

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

受理國家（地區）：1.美國 US

申請日：1. 2003/09/12

申請案號：1.10/660,697

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

一、【發明所屬之技術領域】

本發明係關於利用主成分分析法(PCA, principal components analysis)來診斷一處理系統的方法，尤關於更新的 PCA 之運用。

二、【先前技術】

材料處理系統之模擬及控制，如於半導體製造中，於歷史上已為非常有挑戰性的任務。材料處理系統典型處理許多程序配方及產品，各具有獨特的化學、機械、及電特性。材料處理系統也經歷頻繁維修循環，其中將重要零件清潔及更換，及當定期的問題發生時，將其以新的硬體設計處理。此外，有特別的程序步驟具有直接關於其性能之少數基板品質測量標準。無整合的計量法，此等測量被拖延及常未對每個基板測量。此等問題促成已經難以用簡單工具模擬的複雜處理系統。

於模型中獲得處理系統動作的一個方法為實施多變項分析法，如主成分分析法(PCA, principal components analysis)至處理系統資料。然而，由於處理系統偏差以及微量資料中的改變，靜態 PCA 模型不足以能夠監測長範圍之單一處理系統。此外，為一處理系統發展的模型無法轉用至另一處理系統，如由一蝕刻處理室至另一相同設計的蝕刻處理室。

三、【發明內容】

本發明的一個目的為解決或減輕任何或所有上述問題，或先前技藝中的其他問題。

本發明的另一個目的為提供健全的 PCA 模型得以監測長範圍之單一處理系統。

本發明的另一個目的為提供健全的 PCA 模型能夠有用適用至多於一種處理系統。

本發明的此等及其他目的可由根據本發明利用自適應多變項

分析法來診斷一處理系統的方法而滿足。

根據一個觀點，說明於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法。此方法包括：由處理系統獲得多個觀察的數據，此數據包含多個數據參數；自數據建立主成分分析法(PCA, principal components analysis)模型，包括集中係數；由處理系統獲得其他數據，其他數據具有多個數據參數之其他觀察；調整集中係數以產生更新的自適應集中係數於 PCA 模型中的各數據參數；應用更新的自適應集中係數至 PCA 模型中的各數據參數；利用 PCA 模型由其他數據決定至少一個統計量；對至少一個統計量設定控制界限；及比較至少一個統計量與控制界限。此外，方法可進一步包括：由 PCA 模型決定比例係數；調整比例係數以產生更新的自適應比例係數於 PCA 模型中的各數據參數；及應用更新的自適應比例係數至 PCA 模型中的各數據參數。

根據另一個觀點，說明於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之主成分分析法(PCA, principal components analysis)模型中之改良包括：於特定數據參數之當前觀察期間對各數據參數的自適應集中係數，自適應集中係數合併自適應集中係數之舊值及當前觀察之數據參數的當前值，其中舊值包括於當前觀察之前多次觀察期間的數據參數平均值。此外，改良可進一步包括：於特定數據參數之當前觀察期間對各數據參數的自適應比例係數，自適應比例係數包含運用遞歸的標準差過濾，方程式合併自適應比例係數之舊值、當前觀察之各數據參數的當前值、及自適應集中係數之舊值，其中自適應比例係數之舊值包括於當前觀察之前多次觀察期間的數據參數之標準差及自適應集中係數之舊值包括於當前觀察之前多次觀察期間的數據參數之平均值。

此外，根據另一個觀點，於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統包括：處理工具；及連結至處理工具之處理工作監測系統，其具有多個感應器連結至處理工具，及連結至多個感應器及處理工具的控制器，其中控制器包括用以自多個感應器獲

得多個觀察之數據的工具，數據包括多個數據參數；用以自數據建立主成分分析法(PCA, principal components analysis)模型(包括集中係數)之工具；用以自多個感應器獲得其他數據的工具；用以調整集中係數以產生更新的自適應集中係數於 PCA 模型中的各數據參數之工具；用以應用更新的自適應集中係數至 PCA 模型中的各數據參數之工具；用以利用 PCA 模型由其他數據決定至少一個統計量之工具；用以對至少一個統計量設定控制界限之工具；及用以比較至少一個統計量與控制界限之工具。此外，處理系統可進一步包括：用以由 PCA 模型決定比例係數之工具；用以調整比例係數以產生更新的自適應比例係數於 PCA 模型中的各數據參數之工具；及用以應用更新的自適應比例係數至 PCA 模型中的各數據參數之工具。

根據另一個觀點，說明於半導體製造過程期間監測用以處理一基板的處理系統之處理工作監測系統，包括：多個感應器連結至處理系統；及控制器連結至多個感應器及處理系統，其中控制器包括用以自多個觀察之多個感應器獲得數據的工具，數據具有多個數據變數；用以自多個觀察之多個感應器獲得數據的工具，數據包含多個數據參數；用以自數據建立主成分分析法(PCA, principal components analysis)模型(包括集中係數)之工具；用以自多個感應器獲得其他數據的工具；用以調整集中係數以產生更新的自適應集中係數於各數據參數之工具；用以應用更新的自適應集中係數至 PCA 模型中的各數據參數之工具；用以利用 PCA 模型由其他數據決定至少一個統計量之工具；用以對至少一個統計量設定控制界限之工具；及用以比較至少一個統計量與控制界限之工具。此外，處理系統可進一步包括：用以由 PCA 模型決定比例係數之工具；用以調整比例係數以產生更新的自適應比例係數於 PCA 模型中的各數據參數之工具；及用以應用更新的自適應比例係數至 PCA 模型中的各數據參數之工具。

根據另一個觀點，說明於半導體製造過程期間用以處理一基

板的第一個處理系統之監測方法。方法包括：自第二個處理系統獲得多個觀察的數據，數據具有多個數據參數；自第二個處理系統的數據建立主成分分析法(PCA, principal components analysis)模型，包括集中係數；由第一個處理系統獲得其他數據，其他數據包括多個數據參數之其他觀察；調整集中係數以產生更新的自適應集中係數於 PCA 模型中的各數據參數；應用更新的自適應集中係數至 PCA 模型中的各數據參數；利用 PCA 模型由其他數據決定至少一個統計量；對至少一個統計量設定控制界限；及比較至少一個統計量與控制界限。此外，方法可進一步包括：由 PCA 模型決定比例係數；調整比例係數以產生更新的自適應比例係數於 PCA 模型中的各數據參數；及應用更新的自適應比例係數至 PCA 模型中的各數據參數。

根據另一個觀點，說明於多個基板運作於處理系統中的期間發生的處理失誤之分級方法。方法包括：於多個基板運作內監測來自各基板運作的處理系統之多個數據參數；利用多變項分析法於多個基板運作內鑑定失誤基板運作，其中處理失誤發生；選擇失誤基板運作之前的第一個基板運作；計算於第一個基板運行期間各個多個數據參數之第一組平均值；選擇於失誤基板運作後第二個基板運作；計算於第二個基板運行期間各個多個數據參數之第二組平均值；決定對各個多個數據參數之第二組平均值及第一組平均值之間多組差異的絕對值；計算於第一個基板運作及第二個基板運作之其中一者的期間各個多個數據參數之多個標準差；由各個多個數據參數之多個標準差正規化多個差異；決定正規化差異之最大值；及於多個數據參數之中鑑定相對應於差異最大值的數據參數。

根據另一個觀點，說明於多個基板運作於處理系統中的期間發生的處理失誤之分級方法。方法包括：於多個基板運作內監測來自各基板運作的處理系統之多個數據參數；利用多變項分析法於多個基板運作內鑑定失誤基板運作，其中處理失誤發生；選擇

失誤基板運作之前的第一個基板運作；計算於第一個基板運行期間各個多個數據參數之第一組標準差；選擇於失誤基板運作後之第二個基板運作；計算於第二個基板運行期間各個多個數據參數之第二組標準差；決定對各個多個數據參數之第二組標準差及第一組標準差之間多組差異的絕對值；計算於第一個基板運作及第二個基板運作之其中一者的期間各個多個數據參數之多個平均值；由各個多個數據參數之多個平均值正規化多個差異；決定正規化差異之最大值；及於多個數據參數之中鑑定相對應於差異最大值的數據參數。

四、【實施方式】

根據本發明之一個實施例，將材料處理系統 1 描繪於圖 1 中，其包括處理工具 10 及處理工作監測系統 100。處理工作監測系統 100 包括多個感應器 50 及一個控制器 55。或者，材料處理系統 1 可包括多個處理工具 10。將感應器 50 連結至處理工具 10 以測量工具數據及將控制器 55 連接至感應器 50 以便接受工具數據。或者，將控制器 55 進一步連接至處理工具 10。此外，將控制器 55 安裝來利用（工具）數據參數監測處理系統 1 的工作表現。例如，處理工作表現可包括處理失誤之偵測。

於繪於圖 1 中說明的實施例中，材料處理系統 1 利用電漿做材料處理。理想上，材料處理系統 1 包括蝕刻室。或者，材料處理系統 1 包括光阻塗佈室如，例如，光阻旋轉塗佈系統；光阻製圖室如，例如，紫外線（UV, ultraviolet）光刻(lithography)系統；介電質塗佈室如，例如，旋轉塗佈玻璃（SOG, spin-on-glass）或旋轉塗佈介電質（SOD, spin-on-dielectric）系統；沉積室如，例如，化學氣相沉積（CVD, chemical vapor deposition）系統或物理氣相沉積（PVD, physical vapor deposition）系統；快速熱處理（RTP, rapid thermal processing）室如，例如，用於加溫退火（Thermal Annealing）之 RTP 系統；或批次處理的垂直爐管（Vertical Furnace）。

根據繪於圖 2 中本發明說明的實施例，材料處理系統 1 包括處理工具 10、基板支架 20，將待處理的基板 25 固定於其上，氣體注入系統 40、及真空抽吸系統 58。例如，基板 25 可為半導體基板、晶圓、或液晶顯示器 (LCD)。例如，可將處理工具 10 安裝來幫助產生電漿於相鄰基板 25 表面的處理區域 45 中，於此將電漿經由加熱的電子及可離子化的氣體之間的碰撞而形成。經由氣體注入系統 40 將可離子化的氣體或混合氣體導入，並調整處理壓力。理想上，使用電漿來產生預定材料處理特有的材料，及幫助材料沉積至基板 25 或自基板 25 露出的表面去除材料。例如，可使用控制器 55 來控制真空抽吸系統 58 及氣體注入系統 40。

例如，經由自動的基板轉移系統通過狹縫閥（未圖示）及室連通（未圖示）可將基板 25 轉移進出處理工具 10，於此將其由位於基板支架 20 內的基板升降銷（未圖示）接收及藉由設於其內的裝置以機械方式將其平移。一旦將基板 25 自基板轉移系統接收後，就將其降低至基板支架 20 的上表面。

例如，經由靜電鉗夾系統 28 可將基板 25 固定至基板支架 20。再者，基板支架 20 可進一步包括冷卻系統，包括再循環冷卻劑流接受來自基板支架 20 的熱及轉移熱至熱交換系統（未圖示），或當加熱，自熱交換系統轉移熱。此外，經由背部氣體系統 26 可將氣體傳遞至基板的背面以改善基板 25 及基板支架 20 之間的氣體間隔熱傳導。當基板的溫度控制需要於提高或降低的溫度時可利用此系統。例如，基板的溫度控制可為有用於超過由於自電漿傳遞至基板 25 的熱通量及由傳導至基板支架 20 自基板 25 移除的熱通量的平衡所達到的穩定狀態溫度之溫度。於其他實施例中，可包括加熱元件，如電阻加熱(resistive heating)、或熱電加熱器/冷卻器。

如圖 2 中所示，基板支架 20 包括一電極，經此將 RF 功率連接至處理區域 45 中的電漿。例如，經由自 RF 產生器 30 通過阻抗匹配網路 32 傳送 RF 功率至基板支架 20 可將基板支架 20 電偏壓

於 RF 電壓。RF 偏壓可作為加熱電子以形成及保持電漿。於此結構中，系統可操作為反應性離子蝕刻（RIE, reactive ion etch）反應器，其中室及上方氣體注入電極作為接地表面。RF 偏壓的典型頻率可為 1MHz 至 100MHz 之範圍內，較佳為 13.56MHz。

或者，可將 RF 功率以多重頻率運用至基板支架電極。再者，藉由最小化反射的功率，阻抗匹配網路 32 用來最大化轉移 RF 功率至處理室 10 中的電漿。可使用許多匹配網路拓撲學（如 L-型、 π -型、T-型等）及自動控制方法。

繼續參照圖 2，例如，經由氣體注入系統 40 可將處理氣體導入處理區域 45。例如，處理氣體可包括氣體之混合物如氫、 CF_4 及 O_2 、或氫、 C_4F_8 及 O_2 於氧化物蝕刻運用，或其他化學如，例如， $\text{O}_2/\text{CO}/\text{Ar}/\text{C}_4\text{F}_8$ 、 $\text{O}_2/\text{CO}/\text{Ar}/\text{C}_5\text{F}_8$ 、 $\text{O}_2/\text{CO}/\text{Ar}/\text{C}_4\text{F}_6$ 、 $\text{O}_2/\text{Ar}/\text{C}_4\text{F}_6$ 、 N_2/H_2 。氣體注入系統 40 包括噴淋頭，於此將處理氣體通過氣體注入倉（未圖示）、一系列檔板（未圖示）及多孔噴淋頭氣體注入板（未圖示）自氣體傳遞系統（未圖示）供應至處理區域 45。

例如，真空抽吸系統 58 可包括能夠抽吸速度高達 5000 升/秒或以上的渦輪分子真空泵浦（TMP, turbo-molecular vacuum pump）及用以調節室壓的閘閥。於用於乾式電漿蝕刻的習見電漿處理裝置中，一般使用 1000 至 3000 升/秒 TMP。TMP 有用於低壓處理，典型小於 50 mTorr。於更高壓力，TMP 抽吸速度急劇降低。為了高壓處理（即大於 100 mTorr），可使用機械增壓泵浦及乾式低真空泵浦（roughing pump）。再者，將用以監測室壓的裝置（未圖示）連接至處理室 16。壓力測量裝置可為，例如，可購自 MKS Instruments, Inc. (Andover, MA) 之型號 628B Baratron 絕對電容壓力計。

