



(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 I856994 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：108147306

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 24 日

(51)Int. Cl. : **B24B37/005 (2012.01)****B24B37/20 (2012.01)****H01L21/306 (2006.01)****H01L21/67 (2006.01)**

(30)優先權：2018/12/26 美國

62/785,165

(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) ; 李 湯瑪斯 LI, THOMAS (US) ; 錢 隽 QIAN, JUN (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

TW 505555B

TW 201313392A

TW 201415003A

TW 201446411A

TW 201524682A

TW 201736043A

US 2012/0053721A1

審查人員：林炯暉

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：3 共 30 頁

(54)名稱

普雷斯頓矩陣產生器的方法、電腦程式產品、及拋光系統

(57)摘要

一種產生矩陣以將化學機械拋光系統的複數個可控制參數與拋光速率分佈相關的方法包括拋光測試基板。使用將第一參數設置為第一預定值的基線參數值，來針對第一預定時間段拋光測試基板，並且使用將第一參數設置為修改的第二預定值的第一修改參數值，來針對第二預定時間段拋光測試基板。在拋光期間監控測試基板的厚度，並且針對第一預定時間段決定基線拋光速率分佈，並且針對第二預定時間段決定第一修改拋光速率分佈。基於基線參數值、第一修改參數、基線拋光速率分佈及第一修改拋光速率分佈，來計算矩陣。

A method of generating a matrix to relate a plurality of controllable parameters of a chemical mechanical polishing system to a polishing rate profile includes polishing a test substrate. The test substrate is polished for a first predetermined period of time using baseline parameter values with a first parameter set to a first predetermined value, and the test substrate is polished for a second predetermined period of time using first modified parameter values with the first parameter set to a modified second predetermined value. A thickness of the test substrate is monitored during polishing, and a baseline polishing rate profile is determined for the first predetermined period of time and a first modified polishing rate profile is determined for the second predetermined period of time. The matrix is calculated based on the baseline parameter values, the first modified parameters, the baseline polishing rate profile and the first modified polishing rate profile.

指定代表圖：

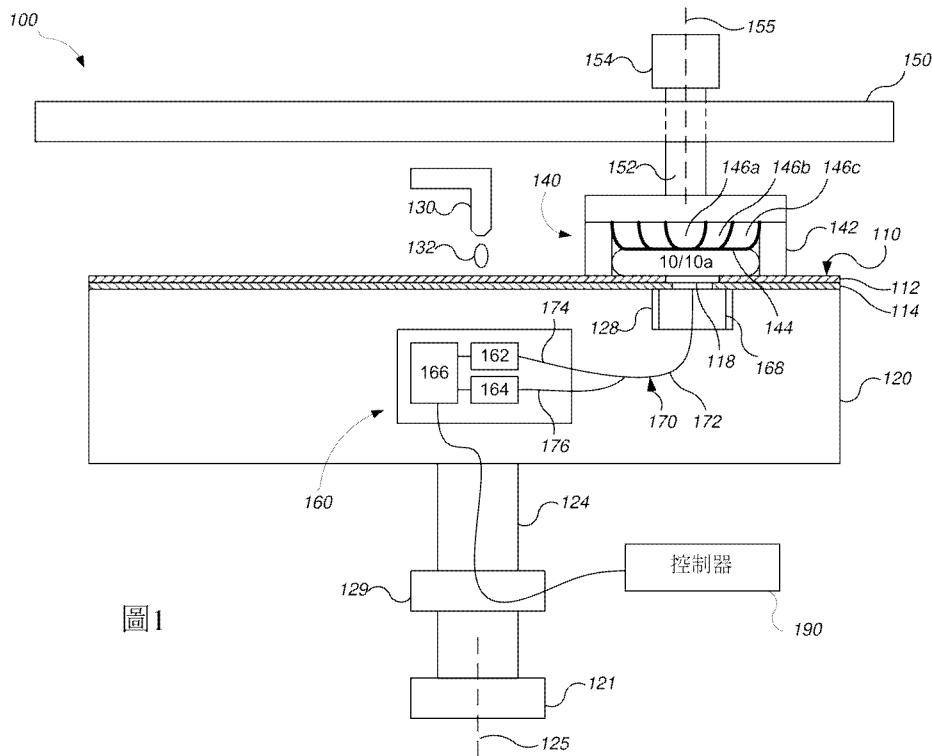


圖 1

符號簡單說明：

10:基板

10a:基板

100:拋光設備

110:拋光墊

112:拋光層

114:背層

118:實心窗

120:壓板

121:馬達

124:驅動軸

125:軸

128: 凹槽

129:旋轉耦合器

130:臂

132:拋光液體

140:承載頭

142:保持環

144:柔性膜

146a:腔室

146b:腔室

146c:腔室

150:支撐結構

152:驅動軸

154: 承載頭旋轉馬達

155:軸

160:原位監控系統

162:光源

164:光偵測器

166:電路

168:光學頭

170:分叉光纖

172:主幹

174:分支

176:分支

190:控制器



I856994

【發明摘要】

【中文發明名稱】普雷斯頓矩陣產生器的方法、電腦程式產品、及拋光系統

【英文發明名稱】METHOD, COMPUTER PROGRAM PRODUCT, AND

POLISHING SYSTEM OF PRESTON MATRIX GENERATOR

【中文】

一種產生矩陣以將化學機械拋光系統的複數個可控制參數與拋光速率分佈相關的方法包括拋光測試基板。使用將第一參數設置為第一預定值的基線參數值，來針對第一預定時間段拋光測試基板，並且使用將第一參數設置為修改的第二預定值的第一修改參數值，來針對第二預定時間段拋光測試基板。在拋光期間監控測試基板的厚度，並且針對第一預定時間段決定基線拋光速率分佈，並且針對第二預定時間段決定第一修改拋光速率分佈。基於基線參數值、第一修改參數、基線拋光速率分佈及第一修改拋光速率分佈，來計算矩陣。

