190。

【0036】 操作上，控制器 190 可接收，例如，裝載資訊的訊號，該資訊描述該光源特定閃光或該偵測器的時間框架內，由該光偵測器接收之光的光譜。因此該光譜為研磨時現場量測之光譜。

【0037】 在不受任何特定理論的限制上，由基板 10 反射之光的光譜隨著研磨之最外層厚度變化的進展而演變，因此產生時間變化的光譜序列。

【0038】 光監控系統 160 經配置以於量測頻率產生量測光譜序列。基板 10 與光出入口 108 之間的相對運動造成該序列中的光譜於基板 10 上不同位置被量測。於某些實作中，由光源 162 產生的該光束從與平臺 120 一起轉動的點處(由第 3 圖中箭頭 R 顯示)出現。如第 3 圖所示，於這樣的實作中基板 10 與光出入口 108 之間的相對運動可能造成光譜於經過基板 10 之路徑上的位置 300 被量測。

【0039】 某些實作中該平臺每轉動一次只有量測一個光譜。另外，於某些實作中，該光束之放射處係靜止的，且量測僅在光出入口 108 與該光束對齊時取得。

【0040】 如以下探討，該序列之該光譜受到選擇處理，該選擇處理選擇某些光譜用於終點偵測或製程控制。一般而言，光出入口 108 單次掃描經過該基板量測的光譜中至少一個被選擇，但少於全部。若選擇多於一個光譜，則該等被選擇的光譜可被組合以提供用於終點偵測或製程控制演算法之光譜。

【0041】 若被監控的該基板為圖案基板，則該基板上的不同位置可對應至不同的層堆疊。該不同的層堆疊可被預期提供不同的光譜，該光譜為該覆蓋層厚度之函數，例如，即使對於相同厚度之覆蓋層，該等覆蓋層所造成之光譜可能不同。另外，獨立的光譜可為不同層堆疊區域反射組合的結果。

【0042】 由於圖案基板不同的形狀，使用圖案基板不同區域的光譜可能將誤差引進終點判斷。另外，半導體裝置製造商可能對於製造的不同裝置有不同的規格。舉例而言，對於某

些裝置，製造商可能希望監控溝槽區域中覆蓋層的厚度，而對於其他裝置而言製造商可能希望監控密集特徵區域的覆蓋層厚度。

【0043】 爲了這點の考量，該量測光譜可基於各種特徵被分類、感興趣的光譜可被選擇，且該研磨終點或研磨速率之控制可基於該被選擇的光譜。一般而言，此舉允許該研磨終點或研磨速率控制之施行係基於來自該基板所需區域的光譜。另外，分類及選擇該光譜可達成更精準の終點偵測或研磨均勻度。

【0044】 該分類可包括下列任何技術：

【0045】 量測光譜與基準光譜之比較

【0046】 研磨或未研磨基板上特定區域の基準光譜可被判斷。該基板之特定區域可對應至劃線接線、接觸墊、一部分具有相對高密度特徵之晶粒(與該晶粒其他部分相較下)，或一部分具有相對低密度特徵之晶粒(與該晶粒其他部分相較下)。

【0047】 該基準光譜可由經驗判斷，亦即藉由利用量測系統量測該特定區域的光譜，該量測系統提供比該現場監控系統 160 更精準的光譜量測定位，例如利用單機量測系統。該單機量測系統在基板上量測之點可小於現場監控系統 160 量測之點，例如該單機量測系統可利用直徑小於現場監控系統 160 光束直徑的光束。

【0048】 或者，研磨或未研磨基板上特定區域の基準光譜可基於光學模型計算，例如美國專利申請第 13/096,777 號所述，其整體揭示透過引用納入本說明書揭示中。該光學模型可包

括該堆疊中各層的厚度、折射係數及消光係數。該光學模型也可包括來自於覆蓋多個不同層堆疊之區域的效應，例如由於不同層堆疊反射之組合。這種情況下該光學模型可基於該晶粒中的特徵佈局及/或該基板上晶粒佈局的知識。該光學模型也可包括該晶粒內的繞射效應之特徵，例如美國專利申請案第 13/456,035 號中所述，其整體揭示透過引用納入本說明書揭示中。

【0049】 或者，基準光譜可由文獻判斷。

【0050】 每個量測光譜與該基準光譜作比較。與該基準光譜差異少於界限量之量測光譜可被選擇。該量測光譜與該基準光譜之比較可為平方差值和、絕對差值和或交叉相關。在平方差值和或絕對差值和的情況下，該控制器可選擇總差異低於界限值之光譜；在交叉相關的情況下，該控制器可選擇相關性高於界限值之光譜。

【0051】 2)該量測光譜特定特徵之分析

【0052】 該量測光譜可為了各種特徵之存在或不存在作分析。舉例而言，光譜之選擇可基於偵測特定波長範圍內的波峰、波谷或轉折點之存在或不存在。該特定波長範圍係量測及/或該監控演算法中所用的波長範圍之子集合(少於全部波長範圍)。以另一範例而言，光譜之選擇可基於偵測波峰大小高於特定水平或波谷大小低於特定水平之存在或不存在。以另一範例而言，光譜之選擇可基於寬度在特定範圍內之波峰或波谷的存在或不存在。以另一範例而言，光譜之選擇可基於偵測被特定範圍內波長距離分開的波峰或波谷之存在或不