如圖 1 中所繪，處理工作監測系統 100 包括多個感應器 50 連接至處理工具 10 以測量工具數據及控制器 55 連接至感應器 50 以接收工具數據。感應器 50 可包括處理工具 10 本體內的感應器及處理工具 10 本體外的感應器兩者。處理工具 10 本體內的感應器

可包括有關處理工具 10 的功能之感應器如測量氦背部氣壓、氦背部氣流、靜電吸盤 (ESC, electrostatic chuck) 電壓、ESC 電流、基板支架 20 溫度 (或下方電極 (LEL, lower electrode) 溫度)、冷卻劑溫度、上方電極 (UEL, upper electrode) 溫度、向前 RF 功率、反射 RF 功率、RF 自感應的 DC 偏壓、RF 峰至峰電壓 (peak-to-peak voltage)、室壁溫度、處理氣體流速、處理氣體分壓、室壓、電容器設定 (即 C_1 及 C_2 位置)、聚焦圈環 (Focus Ring) 厚度、RF 小時、聚焦圈環 RF 小時、及其任何統計量。另一方面，處理工具 10 本體外的感應器可包括不直接關於處理工具 10 的功能者如光偵測裝置 34，用以監測如圖 2 中所示的處理區域 45 中的電漿所發射的光線，或電測量裝置 36，用以監測如圖 2 中所示之處理工具 10 的電系統。

光偵測裝置 34 可包括偵測器如 (矽) 光電二極管或光電倍增管 (PMT, photomultiplier tube) 以測量自電漿發射的總光線強度。光偵測裝置 34 可進一步包括濾光片如窄頻干擾濾光片。於另一個實施例中，光偵測裝置 34 包括直線電荷耦合裝置 (CCD, charge coupled device) 或電荷注入裝置 (CID, charge injection device) 陣列及光分散裝置如光柵或稜鏡。此外，光偵測裝置 34 可包括單色儀 (monochromator) (如光柵/偵測器系統) 以測量於特定波長的光線，或光譜儀 (如具有旋轉的光柵) 以測量光譜如，例如，說明於美國專利編號 5,888,337 中的裝置。

光偵測裝置 34 可包括來自 Peak Sensor Systems 公司的高解析度 OES 感應器。此 OES 感應器具有寬闊光譜橫跨紫外光 (UV, ultraviolet)、可見光 (VIS, visible) 及近紅外線 (NIR, near infrared) 光譜。於 Peak Sensor Systems 公司之感應器中，解析度大約為 1.4 埃，亦即，感應器由 240 至 1000 nm 能夠收集 5550 個波長。於 Peak Sensor Systems 公司之感應器中，感應器具有高感度微型纖維光學 UV-VIS-NIR 光譜儀，其依次與 2048 個像素直線 CCD 陣列整合。

於本發明一個實施例中的光譜儀接受通過單一及成束的光學

纖維傳送的光線，於此利用固定的光柵將來自光學纖維的光輸出分散穿過直線 CCD 陣列。類似於上述的結構，經由凸球面透鏡將經由光學真空窗發射的光線聚焦於光學纖維的輸入端上。三個光譜儀(各專一地調至特定光譜範圍 (UV、VIS 及 NIR)) 形成處理室的一個感應器。各光譜儀包括獨立的 AID 轉換器。及最後，視感應器的運用，每 0.1 至 1.0 秒可將全部發射光譜紀錄。

電測量裝置 36 可包括，例如，電流及/或電壓探針、功率計、或光譜分析儀。例如，電漿處理系統長利用 RF 功率以形成電漿，於此情況中，使用 RF 傳輸線(如同軸電纜或結構)經由電連結元件(即感應線圈、電極等)來連接 RF 能量至電漿。可將利用例如電流-電壓探針之電測量行使於電 (RF) 迴路內之任意處，如於 RF 傳輸線內。再者，電訊號的測量(如電壓或電流之時間追蹤)允許利用離散傅立葉級數(Discrete Fourier Series)代表轉換訊號成為頻率空間(假設週期性訊號)。之後，可監測及分析傅立葉光譜(或對時間變化訊號為頻率光譜)以描繪材料處理系統 1 之狀態特性。電壓-電流探針可為，例如，如正在申請中的美國專利申請案序號 60/259,862 (2001 年 1 月 8 日申請) 及美國專利編號 5,467,013 中所述的裝置，將其各全文以參考資料併於本文中。

於另一個實施例中，電測量裝置 36 可包括多頻率 RF 天線有用於測量材料處理系統 1 外部的輻射 RF 場。市售多頻率 RF 天線為多頻率天線如 Antenna Research Model RAM-220 (0.1MHz to 300MHz)。

一般而言，多個感應器 50 可包括任何數量感應器(本體內及本體外)，可將其連接至處理工具 10 以提供工具數據至控制器 55。

控制器 55 包括微處理器、記憶體、及數字 I/O 埠(可能包括 D/A 及/或 A/D 轉換器)能夠產生控電壓足以傳達及活化輸入至材料處理系統 1 以及監測來自材料處理系統 1 的輸出。如圖 2 中所示，可將控制器 55 與 RF 產生器 30、阻抗匹配網路 32、氣體注入系統 40、真空抽吸系統 58、背部氣體系統 26、靜電鉗夾系統 28、

光偵測裝置 34、及電測量裝置 36 連結及交換資訊。根據儲存的處理方法，利用儲存於記憶體中的程式與材料處理系統 1 之前述成分交互作用。控制器 55 的一個實例為 DELL PRECISION WORKSTATION 530TM，可購自 Dell Corporation, Austin, Texas。可將控制器 55 局部設置相對於材料處理系統 1，或可將其遠距離地設置相對於材料處理系統 1。例如，利用直接連接、內部網路、及網際網路其中至少一者，控制器 55 可與材料處理系統 1 交換數據。可將控制器 55 連結至內部網路於，例如，客戶位置（即裝置製造廠等）、或可將其連結至內部網路於，例如，賣主位置（即設備製造商）。此外，例如，可將控制器 55 連結至網際網路。再者，例如，另一個電腦（即控制器、伺服器）經由直接連接、內部網路、及網際網路其中至少一者可存取控制器 55 以交換數據。

如圖 3 中所示，材料處理系統 1 可包括磁場系統 60。例如，磁場系統 60 可包括固定的，或機械上或電力上旋轉的 DC 磁場，以便可能地增加電漿密度及/或改善材料處理一致性。此外，可將控制器連結至磁場系統 60 以便調節場力或旋轉速度。

如圖 4 中所示，材料處理系統可包括上方電極 70。例如，可將 RF 功率自 RF 產生器 72 經由阻抗匹配網路 74 連接至上方電極 70。用以運用 RF 功率至上方電極 70 的頻率較佳為 10 MHz 至 200 MHz 之範圍，較佳為 60 MHz。此外，用以運用功率至下方電極的頻率可為 0.1 MHz 至 30 MHz 之範圍，較佳為 2 MHz。再者，可將控制器 55 連結至 RF 產生器 72 及阻抗匹配網路 74 以便控制 RF 功率運用至上方電極 70。

如圖 5 中所示，圖 1 之材料處理系統可包括感應線圈 80。例如，可將 RF 功率自 RF 產生器 82 經由阻抗匹配網路 84 連接至感應線圈 80，及可將 RF 功率自感應線圈 80 經由介電窗（未圖示）感應地連結至電漿處理區域 45。用以運用 RF 功率至感應線圈 80 的頻率較佳為 10 MHz 至 100 MHz 之範圍，較佳為 13.56 MHz。類似地，用以運用功率至吸盤電極的頻率較佳為 0.1 MHz 至 30

MHz 之範圍，較佳為 13.56 MHz。此外，可使用有溝槽的法拉弟遮蔽(Faraday Shield)（未圖示）來降低感應線圈 80 及電漿之間的電容耦合。再者，可將控制器 55 連結至 RF 產生器 82 及阻抗匹配網路 84 以便控制功率運用至感應線圈 80。於另一個實施例中，感應線圈 80 可為「螺旋」線圈或「盤形」線圈與來自上述的電漿處理區域 45 通訊，如同於變壓器連結的電漿（TCP, transformer coupled plasma）反應器中。

或者，利用電子迴旋共振 (ECR, electron cyclotron resonance) 可將電漿形成。於再另一個實施例中，由發動螺旋波(Helicon Wave)將電漿形成。於再另一個實施例中，由傳播的表面波將電漿形成。

如上述，處理工作監測系統 100 包括多個感應器 50 及控制器 55，其中將感應器 50 連接至處理工具 10 及將控制器連接至感應器 50 以接收工具數據。控制器 55 進一步能夠執行至少一種演算法以最佳化自感應器 50 接受的工具數據、決定工具數據之間的關係（模型）、及利用此關係（模型）做失誤偵測。

當遭遇包含大量變數之數據大量集合時，常運用多變項分析法（MVA, multivariate analysis）。例如，一個此 MVA 技術包括主成分分析法(PCA, principal components analysis)。於 PCA 中，可組合一模型以由數據之大量集合於多維參數空間中得到呈現最大變異的訊號。

例如，可將一特定基板運行（或時間上的一剎那）之各組數據參數儲存為矩陣 $\bar{X}$ 中之一列，因此，一旦將矩陣 $\bar{X}$ 組合，各列代表不同基板運行，或時間上的一剎那（或觀察），及各行代表相對應於多個感應器 50 之不同數據參數（或數據變數）。所以，矩陣 $\bar{X}$ 為 q 維乘 r 維之矩形矩陣，其中 q 代表列維及 r 代表行維。一旦將數據儲存於矩陣中，一般將數據平均集中及/或正規化。平均集中儲存於矩陣行中的數據之方法包含計算行元件的平均值及自各元件減去平均值。再者，可將存在於矩陣行中的數據藉由決定行中數據的標準差而正規化。例如，可將 PCA 模型以類似於美國臨時

申請案序號 60/470,901，標題「處理系統健康指標及利用此的方法」(2002 年 5 月 16 日申請)中所述的方式建立。將此申請案之全文以參考資料併於本文中。

利用 PCA 技術，藉由近似矩陣 $\bar{X}$ 與低維矩陣乘積 ($\overline{TP^T}$) 加上誤差矩陣 $\bar{E}$ 決定矩陣 $\bar{X}$ 內的關聯結構，即

$$\bar{X} = \overline{TP^T} + \bar{E}, \quad (1a)$$

其中

$$\bar{X}_{i,j} = \left(\frac{\bar{X}_{i,j}^* - \bar{X}_{M,j}}{\sigma_{X,j}} \right), \quad (1b)$$

「i」代表第 i 列，「j」代表第 j 行，下標號「M」代表平均值， σ 代表標準差， $\bar{X}^*$ 為原始數據， $\bar{T}$ 為概括 $\bar{X}$ -變數之得分矩陣 (q 乘 p)，及 $\bar{P}$ 為顯示變數影響之載荷矩陣 (r 乘 p，其中 $p \leq r$)。

一般而言，可將載荷矩陣 $\bar{P}$ 顯示為包含 $\bar{X}$ 之協方差矩陣 (Covariance Matrix) 的本徵向量 (Eigenvector)，其中可將協方差矩陣 $\bar{S}$ 顯示為

$$\bar{S} = \bar{X}^T \bar{X} \quad (2)$$

協方差矩陣 $\bar{S}$ 為實數對稱矩陣；及所以可將協方差矩陣說明為

$$\bar{S} = \bar{U} \bar{\Lambda} \bar{U}^T, \quad (3)$$

於此實數對稱本徵向量矩陣 $\bar{U}$ 包含有正規化本徵向量為行及 $\bar{\Lambda}$ 為對角矩陣沿對角線包含有相對應於各本徵向量的特徵值。利用式 (1a) 及 (3) (對於 $p=r$ 之全矩陣，即無誤差矩陣)，吾人可證實

$$\bar{P} = \bar{U} \quad (4)$$

及

$$\bar{T}^T \bar{T} = \bar{\Lambda} \quad (5)$$

上述特徵分析之結果為各特徵值代表於 n-維空間內於相對應特徵向量之方向上數據之變化。因此，最大特徵值相對應於多維

空間內數據之最大變異，而最小特徵值相對應於數據之最小變異。由定義，所有特徵向量為垂直，及所以，第二個最大特徵值相對應於相對應特徵向量之方向上數據之第二個最大變異，當然，其為與第一個特徵向量的方向垂直。一般而言，為此分析，選擇前數個（三至四個，或更多）最大特徵值以近似數據及，近似的結果，將誤差 $\bar{E}$ 導入式（1a）中的代表。總之，一旦決定特徵值之組合及其相對應的特徵向量，可選擇最大特徵值之組合及可決定式（1a）之誤差矩陣 $\bar{E}$ 。

市售支持 PCA 模型軟體之實例為 MATLABTM（可購自 The Mathworks, Inc., Natick, MA），及 PLS Toolbox（可購自 Eigenvector Research, Inc., Manson, WA）。

此外，一旦建立 PCA 模型，市面上可購得的軟體（如 MATLABTM）進一步能夠製造為輸出其他統計量如觀察之賀德臨（Hotelling） T^2 參數，或 Q-統計。可將觀察之 Q 統計計算如下：

$$Q = \bar{E}^T \bar{E} \quad , \quad (6a)$$

其中

$$\bar{E} = \bar{X}(\bar{I} - \bar{P}\bar{P}^T) \quad , \quad (6b)$$

及 $\bar{I}$ 為適當大小之恒等矩陣（identity matrix）。例如，利用「訓練」數據集合（即為許多觀察組合 $\bar{X}$ 及利用 MATLABTM 決定 PCA 模型）可建立 PCA 模型（載荷矩陣 $\bar{P}$ 等）。一旦建立 PCA 模型，可利用投射新觀察至 PCA 模型上來決定殘差矩陣(residual matrix) $\bar{E}$ ，如式（1a）中。