【英文】

A method of generating a matrix to relate a plurality of controllable parameters of a chemical mechanical polishing system to a polishing rate profile includes polishing a test substrate. The test substrate is polished for a first predetermined period of time using baseline parameter values with a first parameter set to a first predetermined value, and the test substrate is polished for a second predetermined period of time using first modified parameter values with the first parameter set to a modified second predetermined value. A thickness of the test substrate is monitored during polishing, and a baseline polishing rate profile is determined for the first predetermined period of

time and a first modified polishing rate profile is determined for the second predetermined period of time. The matrix is calculated based on the baseline parameter values, the first modified parameters, the baseline polishing rate profile and the first modified polishing rate profile.

【指定代表圖】第（ 1 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 : 基 板
1 0 a : 基 板
1 0 0 : 拋 光 設 備
1 1 0 : 拋 光 墊
1 1 2 : 拋 光 層
1 1 4 : 背 層
1 1 8 : 實 心 窗
1 2 0 : 壓 板
1 2 1 : 馬 達
1 2 4 : 驅 動 軸
1 2 5 : 軸
1 2 8 : 凹 槽
1 2 9 : 旋 轉 耦 合 器
1 3 0 : 臂
1 3 2 : 拋 光 液 體
1 4 0 : 承 載 頭
1 4 2 : 保 持 環
1 4 4 : 柔 性 膜

1 4 6 a : 腔 室
1 4 6 b : 腔 室
1 4 6 c : 腔 室
1 5 0 : 支 撐 結 構
1 5 2 : 驅 動 軸
1 5 4 : 承 載 頭 旋 轉 馬 達
1 5 5 : 軸
1 6 0 : 原 位 監 控 系 統
1 6 2 : 光 源
1 6 4 : 光 偵 測 器
1 6 6 : 電 路
1 6 8 : 光 學 頭
1 7 0 : 分 叉 光 纖
1 7 2 : 主 幹
1 7 4 : 分 支
1 7 6 : 分 支
1 9 0 : 控 制 器

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】普雷斯頓矩陣產生器的方法、電腦程式產品、及拋光系統

【英文發明名稱】METHOD, COMPUTER PROGRAM PRODUCT, AND

POLISHING SYSTEM OF PRESTON MATRIX GENERATOR

【技術領域】

【0001】 本發明涉及用於化學機械拋光的控制系統。

【先前技術】

【0002】 通常藉由在矽晶圓上依序沉積導電層、半導體層或絕緣層，來在基板上形成積體電路。一個製造步驟涉及在非平面表面上方沉積填充劑層，並且平坦化填充劑層。針對某些應用，平坦化填充劑層，直到暴露出圖案化層的頂表面。例如，可將導電填充劑層沉積在圖案化的絕緣層上，以填充絕緣層中的溝槽或孔。在平面化之後，殘留在絕緣層的凸起圖案之間的一部分導電層形成通孔、插塞及線，該等通孔、插塞及線在基板上的薄膜電路之間提供導電路徑。針對其他應用，平坦化填充劑層，直到在底層上方剩下預定厚度。例如，可平坦化沉積的介電層以進行光刻。

【0003】 化學機械拋光(CMP)是一種可接受的平坦化方法。該平坦化方法通常需要將基板安裝在承載頭上。通常將基板的暴露表面抵靠在具有耐用的粗糙表面的旋轉拋光墊上。承載頭在基板上提供可控制的負載，以將其推向拋光墊。通常將諸如具有研磨顆粒的漿料的拋光液供應至拋光墊的表面。

【0004】 處理的基材表現出材料去除分佈，拋光處理後的拋光層厚度的變化的徑向或二維圖。

【發明內容】

【0005】 一種產生將化學機械拋光系統的複數個可控制參數與拋光速率分佈相關的矩陣的方法，該方法包括以下步驟：執行一次一因素（O F A T）去除實驗法，其中 O F A T 去除實驗法中所使用的一個或多個測試基板的總數量小於複數個可控制參數的總數量，並且針對一個或多個測試基板中的至少一個測試基板，在 O F A T 去除實驗法中的複數個實驗中使用測試基板，藉由在拋光用於實驗的測試基板之前所設定的預定時間段與預定值來定義複數個實驗中的每一實驗，其中執行 O F A T 實驗法包括以下步驟：在化學機械拋光系統中用拋光墊來拋光一個或多個測試基板中的測試基板，而當將測試基板維持在拋光墊處時，包括以下步驟：針對複數個實驗中的第一實驗，使用針對複數個可控制參數的 O F A T 去除實驗法中的基線參數值，來針對第一預定時間段拋光測試基板，其中基線參數值包括設置為第一預定值的第一參數，及針對複數個實驗中的第二實驗，使用針對複數個可控制參數的 O F A T 去除實驗法中的第一修改參數值，來針對第二預定時間段拋光測試基板，其中第一修改參數包括設置為修改的第二預定值的第一參數，使用原位監控系統，來在拋光期間在跨測試基板的複數個位置的每個位置處監控測試基板的厚度，及基於由原位監控系統的厚度測量，來決定針對第一預定時間段的基

線拋光速率分佈和針對第二預定時間段的第一修改拋光速率分佈；及藉由使用基線參數值、第一修改參數、基線拋光速率分佈及第一修改拋光速率分佈來計算矩陣，而產生將複數個可控制參數與化學機械拋光系統的拋光速率分佈相關的矩陣。