存在。

【0053】 基於各種特徵之存在或不存在以選擇光譜之標準可建立於計算、經驗觀察或文獻之知識。

【0054】 3)量測光譜相對於該序列先前量測光譜的分析

【0055】 該量測光譜可相對於該序列先前量測光譜分析各種特徵的存在或不存在。舉例而言，光譜之選擇可基於偵測該量測光譜之波峰或波谷相對於該先前量測光譜之位移量在預定範圍內。以另一範例而言，光譜之選擇可基於偵測多個波峰或波谷之位移相對於該先前量測光譜為同方向。

【0056】 基於相對於先前量測光譜之改變以選擇光譜之標準可建立於計算、經驗觀察或文獻之知識。

【0057】 4)晶粒中光譜量測區位之分析

【0058】 若可判斷該基板之角度位置，例如透過引用納入本說明書揭示的美國專利申請第 13/552,377 號中所述，則晶粒中的相對量測位置可被計算出。光譜可基於晶粒中計算出的量測區位做選擇。

【0059】 量測光譜可在判斷該光譜是否被選擇前做修改。舉例而言，光譜特徵可基於離線量測從該量測光譜中被移除，該等離線量測例如具有較小光束直徑的光譜儀之量測，或基於不同種類的光譜儀之量測，或公眾領域或文獻之量測。一個或更多個背景光譜可從該量測光譜中減去。各背景光譜可基於離線量測，該等離線量測例如具有較小光束直徑的光譜儀之量測，或基於不同種類的光譜儀之量測，或公眾領域或文獻之量測。

【0060】 一旦量測光譜被選擇，可利用監控技術以從該光譜產生數值。另一方面，不被選擇的光譜不被用來產生數值，且因此該等不被選擇的光譜從該終點或製程控制計算中排除。各種監控技術可用來將該選擇光譜轉換成數值。

【0061】 一種監控技術為，對於各個量測光譜，從參考光譜庫中辨識匹配的參考光譜。該參考光譜庫中的各參考光譜可具有相關的特性值，例如，厚度值或指數值，該指數值指出參考光譜預期發生的時間或平臺轉動次數。藉由判斷各匹配參考光譜之相關特性值，可產生時間變化的特性值序列。此項技術描述於美國專利公開案第 2010-0217430 號中，該專利透過引用納入本說明書揭示中。另一種監控技術係從該量測光譜追蹤光譜特徵之特性，例如，該量測光譜中的波長或波峰之寬度或波谷之寬度。該量測光譜之特徵的波長或寬度值提供該時間變化的數值序列。此項技術描述於美國專利公開案第 2011-2056805 號中，該專利透過引用納入本說明書揭示中。另一種監控技術係將光學模型擬合至該量測光譜序列之各量測光譜。具體而言，該光學模型的參數被最佳化以提供該模型與該量測光譜之最佳擬合。爲了各個量測光譜產生的該參數值產生時間變化的參數值序列。此項技術描述於美國專利申請第 61/608,284 號中，於 2012 年 3 月 8 日申請，該專利透過引用納入本說明書揭示中。另一種監控技術係對各個量測光譜實施傅立葉轉換以產生轉換光譜序列。該轉換光譜的其中一個波峰之位置被量測。爲了各個量測光譜產生的位置值產生時間變化的位置值序列。此項技術描述於美國專利

間等於靶值 TT 。

【0066】 第 6 圖顯示研磨產品基板之方法 700 的流程圖。該產品基板被研磨(步驟 702)，且數值序列由該現場監控系統產生(步驟 704)。舉例而言，該現場監控系統可收集光譜序列(步驟 706a)，從該序列中選擇光譜(步驟 706b)，例如利用上述任何技術，且該數值序列係從該選擇光譜序列中提取(步驟 706c)，例如再次利用上述任何技術。該使用者定義函數擬合至該數值序列(步驟 708)。

【0067】 該使用者定義函數等於該靶值的時間可被計算出。研磨可於該使用者定義函數等於靶值的時間停止(步驟 710)。舉例而言，在厚度為該終點參數的情境中，該使用者定義函數等於該靶材厚度的時間可被計算出。該靶材厚度 TT 可在研磨操作前被該使用者設定並且儲存。或者，靶材移除量可被該使用者設定，且靶材厚度 TT 可從該靶材移除量被計算出(見第 5 圖)。

【0068】 於另一實作中，量測光譜被分類為多個群組。該等不同群組可代表晶粒內的不同區域，例如，該劃線接線、接觸墊、高密度特徵區域，或低密度特徵區域。量測光譜可被分配至該多個群組中的單一群組。

【0069】 該分類可使用上述任何選擇程序，由一系列的選擇步驟來施行。於某些實作中，該控制器可判斷量測光譜是否符合第一選擇標準。若該量測光譜符合該第一選擇標準，該量測光譜則分配至第一群組。若量測光譜不符合該第一選擇標準，則該控制器可判斷量測光譜是否符合第二選擇標準。

