



(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 I805703 B

(45)公告日：中華民國 112 (2023) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：108107710 (22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 03 月 08 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/304 (2006.01)* *H01L21/3105(2006.01)*
H01L21/768 (2006.01) *H01L21/67 (2006.01)*
B24B37/20 (2012.01) *B24B49/10 (2006.01)*

(30)優先權：2018/03/12 美國 62/641,950

(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：迪漢達潘尼 席維庫瑪 DHANDAPANI, SIVAKUMAR (IN)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

| | | | |
|----|----------------|----|----------------|
| EP | 0738561B1 | US | 2013/0288572A1 |
| US | 2015/0125971A1 | US | 2015/0147940A1 |
| US | 2017/0113320A1 | WO | 2015/080863A1 |

審查人員：程敦睿

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：3 共 27 頁

(54)名稱

在研磨原位監測期間的濾波

(57)摘要

藉由在研磨期間內由原位監測系統監測基板以從感測器產生信號來控制研磨，信號包含量測值序列，將信號濾波以產生經濾波信號，經濾波信號包含經調整值序列，以及根據經濾波信號確定研磨終點或對研磨速率的調整之至少一者。濾波包含：使用複數個擾動狀態在複數個不同頻率下，建模複數個週期性擾動；使用工廠狀態建模下層信號；以及將線性預測濾波器應用至工廠狀態與複數個擾動狀態，以產生代表下層信號的經濾波信號。

Polishing is controlled by monitoring the substrate with an in-situ monitoring system during polishing to generate a signal from a sensor with the signal including a sequence of measured values, filtering the signal to generate a filtered signal with the filtered signal including a sequence of adjusted values, and determining at least one of a polishing endpoint or an adjustment for a polishing rate from the filtered signal. The filtering includes modelling a plurality of periodic disturbances using a plurality of disturbance states at a plurality of different frequencies, modelling an underlying signal using a plant state, and applying a linear prediction filter to the plant state and the plurality of disturbance states to generate a filtered signal representing the underlying signal.

指定代表圖：

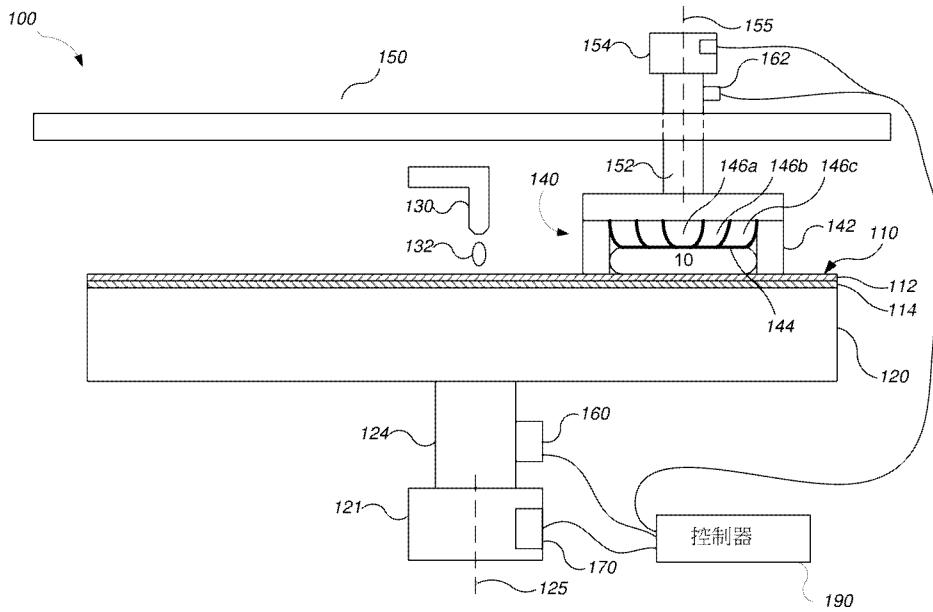


圖1

符號簡單說明：

- 10 . . . 基板
- 100 . . . 研磨設備
- 110 . . . 研磨墊
- 112 . . . 外側研磨層
- 114 . . . 背托層
- 120 . . . 平臺
- 121 . . . 馬達
- 124 . . . 驅動軸
- 125 . . . 軸
- 130 . . . 通口
- 132 . . . 研磨液體
- 140 . . . 承載頭
- 142 . . . 扣環
- 144 . . . 可撓膜
- 146a-146c . . . 腔室
- 152 . . . 驅動軸
- 154 . . . 馬達
- 155 . . . 軸
- 160 . . . 原位監測系統
- 162 . . . 扭矩計
- 170 . . . 電流感測器
- 190 . . . 控制器



I805703

【發明摘要】

【中文發明名稱】在研磨原位監測期間的濾波

【英文發明名稱】FILTERING DURING IN-SITU MONITORING OF POLISHING

【中文】

藉由在研磨期間內由原位監測系統監測基板以從感測器產生信號來控制研磨，信號包含量測值序列，將信號濾波以產生經濾波信號，經濾波信號包含經調整值序列，以及根據經濾波信號確定研磨終點或對研磨速率的調整之至少一者。濾波包含：使用複數個擾動狀態在複數個不同頻率下，建模複數個週期性擾動；使用工廠狀態建模下層信號；以及將線性預測濾波器應用至工廠狀態與複數個擾動狀態，以產生代表下層信號的經濾波信號。

【英文】

Polishing is controlled by monitoring the substrate with an in-situ monitoring system during polishing to generate a signal from a sensor with the signal including a sequence of measured values, filtering the signal to generate a filtered signal with the filtered signal including a sequence of adjusted values, and determining at least one of a polishing endpoint or an adjustment for a polishing rate from the filtered signal. The filtering includes modelling a plurality of periodic disturbances using a plurality of disturbance states at a plurality of different frequencies, modelling an underlying signal using a plant state, and applying a linear prediction filter to the plant state and the plurality of disturbance states to generate a filtered signal representing the underlying signal.