類似地，可將賀德臨 T^2 計算如下：

$$T^2_i = \sum_{a=1}^p \frac{\bar{T}_{ia}^2}{S_{ia}^2} \quad , \quad (7a)$$

其中

$$\bar{T} = \bar{X}\bar{P} \quad , \quad (7b)$$

及 T_{ia} 為第 i 個觀察（基板運行、時間上的一剎那等，即 $i=1$ 至 q ）及第 a 個模型維度（即 $a=1$ 至 p ）之得分（由式（7b）），及

S_{ta}^2 為 $\bar{T}_a$ 的變異。例如，利用「訓練」數據集合（即為許多觀察組合 $\bar{X}$ 及利用 MATLABTM 決定 PCA 模型）可建立 PCA 模型（載荷矩陣 $\bar{P}$ 等）。一旦建立 PCA 模型，可利用投射新觀察至 PCA 模型上來決定新的得分矩陣 $\bar{T}$ 。

典型而言，將統計量，如 Q-統計，或賀德臨(Hotelling) T^2 ，對一處理監測，及當此量超過預定控制界限時，偵測處理之失誤。

圖 6A 顯示常見使用 PCA 模型來監測處理之 Q 統計(Q 因子) 以便決定處理中之失誤的實例。於圖 6A 的實例中，將模型應用至由 Unity II 雙極環磁鐵 (DRM, Dipole Ring Magnet) 電容性耦合電漿 (CCP, Capacitive Coupled Plasma) 處理系統（可購自 Tokyo Electron Limited；見圖 3）獲得的處理數據，其以 $C_4F_8/CO/Ar+O_2$ 為基本的化學實施製圖的氧化物蝕刻。此處理系統以批次模式用固定的處理方法對各批操作。典型而言，於裝置的製造中對一特定處理步驟各批皆使用單一方法。常使用相同處理系統於許多不同裝置層及步驟，但對各處理步驟，方法保持相同。

收集的數據參數包括室壓、使用功率、不同溫度、及許多變數關於壓力、功率、及溫度控制，如表 1 中所示。

用於此實例之處理方法具有三個主要步驟：光阻清潔步驟、主蝕刻步驟、及光阻去除步驟。本實例的範圍適用於主蝕刻步驟，但其不限於此特定步驟或任何特定步驟，及所以也可適用於其他步驟。

對於各處理步驟，由各基板之大約 160 個樣品計算觀察工具及對各數據參數（或工具變數）之時間追蹤的觀察標準差。將各數據參數之時間追蹤的開始部分（於此 RF 功率增加）於此等統計計算中調整以嘗試去除由於當功率發動時的變異。

於圖 6A 的實例中，於單一處理系統中利用相同方法對前 500 個基板實施 PCA 模型。使用執行於 MATLABTM 中的標準 PCA 方法，與平均集中及單位變異比例。同時，利用由 Eigenvector Research 提供的 Eigenvector Research PLS Toolbox 作為

MATLABTM 之升級計算標準 Q 殘值 (SPE) 及 Q 貢獻。

於圖 6A 的實例中，由第一個處理系統中的前 500 個基板建立 PCA 模型及運用至來自此處理系統的所有 3200 個基板。如此圖中可見，在 PCA 模型建立後小於 250 個基板內（即由基板數目 750 個）形成的 Q 統計超過模型中 95% 信賴極限 (confidence limit)，且從未返回低於該程度。此外，不同的歧異點及不同的台階狀改變為明顯。因此，圖 6A 證實雖然如上述建立的習見 PCA 模型可用來監測 Q-統計，存在一些時段統計參數脫離上述控制界限而永不返回以下。確實，利用特定處理系統中特定的方法之某模型可監測上述統計之任一者（如 Q-統計、或賀德臨 T^2 參數），但最後將脫離超過控制界限而永不返回以下。之後，模型不再可適用至特定方法及特定處理系統。

雖然已知方法來保存 PCA 模型之有用性於長處理運行，本發明人已確認此等方法不可實施於商業運用至半導體製造方法控制。例如，利用自適應模型技術，可將 PCA 模型實際上以各處理運行重新建造以便於過程期間即時更新模型。雖然此自適應模型技術一般可穩定統計監測於特定控制界限內，其需要計算的資源不適用於商業製程。

用以保持圖 6A 統計監測之有用性的另一技術為利用更複雜的控制界限設計。明確而言，基於預期的 PCA 模型降級對各處理運行可重新設定控制界限。雖然此法將避免指示由於 PCA 模型降級之程序外 (Out-of-Process) 狀態，以各處理運行改變控制界限需要複雜的設計，其也無法實踐於商業製程。

因此，本發明人已確認改造 PCA 模型以能夠統計監測長處理運行的習見方法無法實踐於商業製程。更明確而言，本發明人已發現集中及比例縮放 PCA 矩陣中的數據之標準方法已無法發展能夠使用長時期（即大量基板運行）的健全模型。

於本發明的一個實施例中，說明一種自適應多變項分析法於製備健全的 PCA 模型。在其中，利用自適應設計將集中及比例係

數更新。利用濾波器 (filter)，如指數加權移動平均數 (EWMA, exponentially weighted moving average) 濾波器，將對各概括統計之平均值 (用於集中) 由一個觀察至下一個更新，如下所示：

$$\bar{X}_{M,j,n} = \lambda \bar{X}_{M,j,n-1} + (1-\lambda) \bar{X}_{j,n} \quad (8)$$

其中 $\bar{X}_{M,j,n}$ 代表於當前運行 (或觀察「n」) 之第 j 個數據參數計算的模型平均值 (「M」)， $\bar{X}_{M,j,n-1}$ 代表於前一次運行 (或觀察「n-1」) 之第 j 個數據參數計算的模型平均值 (「M」)， $\bar{X}_{j,n}$ 代表於當前運行之第 j 個數據參數的當前值，及 λ 為範圍值為 0 至 1 之加權因子。例如，當 $\lambda=1$ ，用於集中各數據參數的模型平均值為前面使用的值，及當 $\lambda=0$ ，用於集中各數據參數的模型平均值為當前測量值。

利用下列遞歸的標準差濾波器將對各概括統計之模型標準差 (用於比例縮放) 更新：

$$\sigma_{X,j,n} = \sqrt{(\sigma_{X,j,n-1})^2 \left(\frac{\kappa-2}{\kappa-1} \right) + \frac{1}{\kappa} (\bar{X}_{j,n} - \bar{X}_{M,j,n})^2} \quad (9)$$

其中 $\sigma_{X,j,n}$ 代表於當前運行 (或觀察「n」) 之第 j 個數據參數計算的模型標準差， $\sigma_{X,j,n-1}$ 代表於前一次運行 (或觀察「n-1」) 之第 j 個數據參數計算的模型標準差，n 代表運行 (或觀察) 數目，及 k 代表濾波器常數。可選擇濾波器常數 k，例如，為小於或等於 N 之常數，其中 N 代表用來建立 PCA 模型之基板運行 (或觀察) 的數目。

表 1

區域	變數	說明
氣流及壓力	壓力	室壓
	APC	節流閥角度
	Ar	Ar 流速
	C4F8	C4F8 流速
	CO	CO 流速
功率及匹配	RF-向前-LO	下方電極功率
	C1-位置-LO	匹配網路電容器 1
	C2-位置-LO	匹配網路電容器 2
	大小	匹配器大小
	位相	匹配器位相
	RF-VDC-LO	下方電極 DC 電壓
	RF-VPP-LO	下方電極峰至峰電壓
ES 吸盤	ESC-電流	靜電吸盤電流
	ESC-電壓	靜電吸盤電壓
溫度及冷卻	下方-溫度	下方電極溫度
	上方-溫度	上方電極溫度
	壁-溫度	壁溫度
	冷卻-氣體-流 1	He 邊緣冷卻流速
	冷卻-氣體-流 2	He 中心流速
	冷卻-氣體-壓力 1	He 邊緣冷卻氣體壓力
	冷卻-氣體-壓力 2	He 中心冷卻氣體壓力

圖 6B 顯示利用 PCA 模型監測於圖 6A 中呈現的 Q-統計之相同實例，除了根據本發明利用自適應設計將集中及比例係數更新。如此圖中可見，在前 500 個晶圓之後，當利用如上述自適應集中及比例係數調整集中及比例常數（ $\lambda=0.92$ ； $k=500$ ），Q-統計表實質上更穩定遍及所有其餘基板，且數據顯著地存在於相同極限內。發明的自適應設計提供類似改善於其他統計監測計劃（如

賀德臨 T^2 參數)。因此，根據本發明 PCA 模型之自適應允許更健全的 PCA 模型，可用於長處理運行。

現在一起參照圖 6A 及 6B，於自適應情況中第一個大量偏離為具有最大 Q 值的運行，其發生於基板 1492。於靜態及自適應情況兩者的殘餘貢獻圖中（見圖 7），C1-位置-LO 平均、RF-VPP-LO 平均、及 ECS-電流為極端值。對後二者數據參數之任意比例的概括統計係繪製於圖 8 中。此等三個數據參數造成數據中於四點的大尖峰，其可指出具有阻抗匹配網路系統的主題。此類型歧異點於兩個 Q 圖為清楚，但僅有自適應情況於所有時間允許固定極限（如 95%信賴極限）。

於另一個實施例中，可計算集中及比例係數的相對變化以警告操作者或工程師步階概括統計已於兩次運行（或觀察）之間偏移。對於各集中係數，藉由自最後運行之估計值減去於開始運行之估計值，而後由用來比例縮放起始運行之步階統計的標準差比例縮放各差異，而將此完成，即

$$M_{\bar{X}} = \left| \frac{\bar{X}_{M,j,b} - \bar{X}_{M,j,a}}{\sigma_{j,a}} \right|, \quad (10)$$

其中 $M_{\bar{X}}$ 為模型平均移動公制， $\bar{X}_{M,j,a}$ 代表對第 a 個基板的第 j 個數據參數之模型平均值， $\bar{X}_{M,j,b}$ 代表對第 b 個基板的第 j 個數據參數之模型平均值，及 $\sigma_{j,a}$ 代表對第 a 個基板的第 j 個數據參數之模型標準差。

對於比例係數，計算為以用於集中該步階統計之平均值比例縮放標準差中的差異，即

$$M_{\sigma} = \left| \frac{\sigma_{j,b} - \sigma_{j,a}}{\bar{X}_{M,j,a}} \right|, \quad (11)$$

其中 $\sigma_{j,b}$ 代表對第 b 個基板的第 j 個數據參數之模型標準差。

而後將此等結果呈現於柏拉圖（Pareto chart）以確認於時期期間呈現最大相對變化的變數。例如，此對典型貢獻圖之補充可給操作者理解數據參數的組合中總體變化。相反地，貢獻圖指出於

特定運行中局部的誤差。

再度參照圖 6A 及 6B，觀察到下一類偏離於輸入概括數據之步驟中。於靜態的情況中，此等偏離清楚地出現於 Q 圖中，雖然此等改變之自動偵測證實為相當困難。於自適應的情況中，僅有四個時期 Q 統計違反信賴極限超過 5 個連續基板（開始於基板 1880、2535、2683、及 2948）。當對此等四個時期個別計算模型平均移動公制（由時期之前的基板至時期之後的基板），最極端的值發生於 1880 及 2946，分別於 C1-位置-LO 平均及壁-溫度平均。圖 9A 呈現對所有數據參數之模型平均移動公制及模型標準差公制。對兩個數據參數之任意比例概括數據係顯示於圖 9B 中。於 Q 統計中兩個主要改變似乎由此等兩個數據參數支配。例如，此等數據參數中的偏移可由工具清潔造成，如取代主要零件及改變處理系統的電或熱轉移特性。雖然於處理系統中調節溫度，此僅於上方電極及壁完成。下方溫度不受控制及可受不同處理系統中的材料或零件結構影響。對於基板 1880 之靜態情況及自適應情況兩者的貢獻圖皆受 C1-位置-LO 支配。對於基板 2948，於自適應情況中壁-溫度為主要的貢獻，但於靜態情況中，其僅為稍大於 C1-位置-LO 值（其於此運行中無變化）。

除了提供更健全的 PCA 模型，可用於統計監測長處理運行，自適應技術也提供利用相同 PCA 模型於不同處理系統之間。圖 10 及 11 說明本發明的第二個實例，其中，在對一個處理系統隨時間尋找主要改變後，將來自前 500 個基板的相同模型而後運用至來自第二個處理系統之一組 800 個基板。如圖 10 中可見，對靜態模型之 Q 統計的圖比模型的信賴極限大許多數量級（orders of magnitude）。因此，衍生自對特定處理於一特定處理系統的一個習見模型不可轉移至另一個處理系統的相同處理。再者，如上述圖 6A 之實例，為各處理系統重建 PCA 模型或使用複雜控制界限設計來調整一個系統之 PCA 模型至另一個系統為不切實際。圖 11 顯示運用本發明自適應集中及比例係數之相同模型。於僅 25 個基

板後（對單一卡帶之典型負載）數據回到低於信賴極限。增加的 λ 可提供更快復原，但可造成太過分的問題。一旦低於信賴極限，相同總歧異點仍為明顯，但其他變異如於基板 445 及 455 之間的區域也顯著。

以此相同模型運用至第二個處理系統，同樣如上述可使用貢獻圖來確認單點偏離之原因。基於靜態模型之貢獻圖提供許多數據參數無清楚單一原因，及辨認的此等數據參數少數呈現大歧異點特性。基於自適應設計的貢獻清楚地指出兩個參數：RF-VPP-LO 平均及 APC 標準差。此等歧異點與電漿滲漏一致，於此電壓具有高值遍及此步驟及壓力控制為非常波動，因其努力控制不穩定的電漿。