若該量測光譜符合該第二選擇標準，則該量測光譜被分配至第二群組。

【0070】 舉例而言，該控制器可將量測光譜與第一基準光譜作比較。若該量測光譜與該第一基準光譜差異少於界限量，則該量測光譜可被分配至第一群組。若該量測光譜與該第一基準光譜不夠相似，則該量測光譜可與不同的第二基準光譜作比較。若該量測光譜與該第二基準光譜之差異少於界限量，則該量測光譜可被分配至第二群組。然而，可能有許多其他選擇程序的組合：量測光譜與基準光譜之比較，接著分析該量測光譜中特定之特徵，或反之亦然；判斷該量測光譜中第一特徵之存在或不存在，接著判斷該量測光譜中不同的第二特徵之存在或不存在；量測光譜與該序列先前量測光譜之分析，接著將該量測光譜對基準光譜作比較，或分析該量測光譜各種特徵中的特定特徵，或反之亦然。其他選擇技術之組合可能將該量測光譜分類為該等群組。

【0071】 不同的監控技術可用於不同的量測光譜群組。以一個範例而言，對於第一群組中的量測光譜，可從第一參考光譜庫辨識第一匹配參考光譜，且對於第二群組中的量測光譜，可從不同的第二參考光譜庫辨識第二匹配參考光譜。以另一範例而言，對於第一群組中的量測光譜，可從參考光譜庫辨識匹配參考光譜，且對於第二群組中的量測光譜，可追蹤光譜特徵之特性。以另一範例而言，對於第一群組中的量測光譜，第一光譜特徵之第一特性可被追蹤，且對於第二群組中的量測光譜，不同的第二光譜特徵之第二特性可被追

蹤。以另一範例而言，對於第一群組中的量測光譜，光學模型可擬合至各個量測光譜，且對於第二群組中的量測光譜，可從參考光譜庫辨識匹配參考光譜，或可追蹤光譜特徵之特性。以另一範例而言，對於第一群組中的量測光譜，第一光學模型可擬合至各個量測光譜，且對於第二群組中的量測光譜，不同的第二光學模型可擬合至各個量測光譜。

【0072】 多個光譜群組不同的監控技術可能造成多個數值序列，例如每光譜群組一個序列。該研磨終點或研磨參數的變化可基於該多個數值序列。舉例而言，研磨終點或參數的控制可基於該數值序列，該數值序列具有最少的雜訊，例如具有與函數最佳的擬合。該研磨終點或參數的控制可基於全部該等群組之終點被偵測，或基於任何該等群組的該第一終點被偵測。

【0073】 另外，利用該基板不同區域產生數值序列係可能的，並利用不同區域的該等序列調整施加於該承載頭之該等隔膜室中的壓力，以提供更均勻的研磨，例如利用美國專利申請第 13/096,777 號中所描述之技術，該專利透過引用納入本說明書揭示中(一般而言，該指數值可用該位置值替代以利用相似技術)。於某些實作中，該數值序列被利用以調整基板一個或更多個區域的該研磨速率，但另一現場監控系統或技術被利用以偵測該研磨終點。

【0074】 另外，雖然以上探討係假設該現場監控系統之具有感測器的轉動平臺被安裝於該平臺中，然而系統可被應用於其他種類的相對運動中，該相對運動係該監控系統之該感測

器與該基板之間的相對運動。舉例而言，在例如軌道運動的某些實作中，該感測器穿越該基板上不同位置，但不跨過該基板的邊緣。在這種情況中，量測可在特定頻率下被收集，例如 1 赫茲或更多。

【0075】 如目前說明書中所使用的，基板這個術語可包括，例如，產品基板(例如，包括多個記憶體或處理器晶粒的產品基板)、測試基板、裸基板及閘極基板。該基板可處於積體電路製造的各種階段，例如該基板可為裸晶圓，或該基板可包括一個或更多個沉積且/或圖案化層。基板這個術語可包括圓形圓盤及矩形片材。

【0076】 本說明書中描述之發明實施例及全部功能操作可被實作於數位電子電路或電腦軟體、韌體或硬體中，包括本說明書揭示的結構手段以及其結構等同物，或該等結構手段的組合。本發明實施例可實作於一個或更多個電腦軟體產品，例如一個或更多個電腦軟體有形地體現於非短暫性機器可讀儲存媒體，本發明實施例由資料處理設備執行，或本發明實施例控制資料處理設備之操作，例如可程式處理器、電腦或多個處理器或電腦。

【0077】 上述研磨設備及方法可被應用於各種研磨系統中。該研磨墊或該承載頭或兩者皆可移動以提供該研磨表面與該基板間的相對運動。舉例而言，該平臺可軌道運行而非轉動。該研磨墊可為固定於該平臺的圓形(或某種其他形狀)墊。某些終點偵測系統之態樣可應用於線性研磨系統，例如該研磨墊為連續或捲盤至捲盤的皮帶，該皮帶線性移動。該研磨層可

為標準(例如具有或未具有填充物的聚氨酯)研磨材料、軟性材料或固定研磨材料。相對位置之術語被使用；應了解該研磨表面及基板可保持於垂直方向或某種其他方向。

【0078】 本發明特定的實施例被描述。其他實施例位於下列申請專利範圍的範疇內。

【0079】 申請專利範圍如下。

【符號說明】

- 10 基板
- 100 研磨設備
- 108 光出入口
- 110 研磨墊
- 112 外研磨層
- 114 背托層
- 118 固體窗口
- 120 轉動式盤形平臺/平臺
- 121 馬達
- 124 驅動軸
- 125 軸
- 128 凹槽
- 129 旋轉耦合器
- 130 端口
- 132 研磨液
- 140 承載頭
- 142 支撐環

