

【發明說明書】

【中文發明名稱】電漿處理系統中之溫度控制用系統及方法

【英文發明名稱】SYSTEM AND METHOD FOR TEMPERATURE CONTROL IN PLASMA PROCESSING SYSTEM

【技術領域】

【0001】 [相互參考之相關申請案] 本申請案主張2016年3月22日申請之名為「System and Method for Temperature Control in Plasma Processing System」的美國專利臨時申請案US 62/311,571為優先權母案，將其所有內容包含於此作為參考。

【0002】 本申請案係關於電漿製程系統。

【先前技術】

【0003】 在半導體業界中製造積體電路(IC)通常使用電漿製程產生並協助自電漿製程室內之基板移除材料及沉積材料至基板所需的表面化學。電漿製程設備的實例包含用以在基板上沉積薄膜的電漿 CVD(化學氣相沉積)設備及用以自基板移除材料(可包含使用蝕刻遮罩定義移除材料用的區域)的電漿蝕刻設備。一般而言，此類電漿製程設備在真空條件下藉著使製程氣體流至製程室中並將電子加熱至足以維持離子化碰撞的能量而形成電漿。又，經加熱的電子可具有足以維持解離碰撞的能量，因此選定在預定條件(如腔室壓力、氣體流率等)下的特定氣體組合以產生適合用於製程室內所進行之特定製程(如自基板移除材料之蝕刻製程、或將材料添加至基板的沉積製程)的一群帶電的物種及/或化學反應性物種。

【發明內容】

【0004】 電漿製程系統內受到處理之基板的溫度控制會影響被施行於基板上之特定電漿製程的均勻度。例如，基板溫度的局部差異可產生基板各處之蝕刻率或沉積率的局部差異，這會導致不均勻的蝕刻或沉積。能精準地在電漿製程期間控制溫度分佈可在基板的工作表面上造成高精準度的製程，藉此成功地完成製造半導體裝置用的步驟(蝕刻孔洞、形成薄膜等)。

【0005】 基板常利用靜電夾頭(ESC)而被夾置至基板支撐件。靜電夾頭藉著施加電壓至夾頭電極而靜電地影響基板。某些靜電夾頭具有嵌入加熱器，因此靜電夾頭的表面溫度可經由加熱器的熱產生而快速地改變。例如，複數加熱器可被嵌入至基板支撐件內並被區分為能獨立控制的兩或更多區域。接著可利用此些加熱區域來進行溫度控制。然而，即便具有獨立加熱器的複數區域，溫度控制可能仍是困難的，尤其是因為受到蝕刻的特徵部比靜電夾頭上或嵌於其內的獨立加熱的區域小了數個數量級。

【0006】 文中的技術包含在電漿製程系統中橫跨基板之溫度分佈控制用的系統及方法。一實施例包含具有溫度控制的一種電漿製程系統。此電漿製程系統包含：一製程室；一氣體輸送系統，用以將一或多種製程氣體輸送至該製程室的一基板製程區域；及一基板支撐組件，用以在電漿製程期間將一基板支撐於該基板製程區域中。一電漿產生器係耦合至該製程室並用以在該基板製程區域中產生電漿。一第一加熱機構係位於該基板支撐組件內並用以在該基板受到該基板支撐組件支撐時加熱該基板。一第二加熱機構包含一數位投射系統，該數位投射系統係用以將一電磁輻射圖案投射穿過該基板並到達該基板支撐組件上。該數位投射系統係用以空間上動態地調整該電磁輻射圖案。該數位投射系統係用以投射能穿過彷彿透明的半導體材料之一電磁輻射之預定波長範圍內的該電磁輻射圖案。該基板支撐組件包含一吸收材料，該吸收材料吸收該預定