【指定代表圖】第（ 1 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

- 1 0 基板
- 1 0 0 研磨設備
- 1 1 0 研磨墊
- 1 1 2 外側研磨層
- 1 1 4 背托層
- 1 2 0 平臺
- 1 2 1 馬達
- 1 2 4 驅動軸
- 1 2 5 軸
- 1 3 0 通口
- 1 3 2 研磨液體
- 1 4 0 承載頭
- 1 4 2 扣環
- 1 4 4 可撓膜
- 1 4 6 a - 1 4 6 c 腔室
- 1 5 2 驅動軸
- 1 5 4 馬達
- 1 5 5 軸
- 1 6 0 原位監測系統
- 1 6 2 扭矩計
- 1 7 0 電流感測器
- 1 9 0 控制器

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】在研磨原位監測期間的濾波

【英文發明名稱】FILTERING DURING IN-SITU MONITORING OF
POLISHING

【技術領域】

【0001】 本揭示內容係關於將濾波器應用於由原位監測系統獲取的資料以控制研磨。

【先前技術】

【0002】 通常藉由循序沈積導電層、半導體層或絕緣層到矽晶圓上，以在基板上形成積體電路。一個製造步驟涉及將填料層沈積到非平面的表面上方，並將填料層平坦化。對於某些應用，填料層被平坦化，直到暴露出圖案化層的頂表面。例如，可在圖案化絕緣層上沈積導電填料層，以在絕緣層中填充溝槽或孔。在平坦化之後，剩餘在絕緣層的突出圖案之間的金屬層部分，形成在基板上的薄膜電路之間提供導電路徑的通孔、插件與線。對於其他應用（諸如氧化物研磨），將填料層平坦化，直到在非平面表面上留下預定厚度。另外，光刻法通常需要平坦化基板表面。

【0003】 化學機械研磨（CMP）為一種被接受的平坦化方法。此平坦化方法通常需要將基板裝設在承載頭或研磨頭上。基板的暴露表面，通常被放置為抵靠旋轉研磨墊。承載頭在基板上提供可控制的負載，以將基板推向研磨墊。通常將具研磨性的研磨漿料供應到研磨墊的表面。

【0004】CMP中的一個問題是確定研磨過程是否完成，亦即基板層是否已經被平坦化到所需的平坦度或厚度，或者何時已經去除了所需的材料量。漿料分佈、研磨墊條件、研磨墊和基板之間的相對速度、以及基板上的負載的變化，可導致材料去除速率的變化。這些變化以及基板層的初始厚度的變化，導致達到研磨終點所需的時間的變化。因此，研磨終點通常不能僅僅根據研磨時間來確定。

【0005】在一些系統中，在研磨期間原位監測基板，例如藉由監測馬達旋轉平臺或承載頭所需的扭矩。然而，現有的監測技術可能無法滿足半導體裝置製造商日益增長的需求。

【發明內容】

【0006】在一個態樣中，一種控制研磨的方法，包括：研磨基板；在研磨期間內由原位監測系統監測基板以從感測器產生信號，信號包含量測值序列；將信號濾波以產生經濾波信號，經濾波信號包含經調整值序列；以及根據經濾波信號確定研磨終點或對研磨速率的調整之至少一者。濾波包含：使用複數個擾動狀態在複數個不同頻率下，建模複數個週期性擾動；使用工廠狀態建模下層信號；以及將線性預測濾波器應用至工廠狀態與複數個擾動狀態，以產生代表下層信號的經濾波信號。

【0007】在另一態樣中，一種電腦程式產品，具有指令，指令在由處理器執行時使處理器：在基板的研磨期間內接收來自原位監測系統的信號；將信號濾波以產生經濾

波信號；以及根據經濾波信號確定研磨終點或對研磨速率的調整之至少一者。信號包含量測值序列，且經濾波信號包含經調整值序列。用於濾波信號的指令包含用於以下的指令：使用複數個擾動狀態在複數個不同頻率下，建模複數個週期性擾動；使用工廠狀態建模下層信號；以及將線性預測濾波器應用至工廠狀態與複數個擾動狀態，以產生代表下層信號的經濾波信號。

【0008】 在另一態樣中，一種研磨系統，包含：平臺，平臺用於支撐研磨墊；承載頭，承載頭用於在研磨期間內使基板保持接觸研磨墊；原位監測系統，原位監測系統經配置以從感測器產生信號，感測器在研磨期間內監測基板；以及控制器。控制器經配置以在基板的研磨期間內接收來自原位監測系統的信號，將信號濾波以產生經濾波信號，以及根據經濾波信號確定研磨終點或對研磨速率的調整之至少一者。信號包含量測值序列，且經濾波信號包含經調整值序列。控制器經配置以由以下對信號濾波：使用複數個擾動狀態在複數個不同頻率下，建模複數個週期性擾動；使用工廠狀態建模下層信號；以及將線性預測濾波器應用至工廠狀態與複數個擾動狀態，以產生代表下層信號的經濾波信號。

【0009】 實施方式可包含下列特徵之一或更多者。

【0010】 複數個週期性擾動可包含頭部掃描擾動及/或平臺旋轉擾動。複數個週期性擾動可由兩個週期性擾動所組成。

【0011】 原位監測系統可包含承載頭監測系統或平臺監測系統。原位監測系統可包含馬達電流監測系統或扭矩監測系統。例如，原位監測系統可包含馬達電流監測系統或平臺馬達電流監測系統。例如，原位監測系統可包含承載頭馬達扭矩監測系統或平臺馬達扭矩監測系統。