- 144 彈性膜
- 146a 隔膜室
- 146b 隔膜室
- 146c 隔膜室
- 150 支撐結構/旋轉料架
- 152 驅動軸
- 154 承載頭轉動馬達
- 155 軸/中心軸
- 160 現場監控系統/光監控系統
- 162 光源
- 164 光偵測器/偵測器
- 166 電路
- 168 光學頭
- 170 分岔光纖
- 172 主幹
- 174 枝幹
- 176 枝幹
- 190 控制器/遙控器
- 192 顯示器
- 194 使用者輸入裝置
- 200 量測光譜
- 210 蹤跡
- 212 數值序列
- 214 函數

300	位置
700	方法
702	步驟
704	步驟
706a	步驟
706b	步驟
706c	步驟
708	步驟
710	步驟
R	箭頭
ST	數值
TC	時間
TD	數值
TE	終點時間
TT	靶材厚度/靶值

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

無

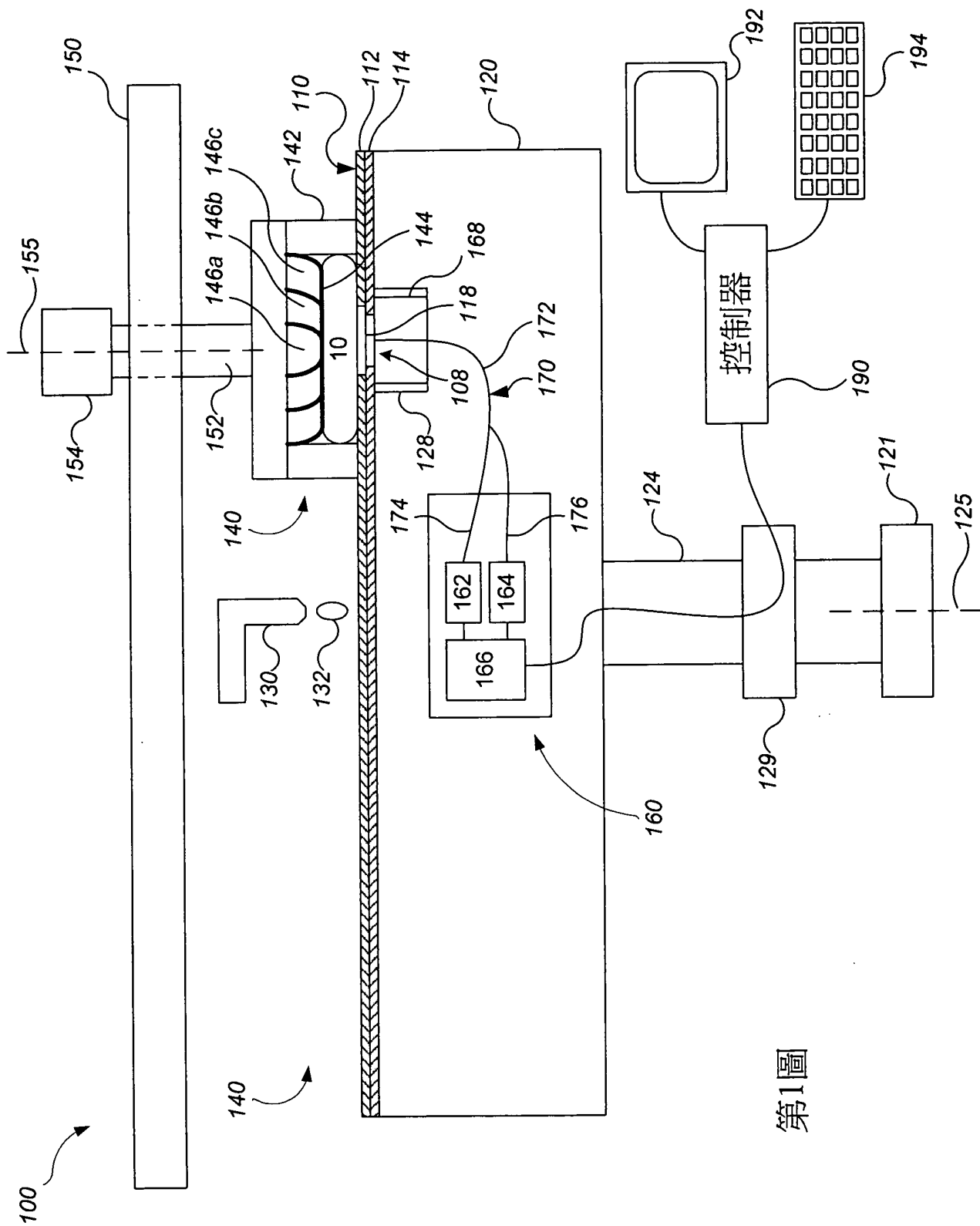
國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