波長範圍內的電磁輻射以空間上選擇性地增強每一投射點位置處的該基板的加熱。

【0007】 另一實施例包含一種基板製程方法。此方法包含：識別一基板的一關鍵尺寸標誌；將該基板放置到一電漿製程室內的一支撐組件上；在一電漿蝕刻或沉積製程期間利用位於該基板支撐組件內的一第一加熱機構加熱該基板；及藉著將一紅外光圖案投射穿過該基板並到達該基板支撐組件而修改該基板支撐組件的一空間溫度輪廓。該紅外光圖案係由一數位投射系統所投射，該數位投射系統係用以基於該關鍵尺寸標誌空間上動態地調整該紅外光圖案。

【0008】 因此，此類溫度控制可在蝕刻或沉積製程期間提供均勻溫度控制或提供一偏差溫度輪廓以校正非均勻關鍵尺寸。

【0009】 當然，文中所述之不同步驟的討論順序係基於清楚的目的呈現。一般而言，此些步驟可以任何適當的順序進行。此外，雖然文中之不同特徵、技術、結構等的每一者係於本說明書的不同處討論，但本發明人意使此些概念中的每一者可彼此獨立地執行或可彼此結合。因此，本發明可以許多不同的方式體現及看待。

【0010】 應注意，本發明內容部分不會具體說明本發明或申請專利範圍之每一實施例及／或新增的新穎態樣。而是，本發明內容部分僅提供不同實施例的初步討論及相對於傳統技術之對應新穎觀點。對於本發明及實施例的額外細節及／或可能觀點，讀者可至下面將更進一步討論的實施方式部分及對應圖示。

【圖式簡單說明】

【0011】 參考下面對照附圖的詳細說明將可輕易瞭解本發明之實施例的更完整內容及許多伴隨的優點。圖示毋需顯示真實比例而是聚焦於例示特徵、

理論、及概念。

【0012】 圖 1 為文中所述之例示性電漿製程系統的橫剖面概圖。

【0013】 圖 2 為一基板區段的橫剖面概圖，其顯示根據文中所揭露之實施例的溫度控制。

【0014】 圖 3 為一基板區段的橫剖面概圖，其顯示根據文中所揭露之實施例的溫度控制。

【0015】 圖 4 為根據文中所揭露之實施例之一電漿製程系統的橫剖面概圖。

【0016】 圖 5 為一基板的上視圖，其顯示根據文中所揭露之實施例的溫度控制。

【0017】 圖 6 為根據文中所揭露之實施例之一電漿製程系統的橫剖面概圖。

【0018】 圖 7 為根據文中所揭露之實施例之一電漿製程系統的橫剖面概圖。

【0019】 圖 8 為根據文中所揭露之實施例之一電漿製程系統的橫剖面概圖。

【0020】 圖 9 為根據文中所揭露之實施例之一電漿製程系統的橫剖面概圖。

【0021】 圖 10 之流程圖顯示根據文中所揭露之實施例之一例示性製程。

【實施方式】

【0022】 文中技術包含橫跨基板之溫度分佈之精細控制用的系統及方法。此類技術可用以提供均勻的空間溫度分佈、或經偏差的空間溫度分佈以改善基板如半導體晶圓的電漿製程及/或校正特定基板的特性。一實施例包含具有溫度

控制的電漿製程系統。文中的溫度控制系統包含用以加熱基板的一主加熱機構及精準地修改橫跨正在受到處理之基板之空間溫度分佈的一次要加熱機構。此溫度修改可包含藉著修改基板支撐組件的空間溫度而間接修改基板溫度、或直接修改基板的內部溫度或表面溫度。

【0023】 現參考圖 1，其例示根據文中實施例之具有溫度控制之微波電漿製程設備的橫剖面概圖。應注意，為了便於說明實施例，主要參考微波電漿製程系統。然而，文中的技術可類似地體現於任何其他類型的電漿製程系統中如感應耦合電漿系統、電容耦合電漿系統、及其他傳統的電漿製程系統。換言之，文中的加熱或熱修改技術可應用至任何此些電漿製程系統。