【0006】 實施方式可包括以下特徵中的一個或多個特徵。

【0007】 可接收目標拋光分佈，並且可決定複數個可控制參數的每個參數的值，以最小化目標去除分佈與基於矩陣計算的預期去除分佈之間的差異。

【0008】 可使用針對複數個可控制參數的每個參數的值，來在化學機械拋光系統處拋光裝置基板，以最小化差異。

【0009】 第二預定值可相對於第一預定值增加。當將基板維持在拋光墊時，拋光測試基板可包括：使用針對複數個可控制參數的第二修改參數值，來針對第三預定時間段拋光測試基板。第二修改參數可包括設置為相對於第一預定值減少的第三預定值的第一參數。

【0010】 可基於由原位監控系統的厚度測量，來決定針對第三預定時間段的第二修改拋光速率分佈，並且基於基線參數值、第一修改參數、第二修改參數、基線拋光速率分佈、第一修改拋光速率分佈及第二修改拋光速率分佈，來計算矩陣。

【0011】 基線參數值可包括設置為第四值的第二參數。當將基板維持在拋光墊處時，拋光測試基板可包括使用針對複數個可控制參數的第四修改參數值，來針對第四預定時

間段拋光測試基板。第四修改參數可包括設置為不同於第四值的第五值的第二參數。第四修改參數可包括設置為第一預定值的第一參數。第一修改參數可包括設置為修改的第五值的第二參數。

【0012】 複數個可控制參數可包括用於承載頭中的複數個腔室的壓力，承載頭將壓力施加到基板上的複數個區域。複數個可控制參數可包括用於承載頭中的腔室的壓力，承載頭將壓力施加到承載頭的保持環。複數個區域可同心地佈置，並且複數個位置是距基板的中心的徑向距離。

【0013】 在其他態樣，提供了有形地實施在電腦可讀取媒體上的拋光系統和電腦程式產品，以執行該等方法。

【0014】 實施方式的優點可任選地包括但不限於以下項目中的一項或多項。可減少產生普雷斯頓矩陣所需的基板的數量。不需要獨立計量工具，來產生普雷斯頓矩陣。可自動化普雷斯頓矩陣的產生，從而降低了使用者錯誤的風險。

【0015】 在附圖和下文描述中闡述了本發明的一個或多個實施例的細節。從說明書和附圖以及從申請專利範圍，本發明的其他特徵、目的及優點將變得顯而易見。

【圖式簡單說明】

【0016】 圖1示出了示例化學機械拋光設備的示意性截面圖。

【0017】 圖2示出了具有多個區域的基板的示意性頂視圖。

【0018】 圖3示出了拋光墊的頂視圖，並且示出了可在基板上進行原位測量的位置。

【0019】 不同附圖中的相似的元件符號指示相似的元件。

【實施方式】

【0020】 多壓力控制(MPC)是美國專利案第9,490,186號中描述的技術，該專利案藉由引用方式併入本文，該技術提供了在拋光期間的基板均勻度的閉合迴路最佳化。MPC軟體即時調整區域壓力，以提供卓越的晶圓內(WIW)均勻度效能。為了進行適當的區域變化，MPC軟體依賴於使用者供應的普雷斯頓矩陣，該矩陣允許在區域壓力的變化與去除分佈的變化之間進行數學轉換。更正式地，普雷斯頓矩陣P的元素 $p_{i,j}$ 將壓力區域j的變化映射到區域i的去除速率的變化。在美國專利案第8,774,958號中描述了普雷斯頓矩陣的使用，該專利案藉由引用方式併入本文。

【0021】 針對給定的一組消耗品來決定普雷斯頓矩陣的過程是執行一次去除一因素(OFA T)的實驗設計(DOE)。例如，針對7區域頭，DOE至少需要15個基板。使用一個基板來測量基線去除分佈，而當單個區域的壓力分別從基線向上或向下變化時，使用兩個基板來測量去除分佈。表1描述了示例DOE。

分割	區域 1	區域 2	區域 3	區域 4	區域 5	區域 6	區域 7
1	基線	基線	基線	基線	基線	基線	基線
2	+30%	基線	基線	基線	基線	基線	基線
3	-30%	基線	基線	基線	基線	基線	基線
4	基線	+30%	基線	基線	基線	基線	基線
5	基線	-30%	基線	基線	基線	基線	基線
6	基線	基線	+30%	基線	基線	基線	基線
7	基線	基線	-30%	基線	基線	基線	基線
8	基線	基線	基線	+30%	基線	基線	基線
9	基線	基線	基線	-30%	基線	基線	基線
10	基線	基線	基線	基線	+30%	基線	基線

11	基線	基線	基線	基線	-30%	基線	基線
12	基線	基線	基線	基線	基線	+30%	基線
13	基線	基線	基線	基線	基線	-30%	基線
14	基線	基線	基線	基線	基線	基線	+30%
15	基線	基線	基線	基線	基線	基線	-30%

表 1 . 用於產生普雷斯頓矩陣的當前 O F A T D O E

【0022】 產生普雷斯頓矩陣的這種方法具有三個主要的不便之處。首先，去除速率的計算使用了前厚度測量和後厚度測量，這需要存取允許足夠高的測量密度的獨立的計量工具，而該計量工具在客戶現場可能不容易獲得。其次，計算需要工程師來存取計量資料並且例如藉由 `e x c e l` 電子表格對其進行處理，從而留下資料傳輸延遲和人為錯誤的餘地。第三，過程需要大量的基板(在上述示例中為 1 5 個)，該等基板可能很難在客戶現場取得。