為了研究系統之突然偏移，於圖 11 中的數據注意到連續違反之時期。發生於基板 1、91、及 446 之三個不同區域具有超過五個連續點大於信賴極限。對前 22 個基板之移動公制(其中將模型調整至新的處理系統值)強調顯著改變於 RF-VPP-LO 平均、ESC-電壓平均、C2-位置-LO 平均、ESC 電流平均、及 RF-向前-LO 標準差，指出於兩個處理系統之間許多電特性有牴觸。基板 91 開始的時期於 5 次運行內有兩個大尖峰，造成移動公致確認適應於歧異點。於基板 446 開始的最後區域中，公制指向 APC 平均及冷卻氣體-流 1 標準差。對此等變數之基板概括數據於此時呈現乾淨俐落的跳躍。將需要進一步分析來推測問題類型，其特徵為用來控制壓力的節流閥角度偏移及用來控制下方電極上溫度之氬氣流的變化性。

因此，本發明人已確認靜態 PCA 模型無法適當監測及偵測局部失誤於工業材料處理系統上。於模型上的信賴極限在模型建立後很快地被超過；而且，當將模型運用至另一個處理系統時，信賴極限為不適當。用於單一比例縮放的平均及標準差值可用新數據緩慢地調整。自適應集中及比例縮放方法足以保持模型於殘餘空間(Q)之距離穩定，及原始模型信賴極限適於偵測偏離。此外，

由自適應方法計算的 Q 貢獻幫助辨別造成局部誤差的數據參數之起源，而不連結至具有總體改變之彼等數據參數的貢獻。補充貢獻圖，移動公制確認於連續信賴極限違反之期間具有急劇階段改變的輸入數據參數。

圖 12 呈現一流程圖，說明於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法。方法 500 開始於 510，自處理系統獲得多個觀察的數據。例如，處理系統可為蝕刻系統，或其可為如圖 1 中所述之另一處理系統。利用多個感應器連結至處理系統及控制器可獲得來自處理系統的數據。例如，數據可包含任何可測量的數據參數，及其任何統計值（如平均、標準差、不對稱、峭度等）。其他數據可例如包括發射光譜、電壓及/或電流測量之 RF 諧波或輻射 RF 發射等。各觀察可有關於一基板運行、時間上的一剎那、時間平均等。

於 520，藉由決定一或多個主成分以代表於 530 的數據及運用靜態集中及比例係數（如上述）至於 540 得到的數據之數據參數，自得到的數據參數建立 PCA 模型。例如，可利用市售軟體 MATLAB™ 及 PLS Toolbox 來建立 PCA 模型。

於 530，自處理系統得到其他數據，及於 555，當運用 PCA 模型至獲得的數據參數時利用自適應集中及比例係數。於 560，由其他的數據及 PCA 模型決定至少一個統計量。例如，可將其他的數據向前投射至一或多個主成分上以決定一組得分，及可將此組得分反向投射至主成分上以決定一或多個殘餘誤差。利用任一組得分與模型得分組結合，或一或多個殘餘誤差，對各其他觀察可決定至少一個統計量，如 Q -統計，或賀德臨 T^2 參數。

於 570，可設定一控制界限，及於 580，可將至少一個統計量與控制界限比較。利用主觀的方法或經驗的方法可設定控制界限。例如，當利用 Q -統計，可將控制界限設定於 95%信賴極限（見，例如，圖 6A、6B、及 11）。此外，例如，當使用賀德臨 T^2 參數，可將控制界限設定於 95%信賴極限。或者，例如，藉由假設統計

量之理論分布，如 χ^2 -分布，可將控制界限建立；然而，觀察的分布應以理論證實。若至少一個統計量超過控制界限，則於 590 偵測到處理系統之失誤，及於 600 可通知操作者。

圖 12 說明用以執行本發明不同實施例之電腦系統 1201。可使用電腦系統 1201 作為控制器 55 以進行任何或所有上述控制器的功用。電腦系統 1201 包括匯流排 1202 或其他通訊機制以傳遞資訊，及處理器 1203 與匯流排 1202 連接以處理資訊。電腦系統 1201 也包括主記憶體 1204，如隨機存取記憶體（RAM, random access memory）或其他動態儲存裝置（如動態 RAM（DRAM, dynamic RAM）、靜態 RAM（SRAM, static RAM）、及同步 DRAM（SDRAM, synchronous DRAM）），連接至匯流排 1202 以儲存資訊及由處理器 1203 要執行的命令。此外，可使用主記憶體 1204 來儲存執行處理器 1203 的命令期間暫時變數或其他中間資訊。電腦系統 1201 更包括唯讀記憶體（ROM, read only memory）1205 或其他靜態儲存裝置（如可編程 ROM（PROM, programmable ROM）、可消除 PROM（EPROM, erasable PROM）、及電子式可消除 PROM（EEPROM, electrically erasable PROM））連接至匯流排 1202 以儲存靜態資訊及處理器 1203 的命令。

電腦系統 1201 也包括磁盤控制器 1206 連結至匯流排 1202 以控制用以儲存資訊及命令的一或多個儲存裝置，如磁性硬碟 1207，及可移動的硬碟 1208（如軟式磁碟機、唯讀光碟機、讀/寫光碟機、光碟自動換片機、磁帶機、及可移動磁性-光學機）。利用適當裝置界面（如小電腦系統界面（SCSI, small computer system interface）、電子整合裝置（IDE, Integrated Device Electronics）、增大的 IDE（E-IDE, enhanced-IDE）、直接記憶體存取（DMA, Direct Memory Access）、或超-DMA）可將儲存裝置加至電腦系統 1201。

電腦系統 1201 也可包括特別目的邏輯裝置（如特定應用整合線路（ASICs, Application Specific Integrated Circuits））或可配置的

邏輯裝置（如簡單可程式邏輯裝置（SPLDs, simple programmable logic devices）、複雜可程式邏輯裝置（CPLDs, complex programmable logic devices）、及場效可程式閘陣列（FPGAs, field programmable gate arrays））。

電腦系統 1201 也可包括顯示控制器 1209 連接至匯流排 1202 以控制顯示器 1210，如陰極射線管（CRT, cathode ray tube），以顯示資訊至電腦使用者。電腦係通包括輸入裝置，如鍵盤 1211 及指示裝置 1212，以與電腦使用者交互作用及提供資訊至處理器 1203。指示裝置 1212，例如，可為滑鼠、軌跡球、或指示棒用以與處理器 1203 溝通方向資訊及命令選擇及用以控制顯示器 1210 上游標的運動。此外，印表機可提供由電腦系統 1201 儲存及/或產生的數據清單印出。

電腦系統 1201 執行部分或所有本發明的處理步驟（如例如關於圖 13 說明者）反應於處理器 1203 實施含於記憶體中，如主記憶體 1204 一或多個命令之一或多個序列。可將此命令由另一個電腦可讀媒體，如硬碟 1207 或可移動的硬碟 1208 讀入主記憶體 1204。可利用多重處理安排中一或多個處理器來執行含於主記憶體 1204 中的命令序列。於另一個實施例中，可將硬接線的電路以軟體指令取代或組合。因此，實施例不限於任何特定組合之硬體電路及軟體。

如上述，電腦系統 1201 包括至少一種電腦可讀的媒體或記憶體以保有根據本發明教導設計程式之命令及以含有數據結構、表格、紀錄、或於本文中說明的其他數據。電腦可讀的媒體之實例包括光碟、硬碟、軟碟、磁帶、磁性-光學磁片、PROMs (EPROM、EEPROM、快閃 EPROM)、DRAM、SRAM、SDRAM、或任何其他磁性媒體、光碟（如 CD-ROM）、或任何其他光學媒體、打孔卡、紙帶、或其他具有孔洞圖案之物理媒體、載波(carrier wave)（下述）、或電腦可讀的任何其他媒體。

儲存於任一種或組合之電腦可讀媒體，本發明包括軟體用以

控制電腦系統 1210、用以驅動裝置來實施本發明、及用以使電腦系統 1201 與人類使用者（如印刷生產員工）交互作用。此軟體可包括（但不限於）裝置驅動器、操作系統、發展工具、及應用軟體。此電腦可讀媒體更包括本發明之電腦程式產品以實施所有或部分（若處理為分散式）實施本發明中執行的處理。

本發明的電腦編碼裝置可為任何可翻譯的或可執行的編碼機制，包括但不限於書寫字母、可翻譯的程式、動態連結函式庫(DLLs, dynamic-link libraries)、Java 程式集 (Java Classes)、及完整可執行的程式。再者，可將本發明處理之部分為更佳表現、可信賴性、及/或成本而分散。

如本文中使用之用詞「電腦可讀媒體」係關於任何媒體參與提供指令至處理器 1203 以執行。電腦可讀媒體可採取許多形式，包括但不限於非揮發性媒體、揮發性媒體、或傳播媒體。非揮發性媒體包括，例如，光學、磁性碟片、及磁性-光學磁片，如硬碟 1207 或可移動的硬碟 1208。揮發性媒體包括動態記憶體 1204，如主記憶體 1204。傳播媒體包括同軸電纜、銅線及光纖，包括組成匯流排 1202 的電線。傳播媒體也可採取聲音或光波的形式，如於無線電波及紅外線數據通訊期間產生者。

可包含電腦可讀媒體的許多形式於實施對處理器 1203 執行用之一或多個指令之一或多個序列。例如，一開始可將指令實施於遠距電腦之磁碟上。遠距電腦可遠距載入動態記憶體用以實施所有或部分本發明之指令及利用數據機經電話線路傳送指令。電腦系統 1201 當地的數據機可接受電話線路上的數據及利用紅外線傳送器轉換數據至紅外線訊號。連接至匯流排 1202 的紅外線偵測器可接受紅外線訊號中攜帶的數據及放置數據於匯流排 1202 上。匯流排 1202 攜帶數據至主記憶體 1204，由此處理器 1203 收到及執行指令。可將由主記憶體 1204 接受的指令視情況於處理器 1203 執行前或後儲存於儲存裝置 1207 或 1208。

電腦系統 1201 也包括通訊界面 1213 連結至匯流排 1202。通

訊界面 1213 提供雙向數據通訊連結至網路連接 1214，其連接至（例如）局部區域網路（LAN, local area network）1215、或至另一通訊網路 1216 如網際網路。例如，通訊界面 1213 可為網路介面卡以連接至任何封包交換 LAN。作為另一實例，通訊界面 1213 可為非同步數位用戶專線（ADSL, asymmetrical digital subscriber line）卡、整合服務數位網路（ISDN, integrated services digital network）卡或數據機以提供數據通訊連接至相對應類型通訊線路。也可實施無線連接。於任何此類實施中，通訊界面 1213 發送及接受攜帶代表不同種類資訊之數位數據組的電、電磁或光學信號。

網路連接 1214 典型提供數據通訊經由一或多個網路至其他數據裝置。例如，網路連接 1214 可經由局部網路 1215（如 LAN）或經由由服務業者操作的設備（其通過通訊網路 1216 提供通訊服務）提供連結至另一電腦。局部網路 1214 及通訊網路 1216 使用，例如，攜帶數位數據組之電、電磁、或光學信號，及相關的物理層（如 CAT 5 電纜、同軸電纜、光纖等）。通過不同網路的信號及於網路連接 1214 上及通過通訊界面 1213 的信號（其攜帶數位數據往來電腦系統 1201）可以基頻信號或以載波為基本的信號實施。基頻信號傳送數位數據為未調控的電脈衝，其為數位數據位元組之描述，其中應將用詞「位元」廣泛解釋為代表符號，其中各符號傳送至少一或多個訊號位元。也可使用數位數據來調控載波，如於導電媒體上傳播，或經由傳播媒體傳遞為電磁波之具有振幅、位相及/或頻率偏移定調的訊號。因此，經由「有線的」通訊頻道可將數位數據傳送為未調控的基頻或藉由調控載波於不同於基頻之預定頻帶內傳送。電腦系統 1201 可經由網路 1215 及 1216、網路連接 1214、及通訊界面 1213 傳遞及接受數據，包括程式碼。再者，網路連接 1214 可提供連接經由 LAN1215 至活動裝置 1217 如個人數位助理（PDA, personal digital assistant）膝上型輕便電腦、或行動電話。

雖然已將本發明之僅某些例示實施例詳細說明於上，熟悉本技藝者將輕易地了解於例示實施例中可有許多修改而不實質上離開本發明的新穎教導及優點。於是，預期所有此等修改包括於本發明的範圍內。

五、【圖式簡單說明】

圖 1 顯示根據本發明一個較佳實施例之材料處理系統；

圖 2 顯示根據本發明一個實施例之材料處理系統；

圖 3 顯示根據本發明另一個實施例之材料處理系統；

圖 4 顯示根據本發明再另一個實施例之材料處理系統；

圖 5 顯示根據本發明另一個實施例之材料處理系統；

圖 6A 代表利用靜態集中及比例係數之例示計算的 Q-統計；

圖 6B 代表利用前 500 個基板後之自適應集中及比例係數之例示計算的 Q-統計；

圖 7 代表例示 Q 貢獻圖；

圖 8 代表對兩個數據參數之例示概括統計；

圖 9A 代表對兩個基板範圍之例示模型平均移動公制圖表；

圖 9B 代表於圖 9A 的移動公制圖表中最大值之例示概括統計；

圖 10 代表利用運用至第二個處理系統之靜態集中及比例係數之例示計算的 Q-統計；

圖 11 代表利用運用至第二個處理系統之自適應集中及比例係數之例示計算的 Q-統計；

圖 12 說明用以執行本發明不同實施例之電腦系統；及

圖 13 代表根據本發明一個實施例之處理系統的監測方法。

【元件符號之說明】

1~ 材料處理系統

10~處理工具

20~基板支架

25~基板

26~背部氣體系統

28~靜電鉗夾系統

30、72、82~RF 產生器

32、74、84~阻抗匹配網路
34~光偵測裝置
36~電測量裝置
40~氣體注入系統
45~處理區域
50~感應器
55~控制器
58~真空抽吸系統
60~磁場系統
70~上方電極
80~感應線圈
100~處理工作監測系統
1201~電腦系統
1202~匯流排
1203~處理器
1204~主記憶體
1205~唯讀記憶體 (ROM, read only memory)
1206~磁盤控制器
1207~硬碟
1208~可移動的硬碟
1209~顯示控制器
1210~顯示器
1211~鍵盤
1212~指示裝置
1213~通訊界面
1214~網路連接
1215~局部區域網路 (LAN, local area network)
1216~通訊網路
1217~活動裝置

五、中文發明摘要：

一種於半導體製造過程期間用以監測處理系統及用以處理基板之方法及系統。以此，自處理系統獲得多個觀察之數據，數據包括多個數據參數。主成分分析法(PCA, principal components analysis)模型係由數據建立並包括集中係數。由處理系統獲得其他數據，其他數據包括多個數據參數之其他觀察。將集中係數調整以產生更新的自適應集中係數於PCA模型中的各數據參數。將更新的自適應集中係數應用至PCA模型中的各數據參數。利用PCA模型由其他數據決定至少一個統計量。對統計量設定控制界限並與統計量比較。

六、英文發明摘要：

A method and system of monitoring a processing system and for processing a substrate during the course of semiconductor manufacturing. As such, data is acquired from the processing system for a plurality of observations, the data including a plurality of data parameters. A principal components analysis (PCA) model is constructed from the data and includes centering coefficients. Additional data is acquired from the processing system, the additional data including an additional observation of the plurality of data parameters. The centering coefficients are adjusted to produce updated adaptive centering coefficients for each of the data parameters in the PCA model. The updated adaptive centering coefficients are applied to each of the data parameters in the PCA model. At least one statistical quantity is determined from the additional data using the PCA model. A control limit is set for the statistical quantity and compared to the statistical quantity.