無

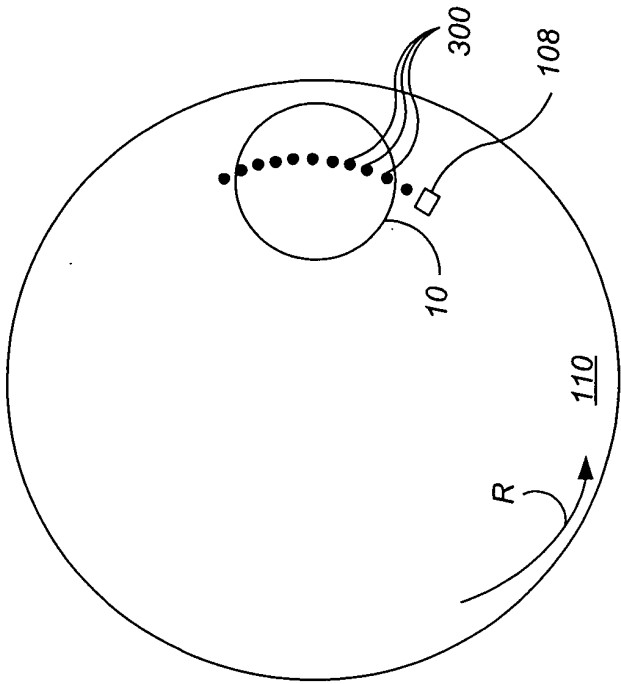
【序列表】(請換頁單獨記載)

無

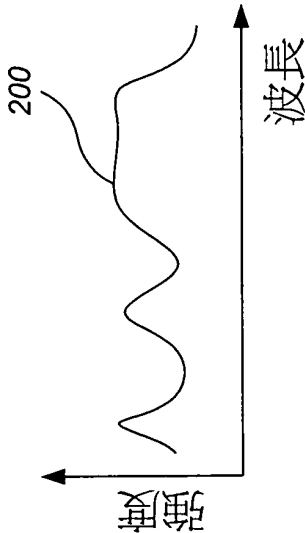
圖式



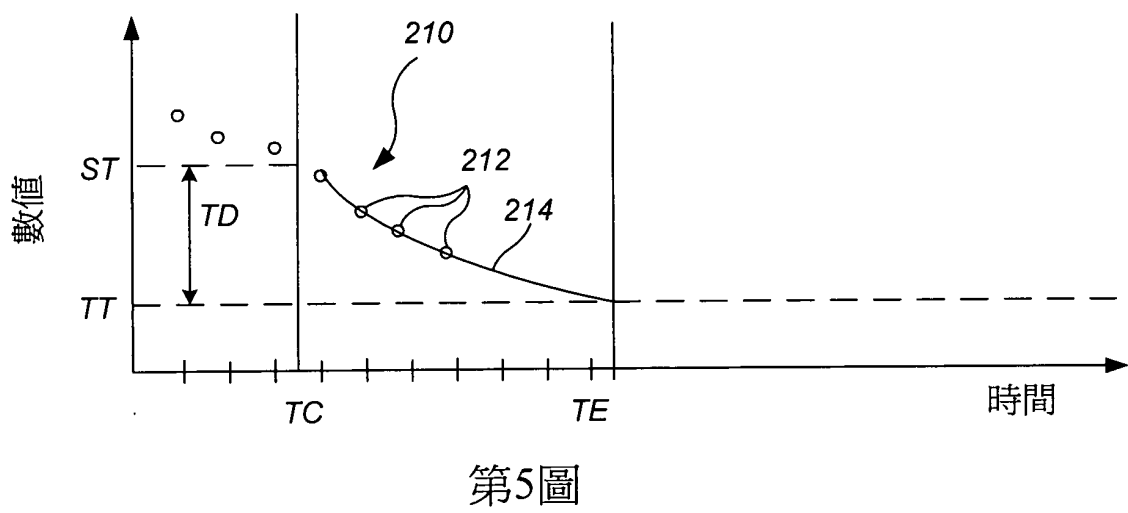
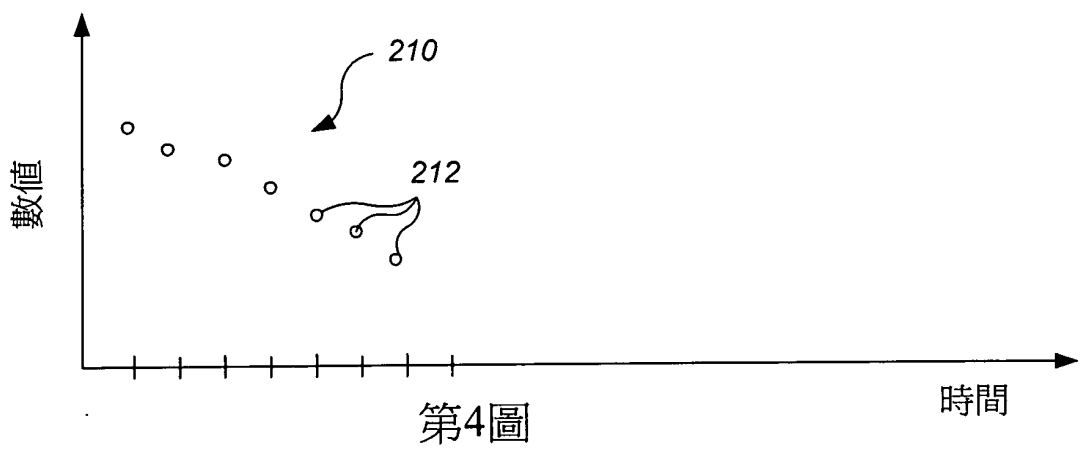
第1圖