【0023】 可藉由直接從由原位監控系統取得的光譜資料來自動計算普雷斯頓矩陣，來減少或消除對額外計量工具、配方或資料的需求。另外，可減少決定普雷斯頓矩陣所需的基板數量。該等因素共同對 M P C 技術的易用性提供顯著改善。

【0024】 圖 1 示出了拋光設備 1 0 0 的示例。拋光設備 1 0 0 包括可旋轉的盤形壓板 1 2 0，在其上佈置有拋光墊 1 1 0。壓板可操作以繞軸 1 2 5 旋轉。例如，馬達 1 2 1 可轉動驅動軸 1 2 4，以旋轉壓板 1 2 0。可例如藉由黏合劑層將拋光墊 1 1 0 可拆卸地固定至壓板 1 2 0。拋光墊 1 1 0 可以是具有外拋光層 1 1 2 和較軟的背層 1 1 4 的兩層拋光墊。

【0025】 拋光設備 100 可包括組合的漿料/沖洗臂 130。在拋光期間，臂 130 可操作以將諸如漿料的拋光液體 132 分配到拋光墊 110 上。儘管僅示出了一個漿料/沖洗臂 130，但可使用額外噴嘴，諸如每個承載頭有一個或多個專用漿料臂。拋光設備還可包括拋光墊調節器，以研磨拋光墊 110，以將拋光墊 110 維持在一致的研磨狀態。

【0026】 拋光設備 100 可進一步包括承載頭 140。承載頭 140 可包括保持環 142，以將基板 10 保持在柔性膜 144 下方。承載頭 140 還可包括由膜界定的複數個獨立可控的加壓腔室（例如，3 個腔室 146 a - 146 c），其可將獨立可控的壓力量施加到柔性膜 144 上的相關區域 148 a - 148 c，並且因此施加到基板 10 的背面上（見圖 2）。柔性膜 144 可由諸如高強度矽橡膠的彈性材料形成。參考圖 2，中心區域 148 a 可以是大致圓形的，並且其餘區域 148 b - 148 c 可以是圍繞中心區域 148 a 的同心環形區域。儘管為了便於說明而在圖 1 和圖 2 中僅示出了三個腔室，但可以有兩個腔室，或者四個或四個以上腔室（例如，五個腔室）。

【0027】 返回圖 1，承載頭 140 從支撐結構 150（例如，圓盤傳送帶或軌道）懸掛，並且藉由驅動軸 152 連接到承載頭旋轉馬達 154，使得承載頭可繞軸 155 旋轉。可選地，承載頭 140 可藉由沿著軌道的運動而例如在圓盤傳送帶 150 上的滑塊上橫向地振盪；或者藉由圓盤傳送帶本身的旋轉振盪。在操作中，壓板繞其中心軸 125 旋轉，並且承載頭繞其中心軸 155 旋轉，且跨拋光墊的頂表面橫向地平移。

【0028】 拋光設備還包括原位監控系統160，可由控制器190使用來自原位監控系統160的資料，來決定是否調整拋光速率或調整拋光速率的調整。如下所述，控制器190還可用於計算普雷斯頓矩陣。

【0029】 原位監控系統160可包括光學監控系統(例如，光譜監控系統)。藉由包括孔(即，貫穿墊的孔洞)或實心窗118，來提供穿過拋光墊的光學通路。實心窗118可固定到拋光墊110，(例如)因為填充拋光墊中的孔的插塞(例如)模製或黏合固定於拋光墊，儘管在某些實施方式中，實心窗可支撐在壓板120上並且伸入拋光墊中的孔中。

【0030】 光學監控系統160可包括光源162、光偵測器164及用於在遠端控制器190(例如，電腦)與光源162和光偵測器164之間發送和接收信號的電路166。一個或多個光纖可用於將光從光源162傳送到拋光墊中的光學通路，並且將從基板10反射的光傳送到偵測器164。例如，分叉光纖170可用於將光從光源162傳送到基板10並且返回到偵測器164。分叉光纖可包括位於光學通路附近的主幹172，及分別連接到光源162和偵測器164的兩個分支174和176。

【0031】 在一些實施方式中，壓板的頂表面可包括凹槽128，光學頭168裝配到凹槽128中，光學頭168固持分叉光纖的主幹172的一個端。光學頭168可包括用於調整主幹172的頂部與實心窗118之間的垂直距離的機構。

【0032】 電路166的輸出可以是數位電子信號，該數位電子信號藉由驅動軸124中的旋轉耦合器129(例如，滑環)

到達用於光學監控系統的控制器190。類似地，可響應於從控制器190藉由旋轉耦合器129到達光學監控系統160的數位電子信號中的控制命令，來打開或關閉光源。可替代地，電路166可藉由無線信號與控制器190通信。

【0033】 光源162可以可操作以發射白光。在一個實施方式中，發射的白光包括具有200-800奈米的波長的光。合適的光源是氙氣燈或氙氣汞燈。

【0034】 光偵測器164可以是光譜儀。光譜儀是用於測量在一部分電磁光譜上的光的強度的光學儀器。合適的光譜儀是光柵光譜儀。光譜儀的典型輸出是光強度與波長(或頻率)的關係。

【0035】 如上所述，光源162和光偵測器164可連接到計算裝置(例如，控制器190)，其可操作以控制它們的操作和接收它們的信號。計算裝置可包括位於拋光設備附近的微處理器(例如，可程式化電腦)。關於控制，計算裝置可(例如)使光源的啟動與壓板120的旋轉同步。控制器190還可基於來自光學監控系統160的資料來產生目標壓力分佈、儲存目標壓力分佈、及計算用於承載頭中的腔室的一組壓力，以實現目標壓力分佈。