【0024】 文中的電漿製程系統包含製程室 101。製程室 101 定義製程容器，製程容器提供生成電漿用的製程空間 PS。在半導體製造中的典型電漿製程受惠於低壓或真空條件。是以，製程室 101 可提供足以支持大氣或真空條件的一製程空間。氣體輸送系統係用以將一或多種製程氣體輸送至製程室 101 的基板製程區域。例如，製程氣體供給系統 180 可將一或多種製程氣體輸送至製程空間 PS。電漿產生器係耦合至製程室 101 並用以在基板製程區域中產生電漿。例如，可藉著將射頻功率耦合至被輸送至製程空間 PS 的製程氣體以產生電漿。

【0025】 基板支撐組件 140 係用以在電漿製程期間將基板支撐於該基板製程區域中。基板支撐組件可包含支撐銷、靜電夾頭、基座等中的任何者。第一加熱機構係位於基板支撐組件 140 內並用以在基板 W 受到基板支撐組件 140 支撐時加熱基板 W。例如，一或多個電阻加熱器或加熱元件可被包含於基座 112 中以電方式提供加熱。在某些實施例中，加熱元件可以區域如同心區域或格狀區域方式排列。第一加熱機構亦可包含使流體在基板支撐組件內循環以助於維持在期望溫度的流體循環器。第一加熱機構藉著與基板支撐組件 140 接觸及/或熱傳輸氣體而將熱供給至基板。某些電漿製程系統在特定基板與支撐組件間維

持間隙並仰賴在間隙內流動的氣體(如氮氣)將熱自基板支撐組件 140 傳輸至基板 W。

【0026】 文中的電漿製程系統包含第二加熱機構。第二加熱機構包含數位投射系統 190，數位投射系統 190 係用以將一電磁輻射圖案投射穿過基板 W 並到達該基板支撐組件 140 上。數位投射系統係用以空間上動態地調整被投射的該電磁輻射圖案。數位投射系統 190 係用以投射能穿過彷彿透明的半導體材料之電磁輻射之預定波長範圍內的電磁輻射圖案。基板支撐組件 140 可包含吸收材料，吸收材料吸收預定波長範圍內的電磁輻射以空間上選擇性地增加每一投射點位置處之基板 W 的加熱。或者，選擇基板支撐組件 140 的材料，使其吸收此類電磁輻射。例如，數位投射系統 190 可利用雷射檢流計、光柵閥、數位光處理(DLP)晶片等將影像投射穿過基板 W。影像可利用掃描類型的投射逐行投射、或利用 DLP 型影像投射一次全部投射。數位投射系統 190 可藉由窗 126 接取基板 W。應注意，可使用用以自特定光源輸送針對位置特定強度且可動態改變可投射區域內之任何特定位置處之光強度的任何光學操縱裝置。例如，此類額外的裝置可包含聲學光學調制設備、微機電(MEM)鏡、氣動控制系統、或壓電系統。

【0027】 電磁輻射的預定波長範圍可為紅外線(IR)輻射。例如，紅外線範圍可為 1080 奈米波長至 3 微米波長的光。此特定範圍可被稱為長波長 IR。當瞭解，此類數位投射(影像投射)可產生基板支撐組件之每平方公分大於 100 個溫度調整區域。每單位面積之特定數目的調整區域係基於特定 DLP 晶片的解析度、或特定雷射束與檢流計組合的寬度/直徑。因此，當選定較高解析度的投射系統時可達到更精細的溫度控制。

【0028】 現參考圖 2，一基板區段的橫剖面圖例示數位投射系統 190 加熱基板支撐組件 140。應注意，數位投射系統 190 投射光圖案 191 穿過基板 W 並