【0012】 可以使用複數個工廠狀態來建模下層信號。複數個工廠狀態可包括經濾波的馬達電流和馬達電流速率。複數個工廠狀態可包括經濾波扭矩與扭矩速率。

【0013】 線性預測濾波器可以是卡拉曼濾波器。

【0014】 實施方式可包含下列潛在優點之一或更多個。可以減少信號中的週期性擾動，而不會引入顯著的濾波器延遲。在目標厚度下可以更可靠地停止研磨。

【0015】 在附加圖式與下文的說明中闡述一或更多個實施例的細節。根據說明與圖式，以及申請專利範圍，其他的態樣、特徵與優點將顯而易見。

【圖式簡單說明】

【0016】 圖1示出了研磨設備的範例的示意性截面圖。

【0017】 圖2是示出將信號分解成分量的示意圖。

【0018】 圖3是比較由自訂濾波器和標準低通濾波器產生的經濾波平臺扭矩信號的圖表。

【0019】 在各種圖式中，類似的元件符號指示類似的元件。

【實施方式】

【0020】 在一些半導體製造處理研磨中，處理由原位監測系統監測。然而，在一些情況下，來自原位監測系統的信號可能被週期性或正弦擾動破壞。這些擾動可以源自各種源，通常與基板的運動相關聯。例如，在研磨作業中，這種擾動可能源於承載頭的振盪掃描或平臺旋轉。有時也存在高次諧波；這可能是由於諸如摩擦等非線性因素造成的。

【0021】 通常，對於半導體處理，期望從原位監測系統提取可用於端點控制的信號。去除涉及信號的低通濾波的週期性或正弦擾動的當前技術，可能導致額外的延遲，這可能影響終點的準確性。然而，使用基於模型之方法的涉及濾除正弦曲線（正弦抑制）的技術，可以導致最小的延遲或信號失真。

【0022】 作為範例，可以監測馬達使平臺或承載頭以指定的轉速旋轉所需的扭矩或電流。此馬達扭矩為具有雜訊的信號，可能受到週期性擾動。例如，馬達扭矩和馬達電流信號對時間曲線，不僅可能被隨機雜訊破壞，而且還可能被由於跨越研磨墊掃描承載頭140引起的大的系統性正弦擾動破壞。濾波方法可以應用於這種信號。

【0023】 當暴露下層時，假定下層相對於研磨層具有與上覆層不同的摩擦係數，則可以藉由檢測馬達扭矩的最終變化來確定研磨終點。例如，在一些半導體晶片製造處理中，研磨上覆層（例如氧化矽或多晶矽），直到暴露出下層（例如介電質，諸如氧化矽、氮化矽或高K介電質）。

【0024】圖1示出研磨設備100的範例。研磨設備100包含可旋轉式碟形平臺120，研磨墊110位於碟形平臺120上。研磨墊110可為具有外側研磨層112與較軟的背托層114的雙層研磨墊。平臺可操作以關於軸125旋轉。例如，馬達121（例如DC感應馬達）可轉動驅動軸124，以旋轉平臺120。

【0025】研磨設備100可包含通口130以將研磨液體132（諸如研磨漿料）分配到研磨墊110上，進而分配到墊。研磨設備亦可包含研磨墊調節器，以打磨研磨墊110而使研磨墊110維持在一致的磨料狀態中。

【0026】研磨設備100包含至少一個承載頭140。承載頭140可操作以將基板10抵靠研磨墊110固持。每一承載頭140可具有對與每一相應基板相關聯的研磨參數（例如壓力）的獨立控制。

【0027】承載頭140可包含扣環142以將基板10保持在可撓膜144之下。承載頭140亦包含由膜界定的一或更多個可獨立控制式壓力腔室，例如，三個腔室146a-146c，腔室146a-146c可施加可獨立控制式壓力至可撓膜144上（且因此在基板10上（參見圖3））的相關聯分區。儘管為了容易說明，圖2和圖3僅示出三個腔室，但可存在一或兩個腔室、或四或更多個腔室，例如，五個腔室。

【0028】承載頭140由支撐結構150（例如，旋轉料架）懸吊，且由驅動軸152連接至承載頭旋轉馬達154（例

如，DC 感應馬達），使得承載頭可關於軸 155 旋轉。可選的，每個承載頭 140 可橫向擺盪（例如，在旋轉料架 150 上的滑動件上），或藉由旋轉料架自身的旋轉性擺盪。在典型作業中，平臺關於平臺中央軸 125 旋轉，且每個承載頭關於承載頭中央軸 155 旋轉，並跨研磨墊的頂表面橫向平移。

【0029】 儘管僅圖示一個承載頭 140，但可提供更多承載頭以固持額外的基板，使得研磨墊 110 的表面區域可被有效率地使用。因此，適於保持基板以進行同時研磨處理的承載頭組件的數量，可以至少部分基於研磨墊 110 的表面區域。

【0030】 諸如可編程電腦的控制器 190 連接到馬達 121、154，以控制平臺 120 和承載頭 140 的旋轉速率。例如，每個馬達可包括量測相關聯驅動軸的轉速的編碼器。回饋控制電路可以在馬達本身中、作為控制器的一部分或為單獨電路，並從編碼器接收量測到的旋轉速率，並調整供應給馬達的電流，以確保驅動軸的旋轉速率匹配從控制器接收到的旋轉速率。

【0031】 研磨設備還包括原位監測系統 160，例如馬達電流或馬達扭矩監測系統，原位監測系統 160 可用於確定研磨終點。原位監測系統 160 包括感測器，感測器用於量測供應給馬達的馬達扭矩及 / 或電流。

【0032】 例如，扭矩計160可以放置在驅動軸124上，及/或扭矩計162可以放置在驅動軸152上。扭矩計160及/或162的輸出信號被導引至控制器190。

【0033】 替代地或另外地，電流感測器170可以監測供應給馬達121的電流，及/或電流感測器172可以監測供應給馬達154的電流。電流感測器170及/或172的輸出信號被導引至控制器190。儘管電流感測器被示為馬達的一部分，但電流感測器可以是控制器的一部分（若控制器本身輸出馬達的驅動電流）或為單獨電路。