圖式

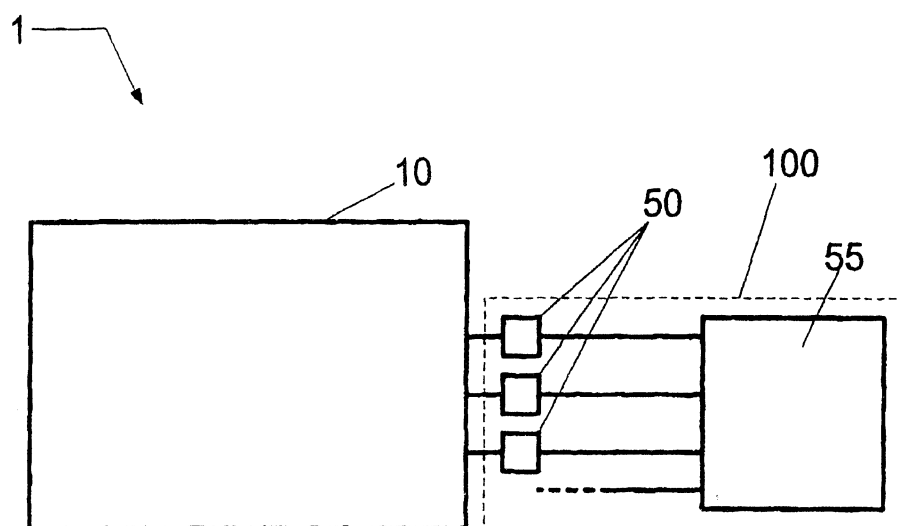


圖 1

圖式

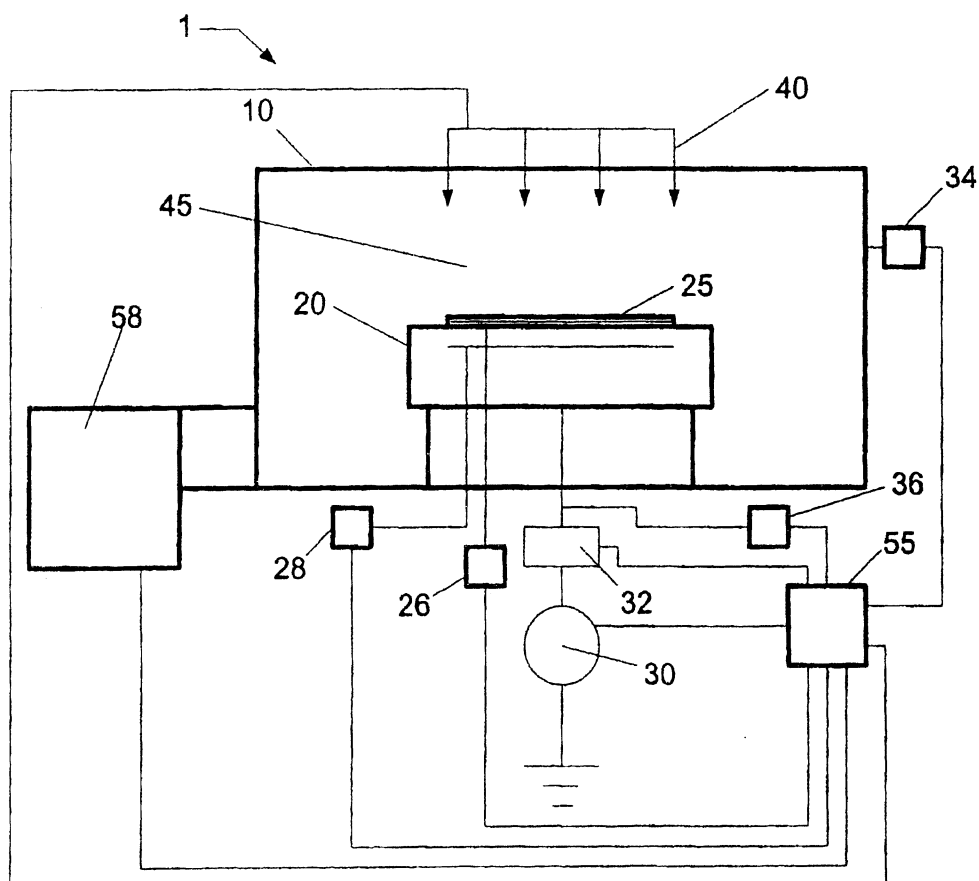


圖 2

圖式

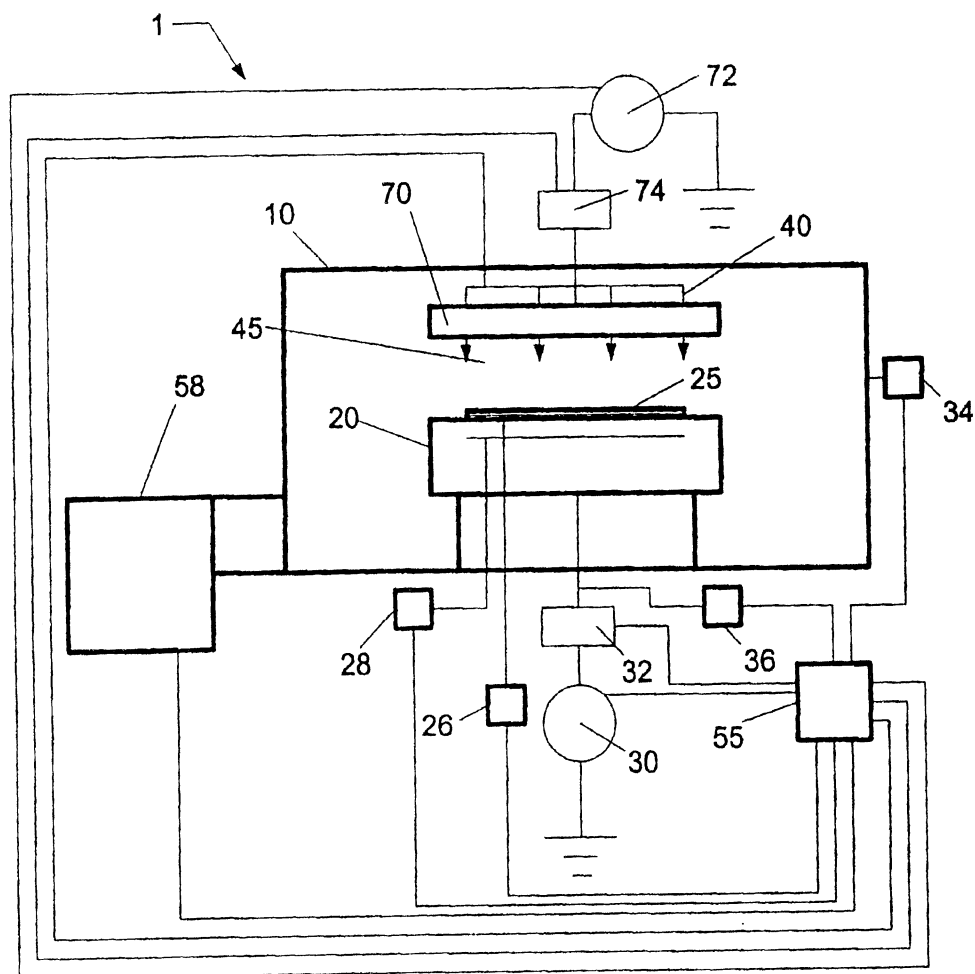


圖 4

圖式

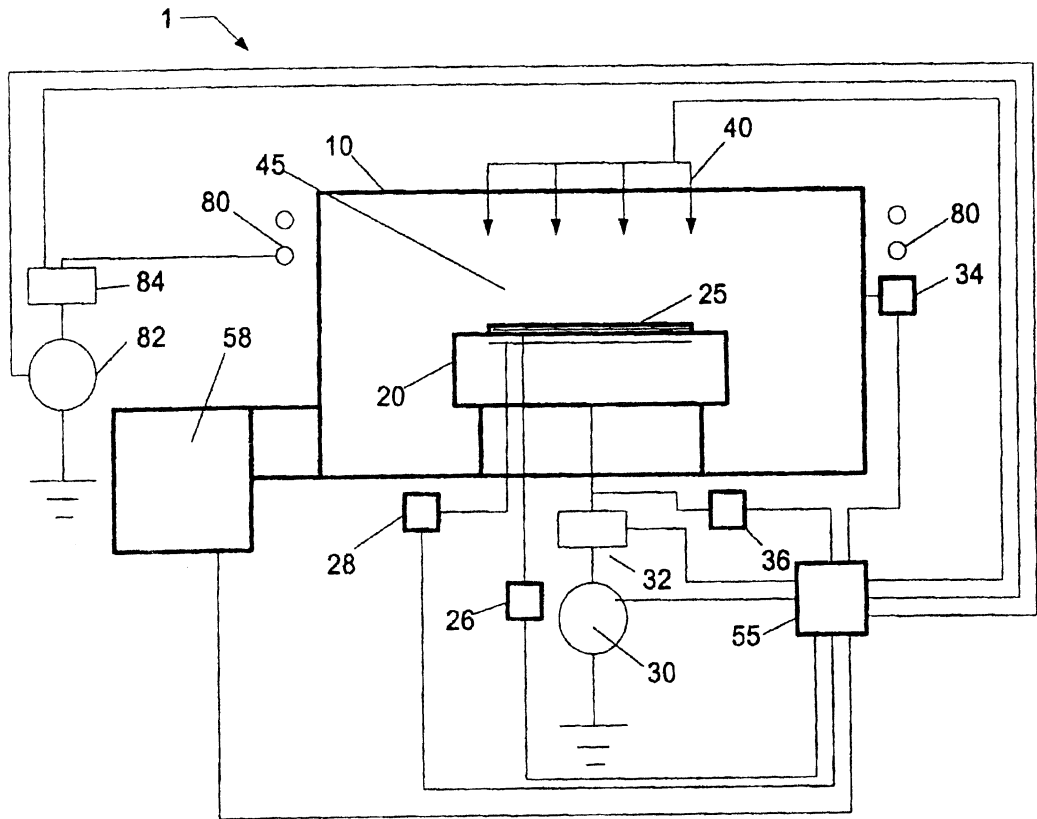


圖 5

圖式

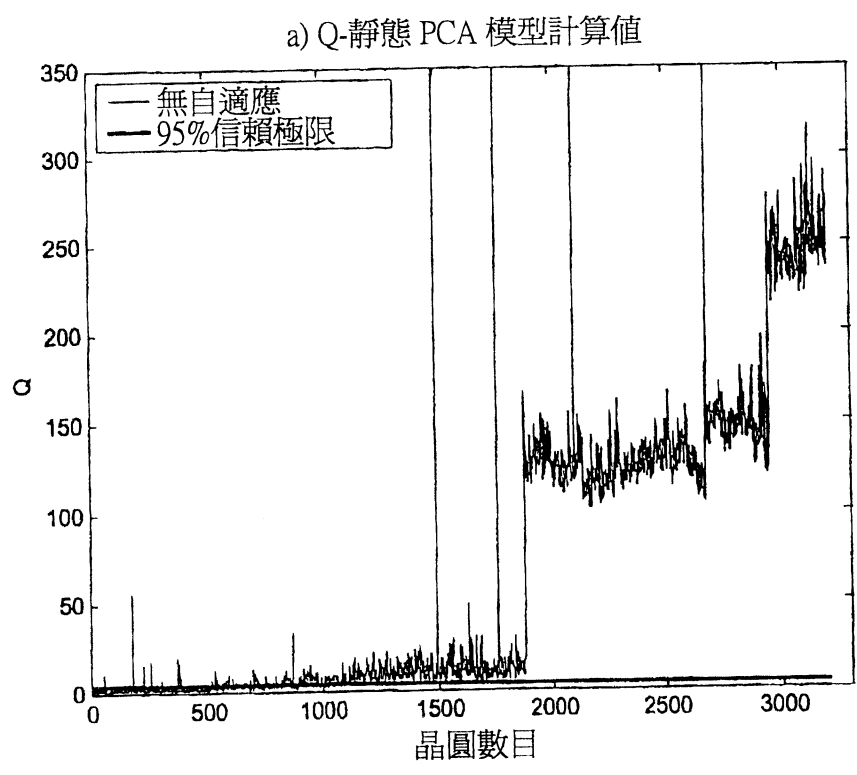


圖 6A

圖式

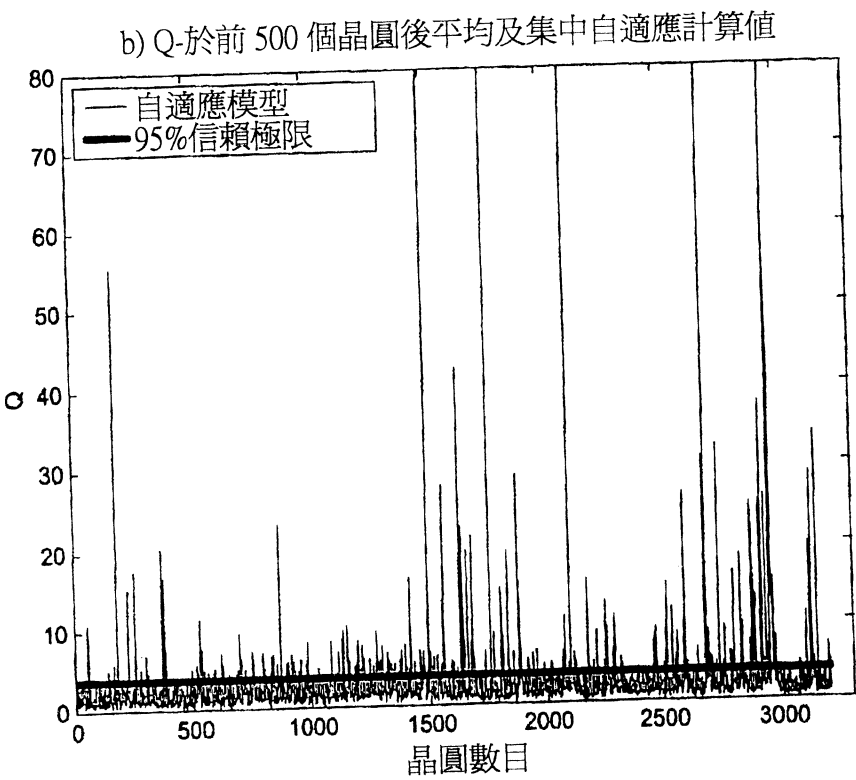


圖 6B

圖式

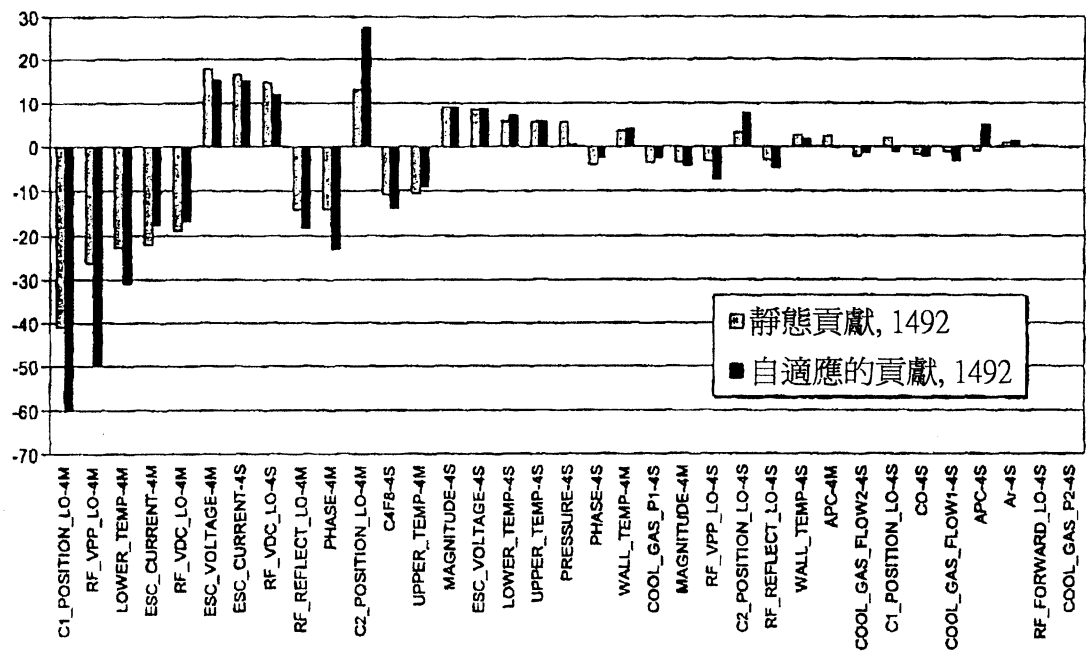


圖 7

圖式

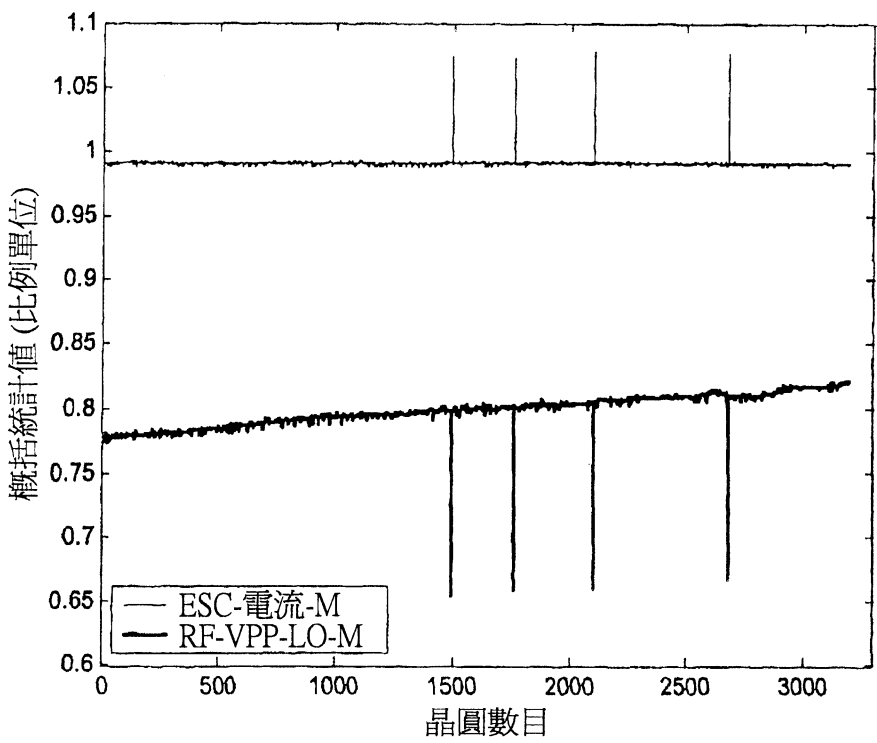


圖 8

圖式

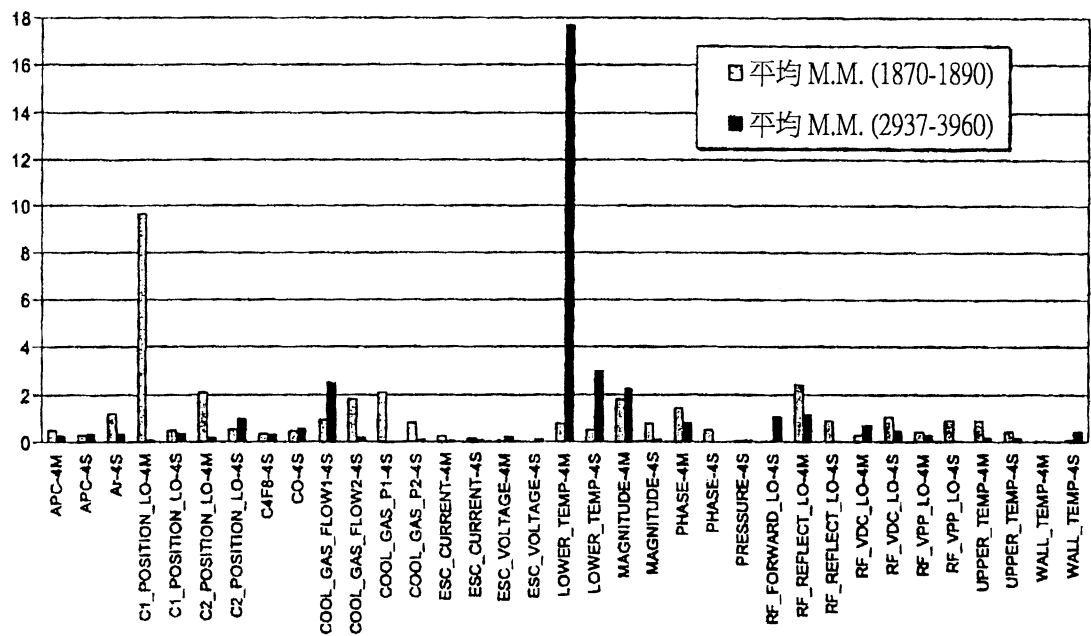


圖 9A

圖式

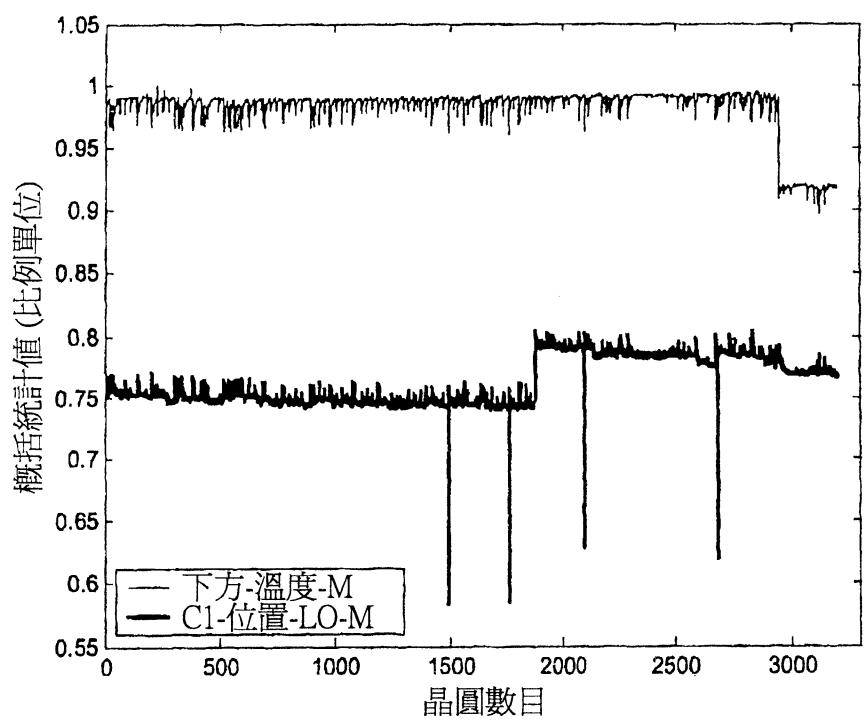


圖 9B

圖式

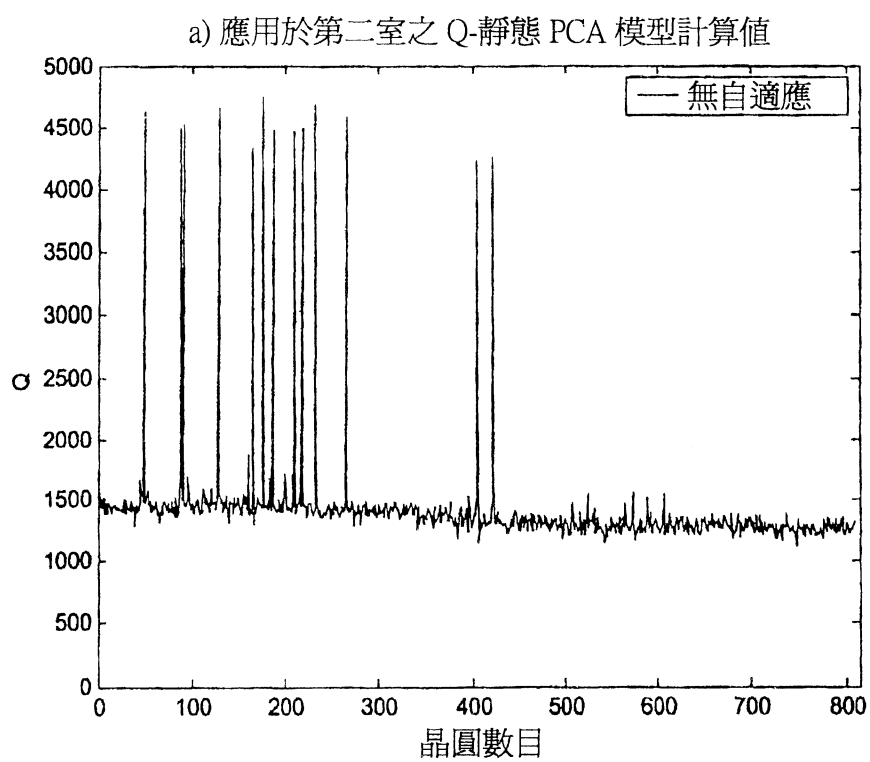


圖 10

圖式

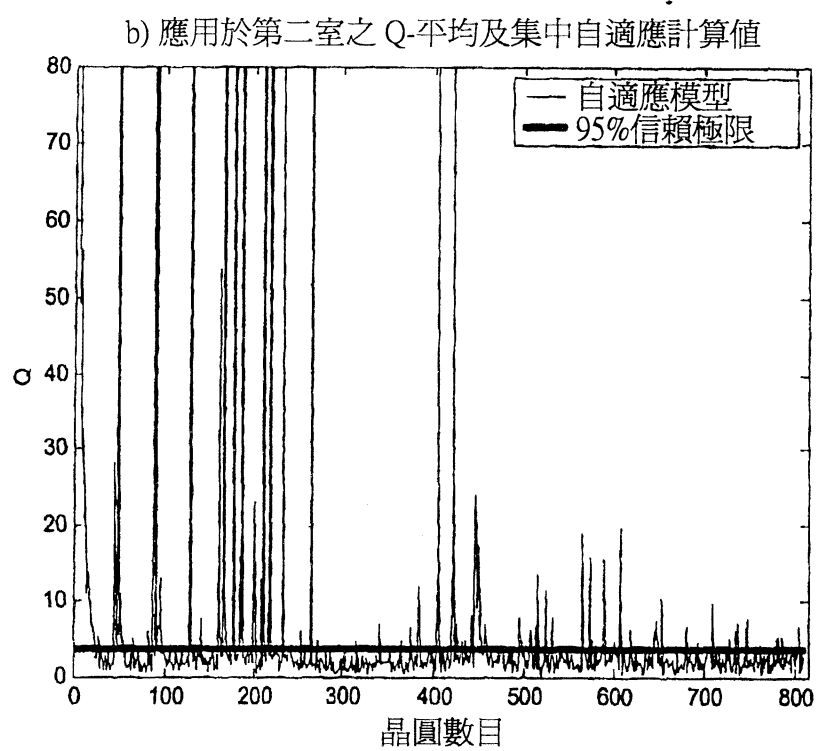


圖 11

圖式

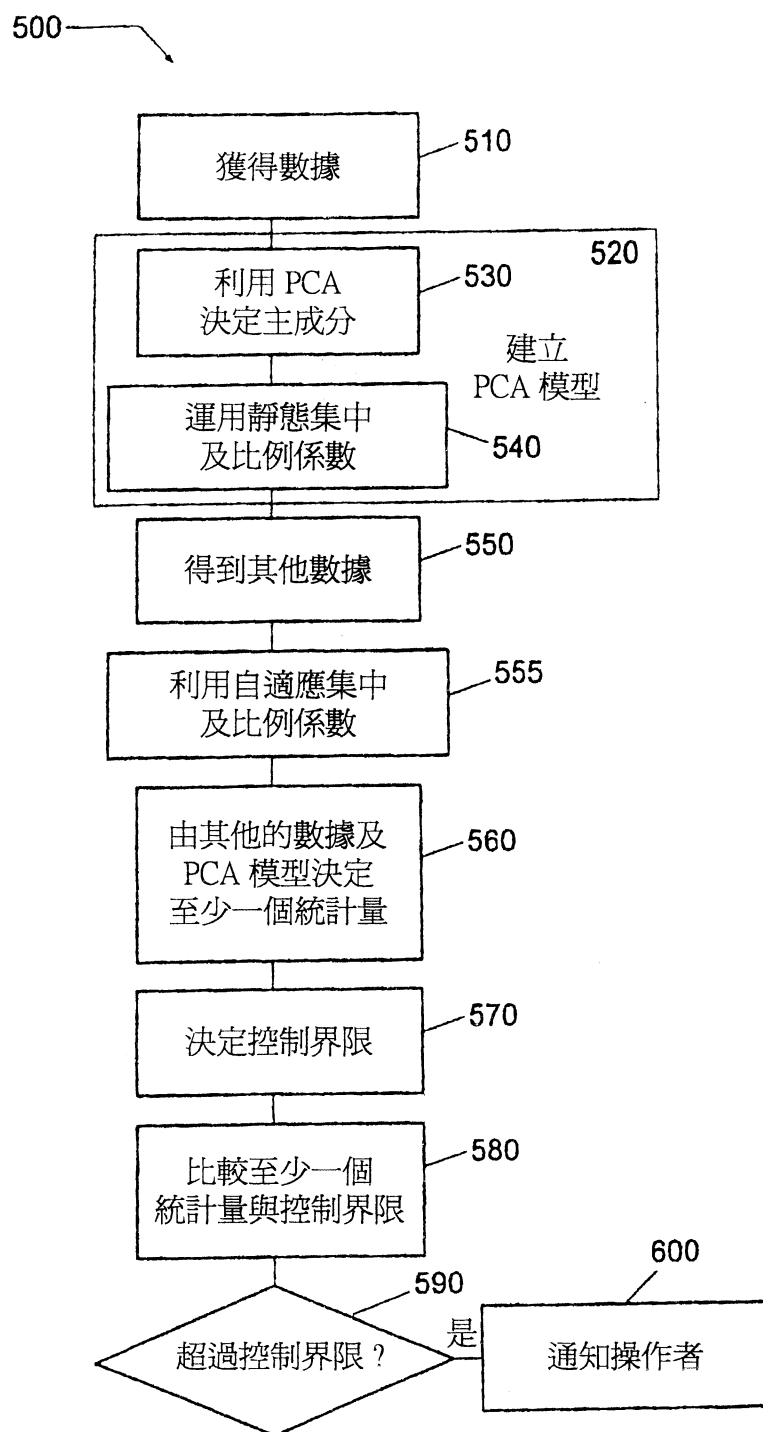


圖 12

圖式

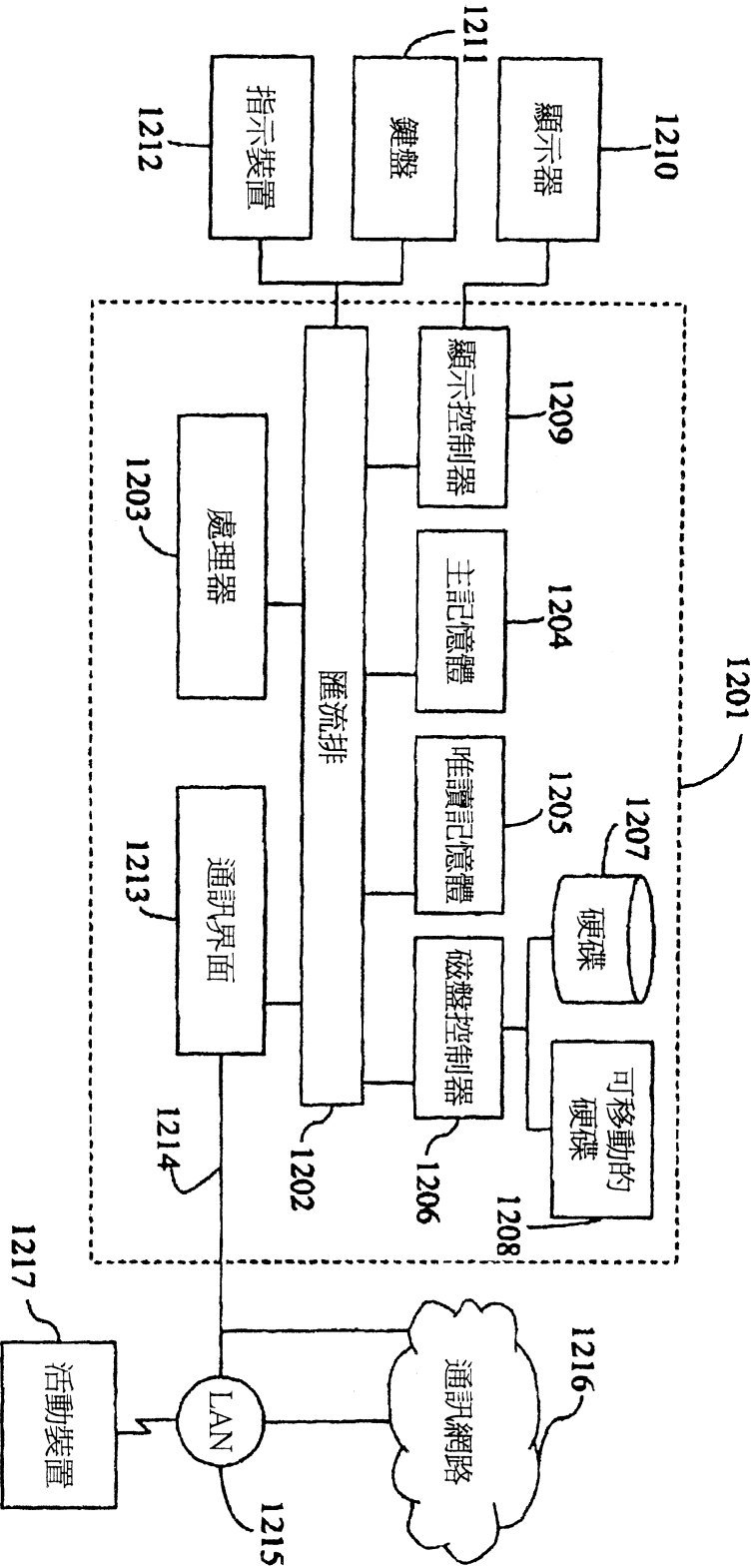


圖 13

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1~ 材料處理系統

10~處理工具

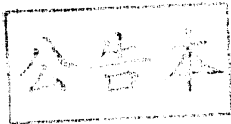
50~感應器

55~控制器

100~處理工作監測系統

八、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、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：93127260

※ 申請日期：93.9.9

※IPC 分類：G05B 13/04, G06F 17/18
H01L 21/00

一、發明名稱：(中文/英文)

監測基板處理系統的方法與系統及該方法與系統中使用之主成分分析法模型

METHOD AND SYSTEM OF MONITORING A SUBSTRATE
PROCESSING SYSTEM AND PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS
MODEL USED THEREIN

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

東京威力科創股份有限公司 / TOKYO ELECTRON LIMITED

代表人：(中文/英文) 佐藤 潔/SATO, KIYOSHI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國 107 東京都港區赤坂五丁目 3 番 6 號 TBS 放送中心

TBS Broadcast Center, 3-6 Akasaka 5-chome, Minato-ku, Tokyo 107,
JAPAN

國 籍：(中文/英文) 日本/JP