到達基板支撐組件 140 上。因此，光圖案 191 所載帶的能量穿過彷彿透明(或大部分透明的)基板 W，因為基板 W 對於被投射的特定波長而言是透明的(或對於被投射的波長的大部分而言是透明的)。被投射的能量在穿過基板 W 後會接著會以熱的形式被傳遞至基板支撐組件 140 中。某些波長可穿過某些材料就像這些材料是透明的。例如，半導體製造中的基板(晶圓)通常是由矽所製成。矽對於長波長 IR 而言大部分是透明的。換言之，具有大於預定長度之波長的 IR 會以量子穿隧機制穿過基板的矽材料然後將其能量丟至位在基板下方的基板支撐件(如夾頭)中。換言之，某些 IR 將以與其投射角度相同的角度穿過矽材料，接著以震動躍遷聯級的方式將其能量逸散至夾頭中。

【0029】 典型的半導體基板主要包含矽並具有複數裝置 106 位於基板 W 的工作表面上。複數裝置 106 可包含在製造之各種階段中的電晶體、電容器等。對於基板及某些熱係由基板 W 或晶圓上的複數裝置 106 所吸收的系統結構而言，可依位置調制(modulate)和去調制(demodulate)被投射的 IR 光。例如，若特定的基板圖案在基板上的一特定位置處尤其緻密因此會比晶圓上的其他位置吸收更多光，則可降低在該位置處的光強度以補償熱標誌(heat signature)。接著，在進行針對圖案密度的校正後可調整熱標誌。經投射之輻射的圖案接著變得經系統校正的。

【0030】 使用 IR 輻射與電漿製程系統匹配，因為 IR 在能量上不足以與電漿及電漿產物交互作用(或明顯地交互作用)。若晶圓或晶圓上的裝置在特定的設備中吸收熱，系統可依調制及去調制。若在基板上特定位置處的圖案尤其緻密並比晶圓上其他位置處吸收更多光，可減少該位置處的光強度以補償熱標誌。應注意，當特定的熱標誌係用以進行選定的校正時，系統仍可調整特定的熱標誌。因此，經投射的圖案將變得經系統校正的。

【0031】 當投射的光波長變得更短時其與基板的可能交互作用增加，直至

被投射的光的大部分係被吸收到基板 W 內。圖 3 例示此結果。然後當波長持續縮短，被投射的光係被基板 W 上的複數裝置所吸收。當複數裝置 106 係相對地薄(如任何金屬化之電晶體的初始層)時，IR 可輕易地穿過複數裝置 106。當裝置厚度增加時，穿過基板之 IR 的量減少。是以，文中的技術可與夾頭、基板、或複數裝置(晶圓表面)交互作用。若期望將熱直接傳遞至基板，則使用較短的 IR 波長。若期望將熱傳遞至基板支撐組件或夾頭，則選擇充分長的波長俾以不用擔心入射角，因為如此一來經投射的光將隧穿基板。例如，使用約 1080 奈米至 3 微米的遠紅外線可隧穿矽。選定約 750-800 奈米的波長可將熱傳遞至矽，然後可使用接近 750 奈米至約 250 奈米的光波長將熱傳遞至基板之工作表面上的複數裝置中。

【0032】 是以，數位投射系統 190 可用以將電磁輻射的圖案投射穿過基板之工作表面上的微製結構並到達基板的矽材料中。因此，數位投射系統可用以投射能穿過彷彿透明的基板上的微製結構(如複數裝置 106)之預定電磁輻射波長範圍的電磁輻射圖案。基板(在微製結構下方具有矽)接著吸收預定波長範圍的電磁輻射以空間上選擇性地增加每一投射點位置處之基板的加熱。此類範圍可包含 750-800 奈米的 IR 光。

【0033】 如圖 2 與 3 中可見，光圖案 191 毋需均勻投射，但或多或少，光被投射至橫跨基板支撐組件 140 的各個位置處。此類投射控制(包含何點位置接受被投射的光及每一點位置接收多少光)能精準控制溫度。溫度控制的一挑戰為提供均勻溫度。傳統的系統可提供複數加熱區域，但此類傳統系統通常只提供一百上下的溫度區域。這意味著對於每一晶片或晶粒而言，每一晶片或晶粒內皆可能存在實質的溫度變異。