【0034】 感測器的輸出可以是數位電子信號（若感測器的輸出是類比信號，則可以由感測器或控制器中的ADC將類比信號轉換為數位信號）。數位信號由一系列信號值組成，信號值之間的時間週期取決於感測器的取樣頻率。此信號值序列可以稱為信號對時間曲線。信號值序列可以表示為一組值 x_n 。

【0035】 如上所述，可以使用濾波器將來自感測器的「原始」數位信號平滑化。

【0036】 如圖2所示，所量測的「原始」信號可以在時域中分解成多個信號。特定而言，所量測的信號可以分解為多個正弦波分量、白雜訊分量和基本信號。

【0037】 為了漸近性地拒斥確定性擾動，可以將擾動模型嵌入到信號的「工廠(plant)」模型中（例如，內部模型原則(Internal Model Principle)）。儘管可以對其他擾動進行建模，但擾動模型可用於正弦擾動拒斥。

【0038】 為了監測CMP作業，CMP系統的「工廠」模型可以由摩擦（MT或介面（Interface））擷取旋轉動力學性質。相對的，增強模型包括工廠模型的「工廠」狀態，加上擾動模型的擾動狀態。工廠狀態可包含由原位監測系統監測的閥（例如，扭矩或馬達電流），以及改變值的速率。例如，若正量測馬達電流（例如，平臺馬達電流或承載頭馬達電流），則工廠狀態可包含經濾波馬達電流以及馬達電流改變速率。作為另一範例，若正量測扭矩（例如，平臺扭矩或承載頭扭矩），則工廠狀態可包含經濾波扭矩以及扭矩改變速率。

【0039】 為了執行濾波，可以使用原始量測信號對增強模型執行適當的卡爾曼濾波器（Kalman filter）。

【0040】 一組n個正弦波可以建模為

$$\sum_{m=1}^n A_m \sin(\omega_m t + \varphi_m)$$

可以藉由使用快速傅立葉變換（FFT）的實驗和離線分析，來獲得衰減的主要頻率。因此，對於m=1到n的多個值已知 ω_m ，其中正在建模n個正弦擾動。

【0041】 具有已知頻率 ω_1 的單個正弦波的狀態可以定義如下：

$$X_{d_k} = \begin{bmatrix} A_m \sin(\omega_1 t + \varphi) \\ A_m \cos(\omega_1 t + \varphi) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{1d} \\ X_{2d} \end{bmatrix}_k$$

【0042】 假設取樣週期為 T_s ，則第 $(k+1)$ 個取樣是（例如，使用 $\sin(\alpha + \beta)$ 擴展）：

$$X_{d_{k+1}} = \begin{bmatrix} A_m \sin(\omega_1 \{t + T_s\} + \varphi) \\ A_m \cos(\omega_1 \{t + T_s\} + \varphi) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{1d} \\ X_{2d} \end{bmatrix}_{k+1}$$

$$= \begin{bmatrix} \cos(\omega_1 T_s) & \sin(\omega_1 T_s) \\ -\sin(\omega_1 T_s) & \cos(\omega_1 T_s) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_m \sin(\omega_1 t + \varphi) \\ A_m \cos(\omega_1 t + \varphi) \end{bmatrix}$$

【0043】 因此，

$$X_{d_{k+1}} = \begin{bmatrix} \cos(\omega_1 T_s) & \sin(\omega_1 T_s) \\ -\sin(\omega_1 T_s) & \cos(\omega_1 T_s) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{1d} \\ X_{2d} \end{bmatrix}_k = A_d * X_{d_k}$$

【0044】 若存在多個正弦波，則可以以方塊對角線格式生成多個正弦波的 A 矩陣（例如， n 個正弦波），如下所示：

$$X_{d_{k+1}} = \begin{bmatrix} A_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & A_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{1d_k} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ X_{nd_k} \end{bmatrix}_k = A_d * X_{d_k}$$

每個正弦波具有兩個狀態，如上所示。此外，模型仍然是線性的。使用這種方法，不必分別估計相位和振幅。

【0045】 但是，若頻率未知，則頻率可以是模型的另一種狀態。在這種情況下，模型變為非線性（並且可能需要擴展卡爾曼濾波器 (Extended Kalman Filter)）。

【0046】 現在轉到工廠模型，兩個工廠狀態可表示如下：

$$X_{p_k} = \begin{bmatrix} \textit{Filtered Torque} \\ \textit{Torque Rate} \end{bmatrix}_k = \begin{bmatrix} T \\ T_R \end{bmatrix}_k$$

經濾波的扭矩 (*Filtered Torque*) (T) 將是我們正在尋找的基本信號 (其中擾動已被減少或去除)。扭矩率 (*Torque Rate*) (T_R) 是扭矩的改變速率。

【0047】 模型可表示如下

$$\begin{aligned} X_{p_k+1} &= \begin{bmatrix} 1 & T_s \\ 0 & 1 \end{bmatrix} X_{p_k} + \begin{bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \end{bmatrix}_k \\ &= A_p * X_{p_k} + W_k \end{aligned}$$