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 凱文 A 柴門尼斯/CHAMNESS, KEVIN A.

國 籍：(中文/英文)

1. 美國/US

十、申請專利範圍：

1. 一種於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，其包含有：

由該處理系統獲得多個觀察的數據，該數據包含多個數據參數；

自該數據建立主成分分析法(PCA, principal components analysis)模型，包括集中係數；

由該處理系統獲得其他數據，該其他數據包含有該多個數據參數之其他觀察；

調整該集中係數以產生更新的自適應集中係數於該PCA模型中的各該數據參數；

應用該更新的自適應集中係數至該PCA模型中的各該數據參數；

利用該PCA模型由該其他數據決定至少一個統計量；

對該至少一個統計量設定控制界限；及

比較該至少一個統計量與該控制界限。

2. 如申請專利範圍第1項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，其中該調整該集中係數包含有：

藉由合併各數據參數之自適應集中係數舊值及對該其他觀察之各數據參數的當前值更新各數據參數的自適應集中係數，其中該舊值包含於該多次觀察期間的數據參數平均值。

3. 如申請專利範圍第2項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，其中該合併該自適應集中係數之舊值及對該其他觀察之該數據參數的該當前值包含有：

應用指數加權移動平均數(EWMA, exponentially weighted moving average)濾波器。

4. 如申請專利範圍第3項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，其中該應用該EWMA濾波器包含有：

設定一個加權因子。

5. 如申請專利範圍第 4 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，其中該設定該加權因子包含有：

設定該加權因子為自 0.5 至 1.0 範圍之值。

6. 如申請專利範圍第 5 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，其中該設定該加權因子包含有：

設定該加權因子為自 0.8 至 0.95 範圍之值。

7. 如申請專利範圍第 1 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，其中該應用該更新的自適應集中係數至各該數據參數包含有：

由各該數據參數減去該自適應集中係數。

8. 如申請專利範圍第 1 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，更包含有：

對 PCA 模型決定比例係數；

調整比例係數以產生更新的自適應比例係數於該 PCA 模型中的各該數據參數；及

應用該更新的自適應比例係數至該 PCA 模型中的各該數據參數。

9. 如申請專利範圍第 8 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，其中該調整該比例係數包含有：

運用遞歸的標準差濾波器，該濾波器合併對各數據參數之自適應比例係數之舊值、對該其他觀察之各數據參數的當前值、及對各數據參數之自適應集中係數的舊值，