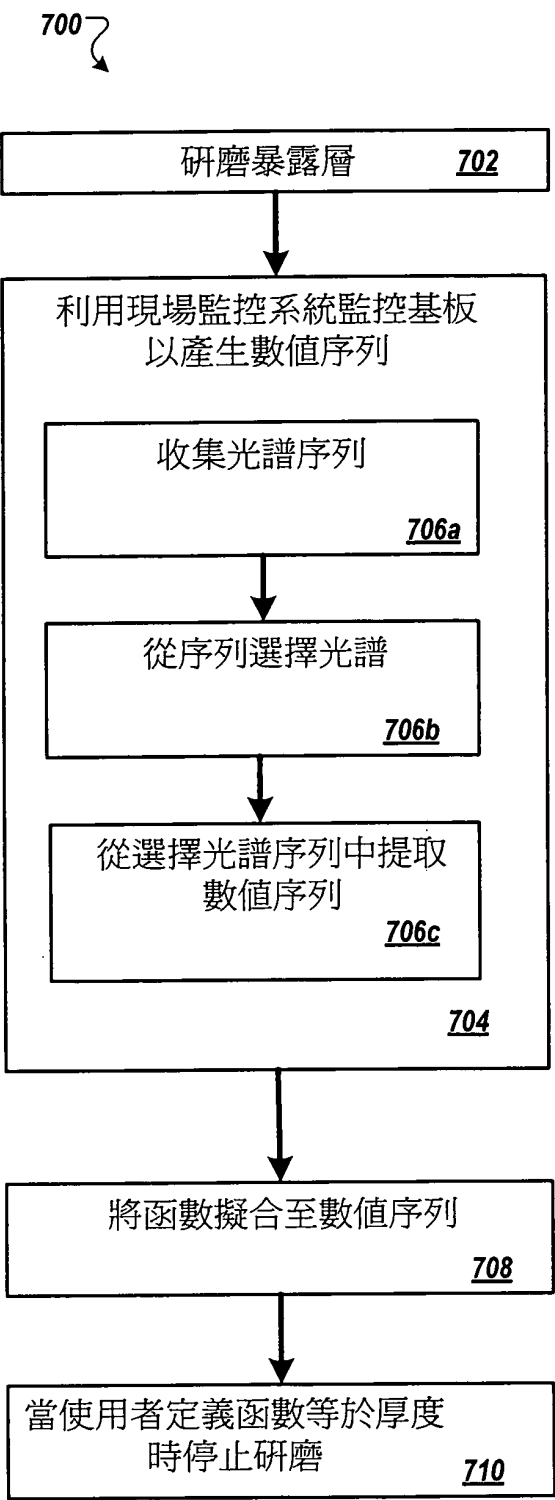


第3圖



第2圖





第6圖

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 6 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

700 方 法

702 步 驟

704 步 驟

706a 步 驟

706b 步 驟

706c 步 驟

708 步 驟

710 步 驟

【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)

控制研磨的方法，及其電腦程式產品和研磨設備
METHOD OF CONTROLLING POLISHING, AND
COMPUTER PROGRAM PRODUCT AND POLISHING
APPARATUS THEREOF

【技術領域】

【0001】 茲揭示有關於基板處理時之光學監控。

【先前技術】

【0002】 積體電路通常由導電層、半導體層或絕緣層依序沉積於矽晶圓上而形成於基板上。各種製造製程在基板上要求層的平坦化。舉例而言，如研磨金屬層以於圖案層之溝槽內形成穿孔、插座及接線的特定應用上，覆蓋層被平坦化直到圖案層之頂表面暴露為止。如光刻之介電層平坦化的其他應用中，覆蓋層被研磨直到所需厚度保留於下層為止。

【0003】 化學機械研磨(CMP)為一種被接受的平坦化方法。該平坦化方法通常要求該基板安裝於承載頭或研磨頭上。該基板之該暴露表面通常靠在轉動式研磨墊上放置。該承載頭提供可控式負載於該基板上以將該基板推靠至該研磨墊。具有研磨作用的研磨漿通常供應至該研磨墊表面。

【0004】 化學機械研磨的問題之一為判斷該研磨製程是否完成，亦即判斷基板層是否被平坦化至所需平整度或厚度，或何時材料移除量到達所需。該漿料分配之變化、該研磨墊之

申請第 13/454,002 號中，於 2012 年 4 月 23 日申請，該專利透過引用納入本說明書揭示中。

【0062】 參照第 4 圖，該圖僅繪示單一區域基板之結果，時間變化的數值序列 212 被繪示。該數值序列可被稱為蹤跡 210。一般而言，對於具有轉動平臺之研磨系統而言，該光監控系統之該感測器每掃描一次，蹤跡 210 可包括一個，例如剛好一個數值，該感測器位於該基板底下。若基板上多個區域被監控，則每區域每掃描一次可有一個數值。區域內的多個量測可被組合以產生單一個數值，該數值用以控制該終點及/或壓力。然而，該感測器每掃描一次也可能產生多於一個數值。