White noise

其中 ω_{1_k} 和 ω_{2_k} 表示白雜訊 (*white noise*)。

$$T_{k+1} = T_k + T_R_k + \omega_{1_k}$$

$$T_R_{k+1} = T_R_k + \omega_{2_k}$$

【0048】 或者，單一工廠狀態可表示如下：

$$X_{p_k} = [\textit{Filtered Torque}]_k = T_k$$

【0049】 在這種情況下

$$X_{p_k+1} = T_{k+1} = T_k + \omega_{1k}$$

【0050】 增強狀態可以定義如下：

$$X_{a_k} = [X_{d_k} \quad X_{p_k}]^T$$

【0051】 具有增強動力學和量測扭矩輸出等式的增強模型可表示為：

$$\begin{bmatrix} X_d \\ X_p \end{bmatrix}_{k+1} = \begin{bmatrix} A_{d1} & \cdots & 0 \\ \vdots & A_{dn} & \vdots \\ 0 & \cdots & A_p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_d \\ X_p \end{bmatrix}_k + \begin{bmatrix} \omega_d \\ \vdots \\ \omega_p \end{bmatrix}$$

$$y = [1 \ 0 \ \dots \ 1 \ 0 \ 1 \ 0] \begin{bmatrix} X_d \\ X_p \end{bmatrix}_k$$

【0052】 習知的卡爾曼濾波器在 Welch 和 Bishop 所著之「An Introduction to the Kalman Filter」中有所描述。標準卡爾曼濾波器（特定而言為「離散卡爾曼濾波器（DKF）」）具有平滑化能力，因為被濾波的系統的雜訊特性被包括在方程式中。標準卡爾曼濾波器還採用預測步驟，預測步驟基於當前和過去的資料估計未來資料值。預測步驟通常僅由一個資料步驟（亦即，近期預測（near-term prediction））延伸到未來。然而，這種近期預測可能不足以減少CMP馬達扭矩資料的濾波器延遲而使得在商業上可行。藉由使用線性預測而不是標準卡爾曼預測步驟，「經修改卡爾曼」濾波器顯著地將濾波器延遲最小化。

【0053】 圖3示出了「原始」平臺扭矩信號200和藉由應用使用具有三個正弦擾動和一個扭矩狀態的模型的濾波器產生的濾波信號210的圖表。經濾波的信號相對乾淨，且不會出現明顯的延遲。

【0054】 在本說明書中描述的實施方式與所有功能性作業，可以在數位電子電路系統中實施，或者在電腦軟體、韌體或硬體中實現，包括本說明書中揭示的結構構件及其結構性等同物、或其組合。在本說明書中描述的實施方式，可被實施為一或更多個非暫態性電腦程式產品，亦即，一或更多個電腦程式，其被有形地體現在機器可讀取儲存裝置中，以供資料處理設備（例如，可編程處理器、電腦、或多個處理器或電腦）執行或控制資料處理設備的作業。

【0055】 電腦程式（也稱為程式、軟體、軟體應用、或代碼）可用任何形式的程式語言編寫，包括編譯或解釋語言，並且可以以任何形式部署，包括作為獨立程式或作為模組、部件、子常式、或其他適合在計算環境中使用的單元。電腦程式不必需要對應於檔案。程式可被儲存在保存其他程式或資料的檔案的部分中、專屬於所論述的程式的單一檔案中、或在多個協作的檔案中（例如，儲存一或更多個模組、子程式、或代碼部分的檔案）。電腦程式可被部署為被執行在一個電腦上或在多個電腦上，這些電腦位於一個位點或分散在多個位點且由通訊網路交互連接。

【0056】 本說明書中所描述的處理與邏輯流程，可由一或更多個可編程處理器執行，這些可編程處理器執行一或更多個電腦程式以執行功能，藉由對輸入資料進行操作並產生輸出。處理與邏輯流程亦可由特殊用途邏輯電路系統來執行（且設備亦可被實施為特殊用途邏輯電路系統），

例如，FPGA（場可編程式閘陣列）或ASIC（特殊應用積體電路）。

【0057】用詞「資料處理設備」涵蓋所有用於處理資料的設備、裝置與機器，例如包含可編程處理器、電腦、或多個處理器或電腦。除了硬體之外，設備可包含為所論述的電腦程式創建執行環境的代碼，例如，構成處理器韌體、協定堆疊、資料庫管理系統、作業系統、或以上之一或更多者的組合的代碼。適合用於執行電腦程式的處理器，包含（例如）通用與特殊用途微處理器、以及任何種類的數位電腦的任一個或更多個處理器。

【0058】適用於儲存電腦程式指令與資料的電腦可讀取媒體，包含所有形式的非揮發性記憶體、媒體與記憶體裝置，例如包括半導體記憶體裝置，例如EPROM、EEPROM和快閃記憶體裝置；磁碟，例如，內部硬碟或可移除式碟片；磁光碟；和CDROM和DVD-ROM碟片。處理器與記憶體可由特殊用途邏輯電路系統補充（或被併入特殊用途邏輯電路系統）。

【0059】上述研磨設備和方法可以應用於各種研磨系統中。研磨墊或承載頭（或研磨墊與承載頭兩者）可移動，以提供研磨表面與晶圓之間的相對運動。例如，平臺可以繞軌道旋轉而不是旋轉。研磨墊可以是固定到平臺的圓形（或一些其他形狀）的墊。終點檢測系統的一些態樣可適用於線性研磨系統（例如，其中研磨墊是連續的或線性移動的盤式帶（reel-to-reel belt））。研磨層可以是標準

(例如，具有或不具有填料的聚氨酯) 研磨材料，軟材料或固定研磨材料。使用相對定位的用詞；應該理解到，研磨表面和晶圓可以保持在垂直方向或一些其他方向上。

【0060】 儘管本說明書包含許多特定細節，但是這些細節不應被解釋為對所主張的範圍構成限制，而是作為對特定發明的特定實施例特有的特徵的描述。在一些實施方式中，方法可以應用於上覆和下層材料的其他組合，以及來自其他種類的原位監測系統(例如，光學監測或渦電流監測系統)的信號。