其中該自適應比例係數之該舊值包含有於該多次觀察期間的該數據參數之標準差及該自適應集中係數之該舊值包含有於該多次觀察期間的該數據參數之平均值。

10. 如申請專利範圍第 9 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，其中該運用該遞歸的標準差濾波器包含有設定一個濾波器常數。

11. 如申請專利範圍第 1 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，其中該應用該更新的自適應比例係數至各該數據參數包含有將各該數據參數除以該更新的比例係數。

12. 如申請專利範圍第 1 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，其中該建立該 PCA 模型包含有：利用主成分分析法對該多個觀察決定該數據之一或多個主成分。

13. 如申請專利範圍第 1 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，更包含有：

當該至少一個統計量超過該控制界限時，偵測處理失誤已發生。

14. 如申請專利範圍第 1 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，其中該多個數據參數包含有電容器位置、向前無線電頻率 (RF, radio frequency) 功率、反射 RF 功率、電壓、電流、位相、阻抗、RF 峰至峰電壓、RF 自感應的直流電偏壓、室壓、氣體流速、溫度、背部氣壓、背部氣體流速、靜電鉗夾電壓、靜電鉗夾電流、聚焦圈環厚度、RF 小時、處理步驟期間、聚焦圈環 RF 小時、發射光譜、及 RF 諧波之其中至少一者。

15. 如申請專利範圍第 1 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，其中該多個數據參數包含有瞬間值、時間平均、標準差、第三個時刻、第四個時刻、及變異之其中至少一者。

16. 如申請專利範圍第 1 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，其中該統計量包含有 Q-統計及賀德臨(Hotelling) T^2 參數之其中至少一者。

17. 如申請專利範圍第 1 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，更包含有：

經由內部網路及網際網路其中至少一者存取該數據、該其他數據、該自適應集中係數、該至少一個統計量、及該控制界限之其中至少一者。

18. 如申請專利範圍第 8 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的處理系統之監測方法，更包含有：

經由內部網路及網際網路其中至少一者存取該自適應比例係數。

19. 一種在用以監測於半導體製造過程期間處理一基板的處理系統之改良之主成分分析法(PCA, principal components analysis)模型，其改良包含：

一個自適應集中係數對特定數據參數之當前觀察期間之各數據參數；

該自適應集中係數合併該自適應集中係數舊值及對該當前觀察之該數據參數的當前值，其中該舊值包含有於該當前觀察前多次觀察期間的數據參數平均值。

20. 如申請專利範圍第 19 項之改良之主成分分析法模型，其中該合併該自適應集中係數舊值及對該當前觀察之該數據參數的該當前值包含有應用指數加權移動平均數(EWMA, exponentially weighted moving average)濾波器。