【0034】 另一挑戰係針對欲處理之進入基板的不均勻的關鍵尺寸(CD)。一特定基板可能已經歷複數種不同的製程製造，此些製造製程導致欲轉移之圖案

在基板工作表面各處具有變化的 CD 值。在一特定的蝕刻(或沉積)製程期間，藉著空間控制的溫度變異而影響橫跨基板之不同位置處的更多或更少蝕刻/沉積(因特定的蝕刻率可隨著溫度變化而增加或減少)，可校正此類不均勻的 CD 值。這可包含在每一晶粒或晶片產生數百或數千個溫度變異。是以，數位投射系統可用以基於基板的關鍵尺寸標誌投射電磁輻射圖案。此類投射可產生或繼續 CD 偏差、或校正不均勻的 CD 值。

【0035】 其他實施例包含將光投射至電漿製程室中或在電漿製程室內投射光的設備。不同類型的電漿反應器可具有不同高度的製程空間。例如，某些電漿反應器可具有 80 毫米或更少的淨空高度，但其他電漿反應器可具有 150 毫米或更多的淨空高度。此淨空高度係指正在受到處理之基板與上電極或噴淋頭表面之間的垂直距離。對於具有有限淨空高度的電漿系統而言，可使用各種實施例投射穿過基板的整個表面。

【0036】 例如，圖 4 為包含兩個數位投射系統之一電漿製程系統的橫剖面概圖。圖 4 的電漿製程系統包含窗 126-1 與窗 126-2。許多傳統的電漿製程室包含一或多個窗。此類窗係通常被用於診斷目的及/或量測電漿內所發出的光特性。此類窗在文中可被用於第二加熱機構。一實施例包含位於製程室 101 之一側上並用以投射穿過窗 126-1 的數位投射系統 190-1 及位於製程室 101 之另一側上並用以投射穿過窗 126-2 的數位投射系統 190-2。應注意，製程空間頂板 141 避免全投射或避免投射以期望的最小角度投向基板支撐組件 140。因此，每一數位投射系統 190 係用以通過對應的窗投射至僅一部分的基板。圖 5 為基板 W 的上視圖(未顯示製程室 101 或製程空間頂板 141)，其顯示數位投射系統 190-1 與數位投射系統 190-2 每一者針對一半基板 W 提供空間上選擇性的熱修改。是以，光可被投射穿過兩或更多窗。因此，數位投射系統係用以藉由每一窗而具有至少一半基板或一部分基板之視線。

【0037】 在其他的實施例中，複數投射源可使用單一窗。例如，在圖 6 中，數位投射系統 190-1 係用以藉由窗 126 直接投射穿過基板 W 而到達基板支撐組件 140 上。數位投射系統 190-2 係用以將光朝向製程空間頂板 141 投射，製程空間頂板 141 具有反射表面(其位置相對於基板)的作用而將電磁輻射反射至基板支撐組件的剩餘部分上。在其他的實施例中，可將窗設置在特定製程室的頂板上。文中的窗對於可見光而言毋需透明，但可由至少對 IR 為透明的材料所製成。例如，可使用氧化釷作為窗材料。

【0038】 在其他的實施例中，如圖 7 中所示，數位投射系統 190 或其元件可被安裝在製程室 101 內。設置位置可足以使一數位投射系統投射至基板支撐組件的整個表面上或基板支撐組件的一部分上。在其他的實施例中，數位投射系統可自製程空間頂板 141 內投射如圖 8 中所示自噴淋頭組件內投射 IR。此類組件可允許投射點位於製程室 101 內的中央位置處。應注意，數位投射系統 190 毋需被安裝在製程室 101 內，而是可使用噴淋頭內的一或多個折鏡或其他小光學元件引導來自遠端 IR 源的 IR。