【0036】 在一些實施方式中，原位監控系統160的光源162和偵測器164安裝在壓板120中並且隨著壓板120旋轉。在此情況下，壓板的運動將使感測器跨每個基板掃描。特別是，當壓板120旋轉時，控制器190可使光源162發出一系列閃光，開始於就在每個基板10通過光學通路之前，

並且結束於就在每個基板 10 通過光學通路之後。可替代地，計算裝置可使光源 162 連續地發射光，開始於就在每個基板 10 通過光學通路之前，並且結束於就在每個基板 10 通過光學通路之後。無論哪種情況，可在取樣期間內對來自偵測器的信號進行整合，以取樣頻率產生頻譜測量。

【0037】 在操作中，控制器 190 可接收(例如)攜帶資訊的信號，該資訊描述了針對光源的特定閃光或偵測器的時間框由光偵測器接收的光的光譜。因此，該光譜是在拋光期間原位測量的光譜。

【0038】 如圖 3 所示，若偵測器安裝在壓板中，則由於壓板的旋轉(由箭頭 204 所示)，當窗 108 在一個承載頭(例如，固持第一基板 10a 的承載頭)下方行進時，以取樣頻率進行光譜測量的光學監控系統將在橫穿第一基板 10a 的弧中的位置 201 處進行光譜測量。例如，點 201a - 201k 中的每一個點表示由第一基板 10a 的監控系統進行光譜測量的位置(點的數量是說明性的；取決於取樣頻率，可進行比示出的更多或更少的測量)。如圖所示，在壓板旋轉一圈之後，從基板 10a 上的不同半徑獲得光譜。即，一些光譜是從更靠近基板 10a 的中心的位置來獲得，而一些則是更靠近邊緣。

【0039】 來自原位監控系統 160 的光譜資料可由控制器 190 用來計算膜厚度，例如，如美國專利案第 8,944,884 號中所述，該專利案藉由引用方式併入本文。特別是，可針對測試基板來計算膜厚度值，從而消除了對計量工具的需求。此外，從原位監控系統 160 收集的光譜資料可用來

計算瞬時去除速率。相反地，離線計量只能用來計算在整個拋光的平均去除速率。

【0040】 額外地，由於時間分辨率，可在單個基板拋光內執行多個 D O E 分割。例如，在測試基板的拋光中，可使用針對小於總拋光時間(例如，30 - 60 秒)的設置時間段的基線參數，來拋光基板，而同時獲得光譜資料。此後，可使用修改的參數，來繼續拋光基板；每一次具有單個區域的壓力分別變高(例如)10 - 50 % 和變低(例如)10 - 50 %。儘管這不是必需的，但是具有每個修改的參數的拋光的拋光時間可與基線參數相同(例如，30 - 60 秒)。當該腔室的壓力變高或變低時，可針對每個腔室重複進行增加和減少腔室壓力的測量處理，以獲得每個腔室的各自分佈。因為可使用單個基板，來執行多個 D O E，所以減少了所需的基板數量。

【0041】 為了進一步減少普雷斯頓矩陣所需的基板數量，可使用更有效的實驗設計。例如，對 P l a c k e t t - B u r m a n 設計進行了測試。P l a c k e t t - B u r m a n 設計在分割之間改變多個區域並且結構化實驗，使得每個區域應增加相同的減少次數。使用此方法，可將產生普雷斯頓矩陣所需的分割數量從 15 減少到 8。

【0042】 還藉由假設每個區域與其他區域大致獨立，來對極簡設計進行了測試。藉由這樣的假設，所有區域可隨分割而改變。儘管基本假設並非完全正確，但初步測試顯示

了該假設可以是足夠好的。該方法將所需的分割數量減少到 5。

【0043】為了驗證可使用原位監控系統取得的光譜資料代替前/後計量，執行了 B K M O F A T D O E (使用 15 個晶圓進行 15 個分割)，並且原位 (使用 F u l l V i s i o n 光譜監控系統) 和前/後拋光 (利用 N a n o m e t r i c s 工具) 皆收集了測量。可將從 N a n o 計量資料 (圖 2) 計算出的普雷斯頓矩陣與僅使用 F u l l V i s i o n 資料 (圖 3) 計算出的普雷斯頓矩陣進行比較。

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Z1	0.5393	0.0659	0.0814	0.0818	0.0640	0.0090	-0.0350
Z2	0.3582	0.0704	0.3150	0.0878	0.0340	-0.0049	-0.0383
Z3	0.0797	0.0210	0.5470	0.1977	0.0109	-0.0023	-0.0387
Z4	-0.0250	-0.0404	0.0489	0.8688	0.0338	0.0064	-0.0396
Z5	-0.0217	-0.0304	-0.0427	0.2054	0.7002	0.0815	-0.0431
Z6	-0.0044	-0.0122	-0.0236	0.0575	0.1393	0.7890	0.0189
Z7	-0.0031	-0.0187	-0.0508	0.0402	0.0069	0.1030	0.8338

表 2：利用 O F A T D O E (15 個晶圓 / 15 個分割) 和前 / 後計量產生的普雷斯頓矩陣 (當前 B K M)