【符號說明】

【0061】

10 基板

100 研磨設備

110 研磨墊

112 外側研磨層

114 背托層

120 平臺

121 馬達

124 驅動軸

125 軸

130 通口

132 研磨液體

140 承載頭

142 扣環

1 4 4 可撓膜

1 4 6 a - 1 4 6 c 腔室

1 5 2 驅動軸

1 5 4 馬達

1 5 5 軸

1 6 0 原位監測系統

1 6 2 扭矩計

1 7 0 電流感測器

1 9 0 控制器

2 0 0 「原始」平臺扭矩信號

2 1 0 濾波信號

【生物材料寄存】

【 0 0 6 2 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 6 3 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種控制研磨的方法，包括：

研磨步驟，研磨一基板；

監測步驟，在研磨期間內由一原位監測系統監測該基板，該監測步驟包含以下步驟：從一感測器產生一信號，該信號包含一量測值序列；

濾波步驟，將該信號濾波以產生一經濾波信號，該經濾波信號包含一經調整值序列，該濾波步驟包含

使用複數個擾動狀態在複數個不同頻率下，建模複數個週期性擾動，

使用一工廠狀態建模一下層信號，以及

將一線性預測濾波器應用至該工廠狀態與該複數個擾動狀態，以產生代表該下層信號的一經濾波信號；以及

根據該經濾波信號確定一研磨終點或對一研磨速率的一調整之至少一者。

【第2項】 如請求項 1 所述之方法，其中該複數個週期性擾動包含一頭部掃描擾動。

【第3項】 如請求項 1 所述之方法，其中該複數個週期性擾動包含一平臺旋轉擾動。

【第4項】 如請求項 1 所述之方法，該方法包含以下步驟：使用複數個工廠狀態建模該下層信號。

【第5項】如請求項4所述之方法，其中該原位監測系統包含一馬達電流監測系統，且該複數個工廠狀態包含一經濾波馬達電流與一馬達電流速率。

【第6項】如請求項4所述之方法，其中該原位監測系統包含一扭矩監測系統，且該複數個工廠狀態包含一經濾波扭矩與一扭矩速率。

【第7項】一種用於控制研磨的電腦程式產品，包含具有複數個指令的一非暫態性電腦可讀取媒體，該等指令在由一處理器執行時使該處理器：

在一基板的研磨期間內接收來自一原位監測系統的一信號，該信號包含一量測值序列；

將該信號濾波以產生一經濾波信號，該經濾波信號包含一經調整值序列，其中用於濾波該信號的該等指令包含用於以下的指令

使用複數個擾動狀態在複數個不同頻率下，建模複數個週期性擾動，

使用一工廠狀態建模一下層信號，以及

將一線性預測濾波器應用至該工廠狀態與該複數個擾動狀態，以產生代表該下層信號的一經濾波信號；以及

根據該經濾波信號確定一研磨終點或對一研磨速率的一調整之至少一者。