21. 如申請專利範圍第 20 項之改良之主成分分析法模型，其中該應用該 EWMA 濾波器包含有設定一個加權因子。

22. 如申請專利範圍第 21 項之改良之主成分分析法模型，其中該設定該加權因子包含有設定該加權因子為自 0 至 1 範圍之值。

23. 如申請專利範圍第 22 項之改良之主成分分析法模型，其中該設定該加權因子包含有設定該加權因子為自 0.8 至 0.95 範圍之值。

24. 如申請專利範圍第 19 項之改良之主成分分析法模型，更包含有：

一個自適應比例係數對特定數據參數之當前觀察期間之各數

據參數；

該自適應比例係數包含有運用實際遞歸的標準差公式，該公式合併自適應比例係數之舊值、對該當前觀察之各數據參數的當前值、及自適應集中係數的舊值，

其中該自適應比例係數之該舊值包含有於該當前觀察前之多次觀察期間的該數據參數之標準差及該自適應集中係數之該舊值包含有於該當前觀察前之多次觀察期間的該數據參數平均值。

25.一種於半導體製造過程期間用以處理一基板之處理系統，包含有：

一個處理工具；及

一個處理性能監測系統連結至該處理工具，包含有多個感應器連結至該處理工具及一個控制器連結至該多個感應器及該處理工具，

其中該控制器包括：

用以自該多個感應器獲得多個觀察之工具，該數據包含有多個數據參數，

用以自該數據建立主成分分析法(PCA, principal components analysis)模型之工具，包括集中係數，

用以由該多個感應器獲得其他數據之工具，

用以調整該集中係數以產生更新的自適應集中係數於各該數據參數之工具，

用以應用該更新的自適應集中係數至該PCA模型中的各該數據參數之工具，

用以利用該PCA模型由該其他數據決定至少一個統計量之工具，

用以對該至少一個統計量設定控制界限之工具，及

用以比較該至少一個統計量與該控制界限之工具。

26.如申請專利範圍第 25 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板之處理系統，其中用以調整該集中係數之該工具包含有：

用以合併各數據參數之自適應集中係數舊值及對該其他觀察之各數據參數的當前值之工具，其中該舊值包含於該多次觀察期間的數據參數平均值。

27.如申請專利範圍第 25 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板之處理系統，更包含有：

用以對 PCA 模型決定比例係數之工具；

用以調整比例係數以產生更新的自適應比例係數於該 PCA 模型中的各該數據參數之工具；及

用以應用該更新的自適應比例係數至該 PCA 模型中的各該數據參數之工具。

28. 如申請專利範圍第 27 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板之處理系統，其中用以調整該比例係數之該工具包含有：

用以運用遞歸的標準差濾波器至該自適應比例係數之工具，該濾波器合併對各數據參數之自適應比例係數之舊值、對該其他觀察之各數據參數的當前值、及對各數據參數之自適應集中係數的舊值，

其中該自適應比例係數之該舊值包含有於該多次觀察期間的該數據參數之標準差及該自適應集中係數之該舊值包含有於該多次觀察期間的該數據參數之平均值。

29.如申請專利範圍第 25 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板之處理系統，更包含有：

用以存取該數據、該其他數據、該自適應集中係數、該至少一個統計量、及該控制界限之其中至少一者之工具。

30.如申請專利範圍第 29 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板之處理系統，其中用以存取之該工具包含有內部網路及網際網路其中至少一者。

31. 如申請專利範圍第 27 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板之處理系統，更包含有：

用以存取該數據、該其他數據、該自適應集中係數、該自適

應比例係數、該至少一個統計量、及該控制界限之其中至少一者之工具。

32.如申請專利範圍第 31 項之於半導體製造過程期間用以處理一基板之處理系統，其中用以存取之該工具包含有內部網路及網際網路其中至少一者。

33.一種處理性能監測系統，用以於半導體製造過程期間監測用以處理一基板之處理系統，其包含有：

多個感應器連結至該處理系統；及

一個控制器連結至該多個感應器及該處理系統，

其中該控制器包括：

用以自該多個感應器獲得多個觀察之工具，該數據包含有多個數據變數，

用以自該多個感應器獲得多個觀察之工具，該數據包含有多個數據參數，

用以自該數據建立主成分分析法(PCA, principal components analysis)模型之工具，包括集中係數，

用以由該多個感應器獲得其他數據之工具，

用以自該多個感應器獲得其他數據之工具，

用以調整該集中係數以產生更新的自適應集中係數於各該數據參數之工具，

用以應用該更新的自適應集中係數至該PCA模型中的各該數據參數之工具，

用以利用該PCA模型由該其他數據決定至少一個統計量之工具，

用以對該至少一個統計量設定控制界限之工具，及

用以比較該至少一個統計量與該控制界限之工具。

34.如申請專利範圍第 33 項之處理性能監測系統，其中用以調整該集中係數之該工具包含有：

用以合併各數據參數之自適應集中係數舊值及對該其他觀察

之各數據參數的當前值之工具，

其中該舊值包含於該多次觀察期間的數據參數平均值。

35.如申請專利範圍第 33 項之處理性能監測系統，更包含有：

用以對 PCA 模型決定比例係數之工具；

用以調整比例係數以產生更新的自適應比例係數於該 PCA 模型中的各該數據參數之工具；及

用以應用該更新的自適應比例係數至該 PCA 模型中的各該數據參數之工具。

36. 如申請專利範圍第 35 項之處理性能監測系統，其中用以調整該比例係數之該工具包含有：

用以運用遞歸的標準差濾波器至該自適應比例係數之工具，

該濾波器合併對各數據參數之自適應比例係數之舊值、對該其他觀察之各數據參數的當前值、及對各數據參數之自適應集中係數的舊值，

其中該自適應比例係數之該舊值包含有於該多次觀察期間的該數據參數之標準差及該自適應集中係數之該舊值包含有於該多次觀察期間的該數據參數之平均值。

37.如申請專利範圍第 33 項之處理性能監測系統，更包含有：

用以存取該數據、該其他數據、該自適應集中係數、該至少一個統計量、及該控制界限之其中至少一者之工具。

38.如申請專利範圍第 37 項之處理性能監測系統，其中用以存取之該工具包含有內部網路及網際網路其中至少一者。

39. 如申請專利範圍第 35 項之處理性能監測系統，更包含有：

用以存取該數據、該其他數據、該自適應集中係數、該自適應比例係數、該至少一個統計量、及該控制界限之其中至少一者之工具。

40.如申請專利範圍第 39 項之處理性能監測系統，其中用以存取之該工具包含有內部網路及網際網路其中至少一者。

41. 一種於半導體製造過程期間用以處理一基板的第一個處

理系統之監測方法，其包含有：

由第二個處理系統獲得多個觀察的數據，該數據包含多個數據參數；

自該第二個處理系統之該數據建立主成分分析法(PCA, principal components analysis)模型，包括集中係數；

由該第一個處理系統獲得其他數據，該其他數據包含有該多個數據參數之其他觀察；

調整該集中係數以產生更新的自適應集中係數於該PCA模型中的各該數據參數；

應用該更新的自適應集中係數至該PCA模型中的各該數據參數；

利用該PCA模型由該其他數據決定至少一個統計量；

對該至少一個統計量設定控制界限；及

比較該至少一個統計量與該控制界限。

42. 如申請專利範圍第41項之於半導體製造過程期間用以處理一基板的第一個處理系統之監測方法，更包含有：

對PCA模型決定比例係數；

調整比例係數以產生更新的自適應比例係數於該PCA模型中的各該數據參數；及

應用該更新的自適應比例係數至該PCA模型中的各該數據參數。

43. 一種於處理系統中多個基板運作期間發生的處理失誤之分級方法，其包含有：

於該多個基板運作內監測來自該處理系統之多個數據參數；

利用多變項分析法於該多個基板運作內鑑定失誤基板運作，其中處理失誤發生；

選擇該失誤基板運作之前的第一個基板運作；

計算於該第一個基板運行期間各個該多個數據參數之第一組平均值；

選擇於該失誤基板運作後第二個基板運作；

計算於該第二個基板運行期間各個該多個數據參數之第二組平均值；

決定對各個該多個數據參數之該第二組平均值及該第一組平均值之間多組差異的絕對值；

計算於該第一個基板運作及該第二個基板運作之其中至少一者的期間各個該多個數據參數之多個標準差；

由各個該多個數據參數之該多個標準差正規化該多個差異；

決定該正規化差異之最大值；及

於該多個數據參數之中鑑定相對應於該差異之該最大值的數據參數。

44. 如申請專利範圍第 43 項之於處理系統中多個基板運作期間發生的處理失誤之分級方法，其中於該第一個基板運行期間對各個該多個數據參數的各該第一組平均值之該計算包含有：

合併各數據參數之第一個舊平均值及對該第一個基板運作之各數據參數的當前值，

其中該第一個舊平均值包含於該第一個基板運行前的基板運作期間數據參數平均值，及於該第二個基板運行期間對各個該多個數據參數的各該第二組平均值之該計算包含有合併各數據參數之第二個舊平均值及對該第二個基板運作之各數據參數的當前值，

其中該第二個舊平均值包含於該第二個基板運行前的基板運作期間數據參數之平均值。

45. 如申請專利範圍第 44 項之於處理系統中多個基板運作期間發生的處理失誤之分級方法，其中該合併該第一個舊平均值及於該第一個基板運作期間該數據參數的該當前值及該合併該第二個舊平均值及於該第二個基板運作期間該數據參數的該當前值包含有：

應用指數加權移動平均數（EWMA, exponentially weighted

moving average) 濾波器。

46. 一種於處理系統中多個基板運作期間發生的處理失誤之分級方法，其包含有：

於該多個基板運作內監測來自各基板運作的該處理系統之多個數據參數；

利用多變項分析法於該多個基板運作內鑑定失誤基板運作，其中該處理失誤發生；

選擇該失誤基板運作之前的第一個基板運作；

計算於該第一個基板運行期間各個該多個數據參數之第一組標準差；

選擇於該失誤基板運作後之第二個基板運作；

計算於該第二個基板運行期間各個該多個數據參數之第二組標準差；

決定對各個該多個數據參數之該第二組標準差及該第一組標準差之間多組差異的絕對值；

計算於該第一個基板運作及該第二個基板運作之其中一者的期間各個該多個數據參數之多個平均值；

由各個該多個數據參數之該多個平均值正規化該多個差異；

決定該正規化差異之最大值；及

於該多個數據參數之中鑑定相對應於該差異之該最大值的數據參數。

47. 一種電腦可讀媒體，包含有用以於一電腦系統上執行的程式指令，當其由電腦系統執行時，造成電腦系統進行下列步驟：

由一處理系統獲得多個觀察的數據，該數據包含多個數據參數；

自該數據建立主成分分析法(PCA, principal components analysis)模型，包括集中係數；

由該處理系統獲得其他數據，該其他數據包含有該多個數據參數之其他觀察；

調整該集中係數以產生更新的自適應集中係數於該PCA模型中的各該數據參數；

應用該更新的自適應集中係數至該PCA模型中的各該數據參數；

利用該PCA模型由該其他數據決定至少一個統計量；

對該至少一個統計量設定控制界限；及

比較該至少一個統計量與該控制界限。

48. 一種電腦可讀媒體，包含有用以於電腦系統上執行的程式指令，當其由電腦系統執行時，造成電腦系統進行下列步驟：

由第二個處理系統獲得多個觀察的數據，該數據包含多個數據參數；

自該第二個處理系統的該數據建立主成分分析法(PCA, principal components analysis)模型，包括集中係數；

由第一個處理系統獲得其他數據，該其他數據包含有該多個數據參數之其他觀察；

調整該集中係數以產生更新的自適應集中係數於該PCA模型中的各該數據參數；

應用該更新的自適應集中係數至該PCA模型中的各該數據參數；

利用該PCA模型由該其他數據決定至少一個統計量；

對該至少一個統計量設定控制界限；及

比較該至少一個統計量與該控制界限。

49. 一種電腦可讀媒體，包含有用以於電腦系統上執行的程式指令，當其由電腦系統執行時，造成電腦系統進行下列步驟：

於該多個基板運作內監測來自各基板運作的處理系統之多個數據參數；

利用多變項分析法於該多個基板運作內鑑定失誤基板運作，其中該處理失誤發生；

選擇該失誤基板運作之前的第一個基板運作；

計算於該第一個基板運行期間各個該多個數據參數之第一組平均值；

選擇於該失誤基板運作後第二個基板運作；

計算於該第二個基板運行期間各個該多個數據參數之第二組平均值；

決定對各個該多個數據參數之該第二組平均值及該第一組平均值之間多組差異的絕對值；

計算於該第一個基板運作及該第二個基板運作之其中至少一者的期間各個該多個數據參數之多個標準差；

由各個該多個數據參數之該多個標準差正規化該多個差異；

決定該正規化差異之最大值；及

於該多個數據參數之中鑑定相對應於該差異之該最大值的數據參數。

50. 一種電腦可讀媒體，包含有用以於電腦系統上執行的程式指令，當其由電腦系統執行時，造成電腦系統進行下列步驟：

於該多個基板運作內監測來自各基板運作的該處理系統之多個數據參數；

利用多變項分析法於該多個基板運作內鑑定失誤基板運作，其中該處理失誤發生；

選擇該失誤基板運作之前的第一個基板運作；

計算於該第一個基板運行期間各個該多個數據參數之第一組標準差；

選擇於該失誤基板運作後之第二個基板運作；

計算於該第二個基板運行期間各個該多個數據參數之第二組標準差；

決定對各個該多個數據參數之該第二組標準差及該第一組標準差之間多組差異的絕對值；

計算於該第一個基板運作及該第二個基板運作之其中一者的期間各個該多個數據參數之多個平均值；

由各個該多個數據參數之該多個平均值正規化該多個差異；
決定該正規化差異之最大值；及
於該多個數據參數之中鑑定相對應於該差異之該最大值的數據參數。