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Z1	0.449365	-0.004267	0.220317	-0.03418	0.036521	0.027714	-0.01778
Z2	0.289801	-0.01452	0.365929	-0.00478	0.01435	-0.01344	-0.10496
Z3	-0.00419	-0.04539	0.538714	0.05045	-0.00775	-0.08207	-0.05869
Z4	-0.10196	-0.05422	0.004842	0.648181	-0.027	-0.06943	-0.0591
Z5	-1.13E-01	-0.04208	-0.06094	0.066282	0.618526	0.044013	-0.00801
Z6	-0.09107	-0.03254	-0.0362	-0.03513	0.039656	0.798043	-0.017
Z7	-0.05967	0.001173	-0.01115	0.036551	-0.00128	0.081973	0.863974

表 3：利用 O F A T D O E (15 個晶圓 / 15 個分割) 和 F u l l V i s i o n 資料產生的普雷斯頓矩陣

【0044】結果非常相似，因此可在合理預期成功的情況下使用該更有效的 D O E。

【0045】 隨後，對Plackett-Burman設計(使用2個晶片進行8個分割)進行了測試，並且從FullVision參數計算出了矩陣(表4)。

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Z1	0.525685	-0.1261	0.069411	0.218269	-0.08648	0.071816	0.166365
Z2	0.413652	-0.09812	0.28331	0.119507	-0.19096	0.094422	0.106961
Z3	0.159355	-0.29542	0.368101	0.24345	-0.25218	0.108152	0.122235
Z4	0.144175	-0.44057	-0.27719	0.863427	-0.34472	0.127445	0.091991
Z5	2.25E-01	-0.48622	-0.382	0.264769	0.337646	0.220788	0.078452
Z6	0.182474	-0.51689	-0.44072	0.081925	-0.33761	0.969335	0.106067
Z7	0.313165	-0.40773	-0.37713	0.170429	-0.31202	0.244666	1.101519

表4：利用Plackett-Burman DOE(2個晶圓/8個分割)和FullVision參數產生的普雷斯頓矩陣

【0046】 同樣，結果與表2所示的普雷斯頓矩陣處於同一水平。結果非常相似，因此可在合理預期成功的情況下使用該更有效的DOE。

【0047】 為了探索區域獨立的假設是否適用於MPC，使用了單位矩陣作為普雷斯頓矩陣，來測試主動MPC。區域厚度收斂，這表示出，在此特殊情況下，單位矩陣是足夠好以改善WIW均勻性。但是，如果將普雷斯頓矩陣以0.3倍縮放，則區域不會收斂，這建議出，雖然離開對角線項可能不重要，但是主要對角線項卻很重要。

【0048】 在假設區域獨立的情況下，執行極簡DOE，僅使用了5個分割，來計算普雷斯頓矩陣，所有分割皆在單個晶圓上進行單個連續拋光。與BKM普雷斯頓矩陣相比，所得矩陣(表5)的主要對角線值稍微更大。

	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	Z7
Z1	0.8	0	0	0	0	0	0
Z2	0	0.37	0	0	0	0	0
Z3	0	0	0.93	0	0	0	0

Z4	0	0	0	1.25	0	0	0
Z5	0	0	0	0	1	0	0
Z6	0	0	0	0	0	1.35	0
Z7	0	0	0	0	0	0	1.44

表 5：利用極簡 D O E (1 個 晶 圓 / 5 個 分 割) 和 F u l l V i s i o n 資
料 產 生 的 普 雷 斯 頓 矩 陣

【0049】 藉由切換到原位測量並且使用更有效的 D O E，可消除對第三方計量和資料的需求，並且所需的基板數量可以從 1 5 個減少到僅 1 個。因此，使用上述方法可改善產生普雷斯頓矩陣的便利性和速度，而因此改善使用 M P C 的便利性和簡單性。

【0050】 由控制器 1 9 0 提供的在本說明書中描述的功能操作可實現在數位電子電路中，或者在電腦軟體、韌體或硬體中，包括在本說明書中揭示的結構構件及和其結構等同物，或著它們的組合。可將功能操作實現為一個或多個電腦程式產品(即，有形地實施在資訊載體中(例如，在機器可讀取的非暫態儲存裝置中或在傳播信號中)的一個或多個電腦程式)，以由資料處理設備(例如，可程式化處理器、電腦或多個處理器或電腦)執行或控制資料處理設備的操作。可以任何形式的程式化語言(包括編譯語言或解譯語言)來編寫電腦程式(還稱為程式、軟體、軟件應用程式或代碼)，並且可以任何形式(包括作為獨立程式或作為適用於計算環境的模組、部件、子例程或其他單元)來部署電腦程式。電腦程式不一定與文件相對應。程式可儲存在保存其他程式或資料的文件的一部分中、在專用於該程式的單個文件中、或者在多個協調文件中(例如，儲存一個或多個

模組、子程式或部分代碼的文件)。可部署電腦程式，以執行於一個站點處的一台電腦或多台電腦上，或者可將電腦程式分散跨多個站點並且藉由通訊網路互連。

【0051】 本說明書中描述的處理和邏輯流程可由執行一個或多個電腦程式以藉由對輸入資料進行操作並且產生輸出來執行功能的一個或多個可程式化處理器來執行。處理和邏輯流程還可由專用邏輯電路來執行，並且設備還可實現為專用邏輯電路，例如 F P G A (場可程式化閘極陣列) 或 A S I C (專用積體電路)。

【0052】 技術適用於不同類型的基板，例如覆蓋晶圓和圖案化晶片。

【0053】 已描述了本發明的數個實施例。然而，將理解的是，可在不脫離本發明的精神和範疇的情況下可做出各種修改。因此，其他實施例是在以下申請專利範圍的範疇內。

【符號說明】

【0054】

- 1 0 : 基板
- 1 0 a : 基板
- 1 0 0 : 拋光設備
- 1 0 8 : 窗
- 1 1 0 : 拋光墊
- 1 1 2 : 拋光層
- 1 1 4 : 背層
- 1 1 8 : 實心窗