【0063】 該研磨操作開始前，該使用者或該設備製造商可定義函數 214，該函數擬合至時間變化的數值序列 212。舉例而言，該函數可為多項式函數，例如線性函數。具體而言，控制器 190 可於顯示器 192 顯示圖形化使用者介面，且該使用者可利用使用者輸入裝置 194 輸入使用者輸入函數 214。

【0064】 如第 5 圖所示，函數 214 擬合至數值序列 212。多種技術存在著以將廣義函數擬合至資料。對於如多項式之線性函數而言，可採用廣義線性最小平方法的途徑。

【0065】 可選擇地，在時間 TC 後收集的數值可用函數 214 擬合。在將該函數擬合至該數值序列時，時間 TC 前收集的數值可被忽略。舉例而言，此舉可協助消除該量測光譜之雜訊，該雜訊可於該研磨製程早期發生，或此舉可移除研磨時另一層量測的光譜。研磨可於終點時間 TE 停止，函數 214 於該時



I643701

發明摘要

公告本

※ 申請案號：102137537

※ 申請日：102 年 10 月 17 日

※IPC 分類：**B24B 37/013** (2012.01)**B24B 49/04** (2006.01)**B24B 49/12** (2006.01)

【發明名稱】（中文/英文）

控制研磨的方法，及其電腦程式產品和研磨設備
METHOD OF CONTROLLING POLISHING, AND
COMPUTER PROGRAM PRODUCT AND POLISHING
APPARATUS THEREOF

【中文】

一種控制研磨的方法包括：研磨基板、於研磨時利用現場光譜監控系統監控該基板以產生量測光譜序列、選擇少於全部的該等量測光譜以產生選擇光譜序列、從該選擇光譜序列產生數值序列，及基於該數值序列判斷至少一個研磨終點或研磨速率之調整。

【英文】

A method of controlling polishing includes polishing a substrate, monitoring the substrate during polishing with an in-situ spectrographic monitoring system to generate a sequence of measured spectra, selecting less than all of the measured spectra to generate a sequence of selected spectra, generating a sequence of values from the sequence of selected spectra, and determining at least one of a polishing endpoint or an adjustment for a polishing rate based on the sequence of values.

申請專利範圍

1. 一種控制研磨的方法，該方法包括以下步驟：

研磨一基板；

於研磨時利用一現場光譜監控系統監控該基板，以產生一量測光譜序列；

選擇少於全部的該量測光譜以產生一選擇光譜序列，其中該選擇之步驟包含以下步驟：針對該量測光譜序列中的每一量測光譜，基於以下其中至少一者來判斷是否將該量測光譜包含為一選擇光譜：