【第8項】 如請求項 7 所述之電腦程式產品，其中該複數個週期性擾動由兩個週期性擾動所組成。

【第9項】 如請求項 7 所述之電腦程式產品，其中該複數個週期性擾動由三個週期性擾動所組成。

【第10項】 如請求項 7 所述之電腦程式產品，其中該複數個週期性擾動包含一頭部掃描擾動。

【第11項】 如請求項 7 所述之電腦程式產品，其中該複數個週期性擾動包含一平臺旋轉擾動。

【第12項】 如請求項 7 所述之電腦程式產品，其中用於建模該下層信號的該等指令包含用於以下的指令：使用複數個工廠狀態建模該下層信號。

【第13項】 如請求項 12 所述之電腦程式產品，其中該複數個工廠狀態包含一經濾波馬達電流與一馬達電流速率。

【第14項】 如請求項 12 所述之電腦程式產品，其中該複數個工廠狀態包含一經濾波扭矩與一扭矩速率。

【第15項】 如請求項 7 所述之電腦程式產品，其中用於應用該線性預測濾波器的該等指令包含應用一卡拉曼濾波器。

【第16項】 一種研磨系統，包含：

一平臺，該平臺用於支撐一研磨墊；

一承載頭，該承載頭用於在研磨期間內使一基板保

持接觸該研磨墊；

一原位監測系統，該原位監測系統經配置以從一感測器產生一信號，該感測器在研磨期間內監測該基板，該信號包含一量測值序列；以及

一控制器，該控制器經配置以

在該基板的研磨期間內接收來自該原位監測系統的該信號，

將該信號濾波以產生一經濾波信號，該經濾波信號包含一經調整值序列，其中該控制器經配置以由以下對該信號濾波

使用複數個擾動狀態在複數個不同頻率下，建模複數個週期性擾動，

使用一工廠狀態建模一下層信號，以及

將一線性預測濾波器應用至該工廠狀態與該複數個擾動狀態，以產生代表該下層信號的一經濾波信號，以及

根據該經濾波信號確定一研磨終點或對一研磨速率的一調整之至少一者。

【第17項】 如請求項16所述之系統，其中該原位監測系統包含一承載頭馬達電流監測系統或一平臺馬達電流監測系統。

【第18項】 如請求項17所述之系統，其中該工廠狀態

包含一經濾波馬達電流及 / 或一馬達電流改變速率。

【第 19 項】 如請求項 16 所述之系統，其中該原位監測系統包含一承載頭馬達扭矩監測系統或一平臺馬達扭矩監測系統。

【第 20 項】 如請求項 19 所述之系統，其中該工廠狀態包含一經濾波扭矩及 / 或一扭矩改變速率。

【發明圖式】

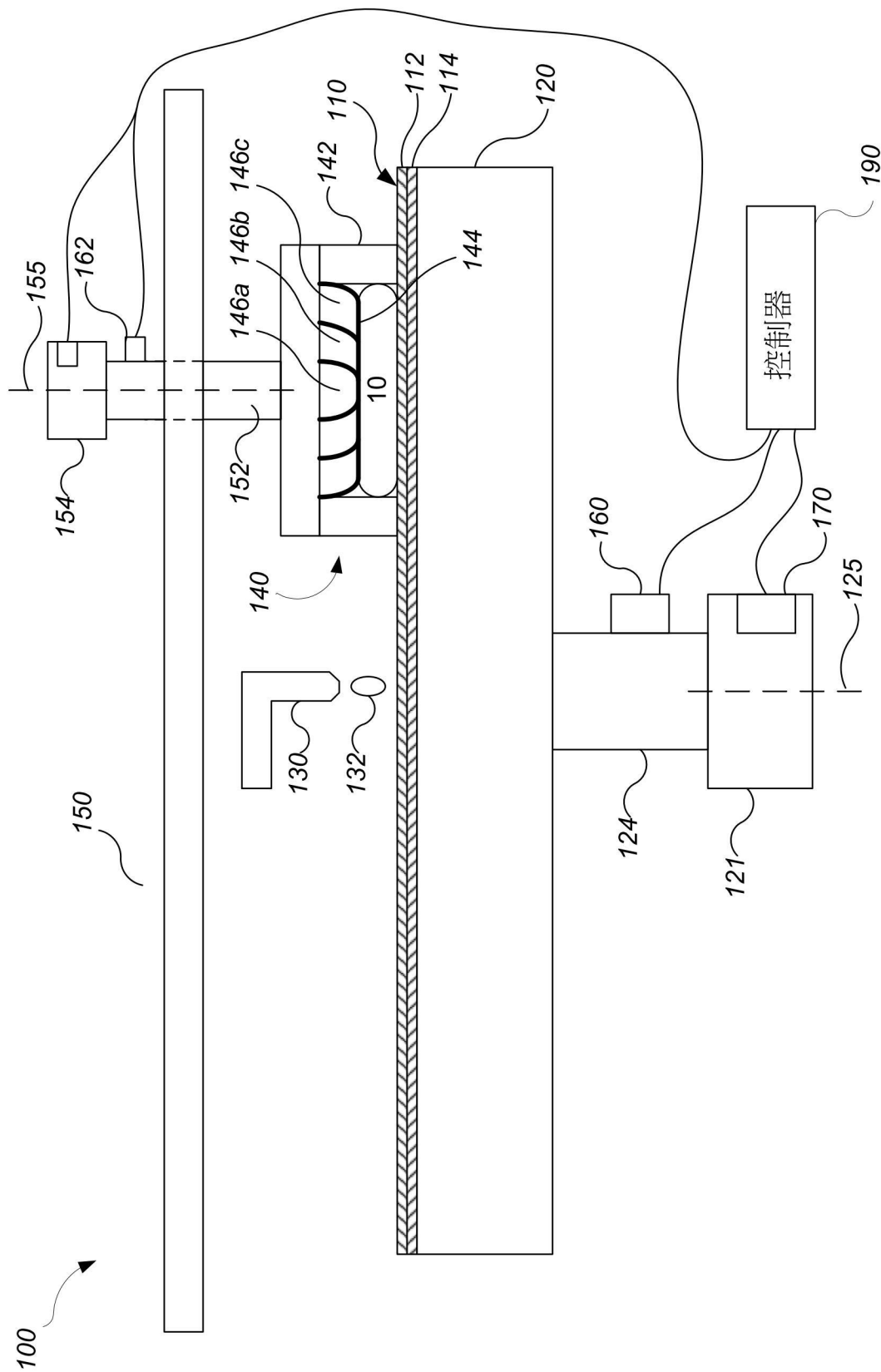


圖1

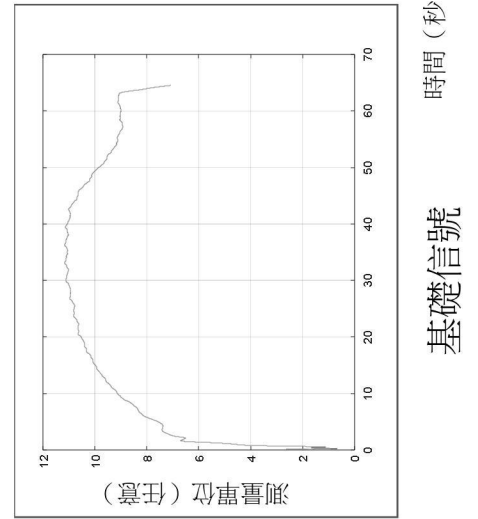
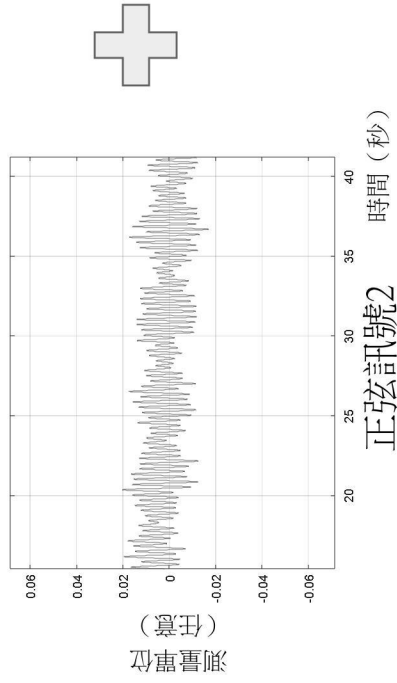
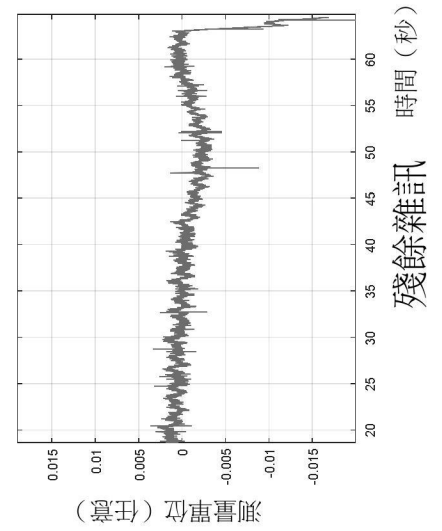
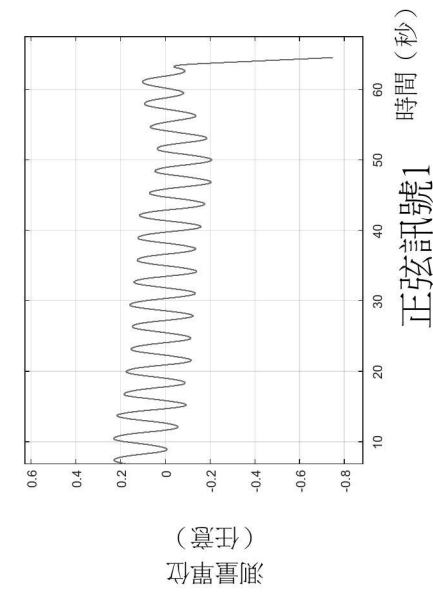
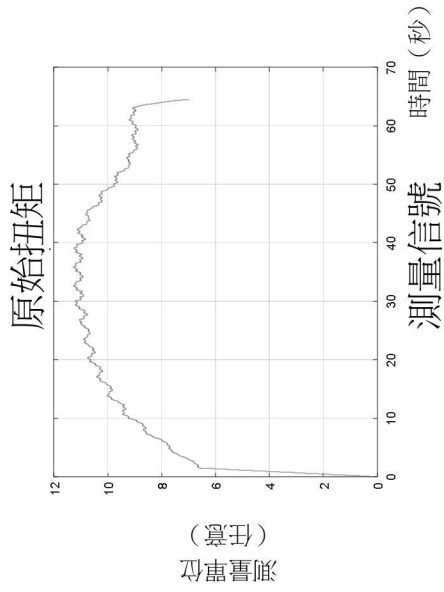