- 1 2 0 : 壓 板
- 1 2 1 : 馬 達
- 1 2 4 : 驅 動 軸
- 1 2 5 : 軸
- 1 2 8 : 凹 槽
- 1 2 9 : 旋 轉 耦 合 器
- 1 3 0 : 臂
- 1 3 2 : 拋 光 液 體
- 1 4 0 : 承 載 頭
- 1 4 2 : 保 持 環
- 1 4 4 : 柔 性 膜
- 1 4 6 a : 腔 室
- 1 4 6 b : 腔 室
- 1 4 6 c : 腔 室
- 1 4 8 a : 區 域
- 1 4 8 b : 區 域
- 1 4 8 c : 區 域
- 1 5 0 : 支 撐 結 構
- 1 5 2 : 驅 動 軸
- 1 5 4 : 承 載 頭 旋 轉 馬 達
- 1 5 5 : 軸
- 1 6 0 : 原 位 監 控 系 統
- 1 6 2 : 光 源
- 1 6 4 : 偵 測 器

- 1 6 6 : 電 路
- 1 6 8 : 光 學 頭
- 1 7 0 : 分 叉 光 纖
- 1 7 2 : 主 幹
- 1 7 4 : 分 支
- 1 7 6 : 分 支
- 1 9 0 : 控 制 器
- 2 0 1 : 位 置
- 2 0 1 a : 點
- 2 0 1 b : 點
- 2 0 1 c : 點
- 2 0 1 d : 點
- 2 0 1 e : 點
- 2 0 1 f : 點
- 2 0 1 g : 點
- 2 0 1 h : 點
- 2 0 1 i : 點
- 2 0 1 j : 點
- 2 0 1 k : 點
- 2 0 4 : 箭 頭

【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

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種產生將一化學機械拋光系統的複數個可控制參數與一拋光速率分佈相關的一矩陣的方法，該方法包括以下步驟：

執行一一次一因素（O F A T）去除實驗法，其中該O F A T去除實驗法中所使用的一個或多個測試基板的一總數量小於該複數個可控制參數的一總數量，並且針對該一個或多個測試基板中的至少一個測試基板，在該O F A T去除實驗法中的複數個實驗中使用該測試基板，藉由在拋光用於該實驗的一測試基板之前所設定的預定時間段與預定值來定義該複數個實驗中的每一實驗，其中執行該O F A T實驗法包括以下步驟：

在該化學機械拋光系統中用一拋光墊來拋光該一個或多個測試基板中的該測試基板，而當將該測試基板維持在該拋光墊處時，包括以下步驟：

針對該複數個實驗中的一第一實驗，使用針對該複數個可控制參數的該O F A T去除實驗法中的基線參數值，來針對一第一預定時間段拋光該測試基板，其中該等基線參數值包括設置為一第一預定值的一第一參數，及

針對該複數個實驗中的一第二實驗，使用針對該複數個可控制參數的該O F A T去除實驗法中的第一修改參數值，來針對一第二預定時間段拋光該測試基板，其中該第一修改參數包括設置為修改的一

第二預定值的該第一參數，

使用一原位監控系統，來在拋光期間在跨該測試基板的複數個位置的每個位置處監控該測試基板的一厚度，及

基於由該原位監控系統的厚度測量，來決定針對該第一預定時間段的一基線拋光速率分佈和針對該第二預定時間段的一第一修改拋光速率分佈；及

藉由使用該等基線參數值、該等第一修改參數、該基線拋光速率分佈及該第一修改拋光速率分佈來計算一矩陣，而產生將該複數個可控制參數與該化學機械拋光系統的該拋光速率分佈相關的該矩陣。

【請求項2】 如請求項1所述之方法，進一步包括以下步驟：接收一目標去除分佈，並且決定針對該複數個可控制參數的每個參數的一值，以最小化在該目標去除分佈與基於該矩陣計算的一預期去除分佈之間的一差異。

【請求項3】 如請求項2所述之方法，進一步包括以下步驟：使用針對該複數個可控制參數的每個參數的該值，來拋光在該化學機械拋光系統處的一裝置基板，以最小化該差異。

【請求項4】 如請求項1所述之方法，其中修改的該第二預定值相對於該第一預定值增加，並且其中當將該測試基板維持在該拋光墊處時，拋光該測試基板的步驟包括以下步驟：使用針對該複數個可控制參數的第二修改參數值，來針對一第三預定時間段拋光該測試基板，其中

該第二修改參數值包括設置為相對於該第一預定值減少的一第三預定值的該第一參數。

【請求項5】 如請求項4所述之方法，進一步包括以下步驟：基於由該原位監控系統的厚度測量，來決定針對該第三預定時間段的一第二修改拋光速率分佈，並且基於該等基線參數值、該等第一修改參數值、該等第二修改參數值、該基線拋光速率分佈、該第一修改拋光速率分佈及該第二修改拋光速率分佈，來計算該矩陣。

【請求項6】 如請求項1所述之方法，其中該等基線參數值包括設置為一第四值的一第二參數。

【請求項7】 如請求項6所述之方法，其中當將該測試基板維持在該拋光墊處時，拋光該測試基板的步驟包括以下步驟：使用針對該複數個可控制參數的第四修改參數值，來針對一第四預定時間段拋光該測試基板，其中該等第四修改參數值包括設置為不同於該第四值的一第五值的該第二參數。