判斷該量測光譜中的一特徵存在或不存在，

判斷相對於出自該量測光譜序列的一先前量測光譜的在該量測光譜中的一特徵的一位置，及

判斷針對該量測光譜的一晶粒內的一位置；

從該選擇光譜序列產生一數值序列；及

基於該數值序列，判斷一研磨終點或針對一研磨速率之一調整的至少一者。

2. 一種電腦程式產品，該電腦程式產品實體上嵌入於一電腦可讀式媒體中，包括指令以使一處理器進行以下步驟：

於研磨一基板時，從一現場光譜監控系統接收一量測光譜序列；

選擇少於全部的該量測光譜以產生針對該量測光譜序列中的每一量測光譜的一選擇光譜序列，其中該選擇之步驟包含以下步驟：基於以下其中至少一者來判斷是否將該量測光

譜包含為一選擇光譜：

判斷該量測光譜中的一特徵存在或不存在，

判斷在該量測光譜中的一特徵的一位置，該量測光譜係相對於出自該量測光譜序列的一先前量測光譜，及

判斷針對該量測光譜的一晶粒內的一位置；

從該選擇光譜序列產生一數值序列；及

基於該數值序列，判斷一研磨終點或針對一研磨速率之一調整的至少一者。

3. 如請求項 2 所述之電腦程式產品，其中該選擇之步驟係基於該量測光譜中的一特徵存在或不存在來判斷是否將該量測光譜包含為一選擇光譜。

4. 如請求項 3 所述之電腦程式產品，其中該特徵包括一特定波長範圍內的一波峰、波谷或轉折點。

5. 如請求項 3 所述之電腦程式產品，其中該特徵包括一波峰或一波谷，該波峰大小高於一特定水平，該波谷大小低於一特定水平。

6. 如請求項 3 所述之電腦程式產品，其中該特徵包括被一特定範圍內之一波長距離分開的波峰或波谷。

7. 如請求項 3 所述之電腦程式產品，其中該選擇之步驟包

括以下步驟：判斷一特徵相對於出自該序列的一先前量測光譜存在或不存在。

8. 如請求項 2 所述之電腦程式產品，其中該選擇之步驟係基於相對於該先前量測光譜的該量測光譜中之該特徵的該位置來判斷是否將該量測光譜包含為一選擇光譜。

9. 如請求項 8 所述之電腦程式產品，其中該選擇之步驟包括以下步驟：判斷該量測光譜之一波峰或波谷相對於該先前量測光譜之一位移量是否在一預定範圍內。

10. 如請求項 8 所述之電腦程式產品，其中該選擇之步驟包括以下步驟：判斷該量測光譜中的多個波峰或波谷之位移相對於該先前量測光譜是否為同方向。

11. 如請求項 2 所述之電腦程式產品，其中選擇少於全部的該量測光譜之步驟係基於一晶粒內之一量測的一位置來判斷是否將該量測光譜包含為一選擇光譜。

12. 如請求項 11 所述之電腦程式產品，其中該選擇之步驟包括以下步驟：判斷該量測的該位置是否在該晶粒上的一預定區域內。

13. 一種研磨設備，包括：

- 一支撐，以維持一研磨墊；
- 一承載，以維持一基板與該研磨墊接觸；
- 一現場光譜監控系統，該現場光譜監控系統經配置以於研磨時從該基板產生一量測光譜序列；及
- 一控制器，該控制器經配置以進行以下步驟：
 - 從該現場光譜監控系統接收該量測光譜序列；
 - 選擇少於全部的該量測光譜以產生針對該量測光譜序列中的每一量測光譜的一選擇光譜序列，其中該選擇之步驟包含以下步驟：基於以下其中至少一者來判斷是否將該量測光譜包含為一選擇光譜：
 - 判斷該量測光譜中的一特徵存在或不存在，
 - 判斷相對於出自該量測光譜序列的一先前量測光譜的在該量測光譜中的一特徵的一位置，及
 - 判斷針對該量測光譜的一晶粒內的一位置；
 - 從該選擇光譜序列產生一數值序列；及
 - 基於該數值序列，判斷一研磨終點或針對一研磨速率之一調整的至少一者。

14. 一種控制研磨的方法，該方法包括以下步驟：

- 研磨一基板；
- 於研磨時利用一現場光譜監控系統監控該基板，以產生一量測光譜序列；
- 基於該量測光譜，針對該量測光譜序列中的每一量測光譜，將該量測光譜分類為複數個群組之至少一者，使得該量

測光譜序列的該量測光譜產生針對該複數個群組之一第一群組的一第一光譜序列及針對該複數個群組之一第二群組的一第二光譜序列；

基於一第一演算法，從該第一光譜序列產生一第一數值序列；

基於不同的一第二演算法，從該第二光譜序列產生一第二數值序列；及

基於該第一數值序列及該第二數值序列判斷一研磨終點或針對一研磨速率之一調整的至少一者。

15. 一種電腦程式產品，該電腦程式產品實體上嵌入於一電腦可讀式媒體中，包括指令以使一處理器進行以下步驟：

於研磨一基板時，從一現場光譜監控系統接收一量測光譜序列；

基於該量測光譜，針對該量測光譜序列中的每一量測光譜，將該量測光譜分類為複數個群組之至少一者，使得該量測光譜序列的該量測光譜產生針對該複數個群組之一第一群組的一第一光譜序列及針對該複數個群組之一第二群組的一第二光譜序列；

基於一第一演算法，從該第一光譜序列產生一第一數值序列；

基於不同的一第二演算法，從該第二光譜序列產生一第二數值序列；及

基於該第一數值序列及該第二數值序列判斷一研磨終點

或針對一研磨速率之一調整的至少一者。

16. 如請求項 15 所述之電腦程式產品，其中該分類之步驟包括以下步驟：將該量測光譜對一基準光譜作比較。

17. 如請求項 15 所述之電腦程式產品，其中該分類之步驟包括以下步驟：判斷該量測光譜中的一特徵存在或不存在。

18. 如請求項 15 所述之電腦程式產品，其中該第一演算法包括針對該第一群組中的每一量測光譜，從一參考光譜庫中辨識一匹配參考光譜，且該第二演算法包括針對該第二群組中的每一量測光譜，追蹤一光譜特徵之一特性。

19. 如請求項 15 所述之電腦程式產品，其中該第一演算法包括針對該第一群組中的每一量測光譜，將一光學模型擬合至該量測光譜，且該第二演算法包括針對一第二群組中的量測光譜，從一參考光譜庫中辨識一匹配參考光譜，或追蹤一光譜特徵之一特性。

20. 如請求項 15 所述之電腦程式產品，其中該第一演算法包括針對該第一群組中的每一量測光譜，將一第一光學模型擬合至該量測光譜，且該第二演算法包括針對該第二群組中的每一量測光譜，將一不同的第二光學模型擬合至該量測光譜。

21. 一種研磨設備，包括：

一支撐，該支撐用以維持一研磨墊；

一承載，該承載用以維持一基板與該研磨墊接觸；

一現場光譜監控系統，該現場光譜監控系統經配置以於研磨時從該基板產生一量測光譜序列；及

一控制器，該控制器經配置以進行以下步驟：

從該現場光譜監控系統接收該量測光譜序列；

基於該量測光譜，針對該量測光譜序列中的每一量測光譜，將該量測光譜分類為複數個群組之至少一者，使得該量測光譜序列的該量測光譜產生針對該複數個群組之一第一群組的一第一光譜序列及針對該複數個群組之一第二群組的一第二光譜序列；

基於一第一演算法，從該第一光譜序列產生一第一數值序列；

基於不同的一第二演算法，從該第二光譜序列產生一第二數值序列；及

基於該第一數值序列及該第二數值序列判斷一研磨終點或針對一研磨速率之一調整的至少一者。