圖2

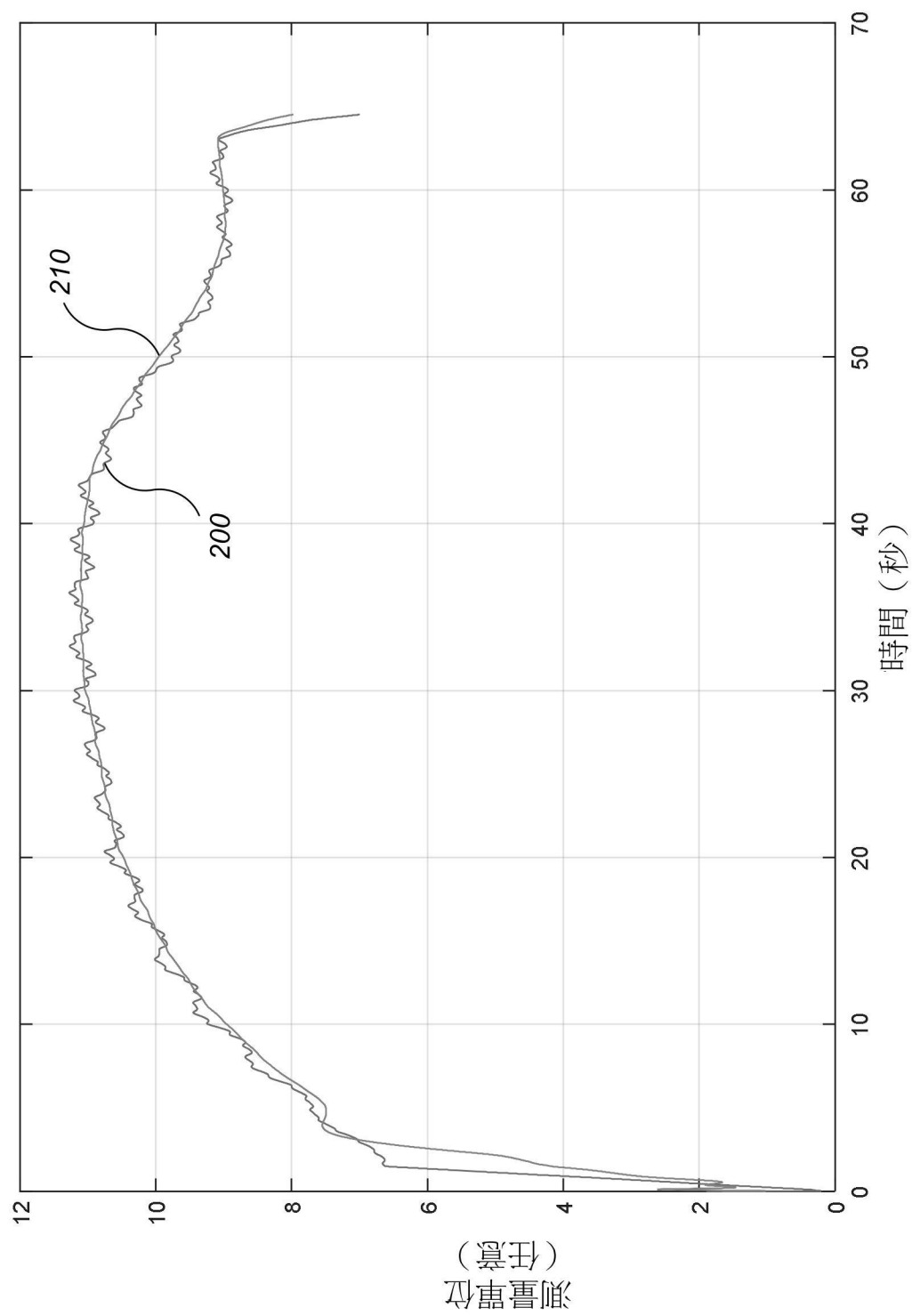


圖3