【請求項8】 如請求項7所述之方法，其中該等第四修改參數值包括設置為該第一預定值的該第一參數。

【請求項9】 如請求項6所述之方法，其中該等第一修改參數值包括設置為修改的一第五值的該第二參數。

【請求項10】 如請求項1所述之方法，其中該複數個可控制參數包括用於一承載頭中的複數個腔室的壓力，該承載頭將壓力施加到該測試基板上的複數個區域。

【請求項11】 如請求項10所述之方法，其中該複數個可

控制參數包括用於該承載頭中的一腔室的一壓力，該承載頭將壓力施加到該承載頭的一保持環。

【請求項12】如請求項10所述之方法，其中該複數個區域同心地佈置，並且該複數個位置是距該測試基板的一中心的徑向距離。

【請求項13】如請求項1所述之方法，其中該原位監控系統包括一光譜監控系統。

【請求項14】一種在一非暫態電腦儲存媒體上編碼的電腦程式產品，並且該電腦程式產品包括使一處理器執行以下操作的指令：

在一一次一因素（O F A T）去除實驗法中，使一化學機械拋光系統拋光一測試基板，其中該 O F A T 去除實驗法中所使用的一個或多個測試基板的一總數量小於複數個可控制參數的一總數量，並且針對該一個或多個測試基板中的至少一個測試基板，在該 O F A T 去除實驗法中的複數個實驗中使用該至少一個測試基板，藉由在拋光用於該實驗的該一個或多個測試基板的一測試基板之前所設定的預定時間段與預定值來定義該複數個實驗中的每一實驗，其中執行該 O F A T 實驗法包括以下操作：

針對該複數個實驗中的一第一實驗，使用針對複數個可控制參數的基線參數值，來針對一第一預定時間段拋光該測試基板，其中該等基線參數值包括設置為一第一預定值的一第一參數，及

針對該複數個實驗中的一第二實驗，使用針對該複

數個可控制參數的第一修改參數值，來針對一第二預定時間段拋光該測試基板，其中該第一修改參數值包括設置為修改的一第二預定值的該第一參數；

從一原位監控系統接收在拋光期間在跨該測試基板的複數個位置的每個位置處對該測試基板的一厚度的測量；

基於由該原位監控系統的厚度測量，來決定針對該第一預定時間段的一基線拋光速率分佈和針對該第二預定時間段的一第一修改拋光速率分佈；及

藉由使用該等基線參數值、該等第一修改參數值、該基線拋光速率分佈及該第一修改拋光速率分佈來計算一矩陣，而產生將該複數個可控制參數與該化學機械拋光系統的該拋光速率分佈相關的該矩陣。

【請求項15】如請求項14所述之電腦程式產品，包括執行以下操作的指令：接收一目標去除分佈，並且決定針對該複數個可控制參數的每個參數的一值，以最小化在該目標去除分佈與基於該矩陣計算的一預期去除分佈之間的一差異。

【請求項16】如請求項14所述之電腦程式產品，其中該複數個可控制參數包括用於一承載頭中的複數個腔室的壓力，該承載頭將壓力施加到該測試基板上的複數個區域。

【請求項17】如請求項16所述之電腦程式產品，其中該複數個可控制參數包括用於該承載頭中的一腔室的一壓

力，該承載頭將壓力施加到該承載頭的一保持環。

【請求項18】一種拋光系統，包括：

一可旋轉壓板，用於支撐一拋光墊；

承載頭，用於固持一基板與該拋光墊的一拋光表面接觸，該承載頭具有複數個可控制區域；

一原位監控系統，配置為在拋光期間在跨該基板的複數個位置的每個位置進行該基板的一系列厚度測量；及
一控制器，配置為進行以下操作：

在一一次一因素（O F A T）去除實驗法中，使該拋光系統拋光一個或多個測試基板中的一測試基板，其中該 O F A T 去除實驗法中所使用的一個或多個測試基板的一總數量小於複數個可控制參數的一總數量，並且針對該一個或多個測試基板中的至少一個測試基板，在該 O F A T 去除實驗法中的複數個實驗中使用該至少一個測試基板，藉由在拋光用於該實驗的該一個或多個測試基板的一測試基板之前所設定的預定時間段與預定值來定義該複數個實驗中的每一實驗，其中執行該 O F A T 實驗法包括以下操作：

針對該複數個實驗中的一第一實驗，使用針對複數個可控制參數的該 O F A T 去除實驗法中的基線參數值，來針對一第一預定時間段拋光該測試基板，其中該等基線參數值包括設置為一第一預定值的一第一參數，及

針對該複數個實驗中的一第二實驗，使用針對該

複數個可控制參數的該 O F A T 去除實驗法中的第一修改參數值，來針對一第二預定時間段拋光該測試基板，其中該第一修改參數值包括設置為修改的一第二預定值的該第一參數，

從一原位監控系統接收在拋光期間在跨該測試基板的複數個位置的每個位置處對該測試基板的一厚度的測量；

基於由該原位監控系統的厚度測量，來決定針對該第一預定時間段的一基線拋光速率分佈和針對該第二預定時間段的一第一修改拋光速率分佈，及

藉由使用該等基線參數值、該等第一修改參數值、該基線拋光速率分佈及該第一修改拋光速率分佈來計算一矩陣，而產生將該複數個可控制參數與該拋光系統的該拋光速率分佈相關的該矩陣。

【請求項 19】如請求項 18 所述之系統，其中該控制器配置為進行以下操作：接收一目標去除分佈，並且決定針對該複數個可控制參數的每個參數的一值，以最小化在該目標去除分佈與基於該矩陣計算的一預期去除分佈之間的一差異。

【請求項 20】如請求項 18 所述之系統，其中該原位監控系統包括一光譜監控系統。