【0039】 圖 9 中所示的另一實施例可包含自基板支撐組件 140 下方投射 IR。對於此類結構而言，有利地使用 IR 透明材料作為大部分的基板支撐組件 140 並在靠近基板 W 的表面上使用 IR 吸收材料。是以，窗或凹穴可位於下電極的下方或下電極內，使經投射的 IR 能到達吸收表面。在其他的實施例中，大部分的特定夾頭可包含矽，但在夾頭的上表面上具有螢光塗層以吸收 IR。其他材料如氟化鈣、高等級的石英、各種陶瓷等對於 IR 是透明的。可選擇材料以助於控制熱膨脹。

【0040】 文中的其他實施例包含以精準溫度控制電漿處理基板的方法。圖 10 之流程圖例示了一個此類流程。在步驟 310 中，識別基板的關鍵尺寸標誌。此關鍵尺寸標誌可在基板位於特定的電漿製程系統內時識別、或在將基板傳送

至電漿製程系統之前識別。關鍵尺寸標誌可藉著量測基板本身、或自一組基板的量測值所識別。關鍵尺寸標誌可代表橫跨基板的 CD 值。例如，識別關鍵尺寸標誌可包含產生一地圖，此地圖在空間上識別基板之工作表面上的複數關鍵尺寸值。複數關鍵尺寸值可包含絕對量測值、或複數 CD 值的相對差異或偏差、或複數 CD 值相較於平均 CD 值的相對差異或偏差。

【0041】 在步驟 320 中，計算出一空間溫度調整地圖，空間溫度調整地圖指示為了在電漿蝕刻(或沉積)製程後得到基板之經修改的關鍵尺寸標誌所需維持的複數基板溫度(複數目標溫度)。例如，若欲處理的一特定基板包含具有不均勻 CD 值的一關鍵尺寸標誌。空間溫度調整地圖可指示為了導致在複數點位置處更多或更少蝕刻俾使基板(在電漿製程後)具有均勻 CD 所必須維持之基板支撐組件或基板的複數位置與複數目標溫度。在其他的實施例中，空間溫度調整地圖可指示產生橫跨基板之均勻加熱所需的溫度修改。一般而言，基板支撐組件內的加熱器難以在橫跨基板各處維持精準的溫度。然而利用文中的高解析度調整，可使基板溫度均勻並具有橫跨基板的相對少變異。

【0042】 在步驟 330 中，將基板置於電漿製程室內的支撐組件上。換言之，晶圓可被放置到夾頭上受到穩定安全的支撐。在步驟 340 中，利用位於基板支撐組件內的第一加熱機構加熱基板。此基板加熱發生在電漿蝕刻或沉積製程期間。此加熱可包含利用可獨立控制之多區域及/或多加熱器的電阻式加熱。

【0043】 在步驟 350 中，藉著投射紅外光圖案穿過基板並到達基板支撐組件上，修改基板支撐組件的空間溫度輪廓。基板支撐組件可包含能吸收紅外光的吸收材料。紅外光的圖案係由用以空間上動態調整紅外光圖案的數位投射系統所投射。紅外光的圖案係基於關鍵尺寸標誌。換言之，對比於光罩式的圖案化光投射，文中的投射可藉由指令動態調整或組態。例如，可使用雷射檢流計或 DLP 晶片投射 IR。在電漿製程之前可組態經投射的圖案，經投射的圖案基本

上可為靜態投射(每一點位置處使用相同量的 IR 及強度)、或投射可動態變化以回應因特定電漿之特性改變所造成的溫度擾動。

【0044】 在某些實施例中，偏差關鍵尺寸標誌上的紅外光圖案可包含利用空間溫度調整地圖修改空間溫度輪廓。相較於電漿蝕刻或沉積製程前基板的關鍵尺寸標誌，經修改的關鍵尺寸標誌在關鍵尺寸值上可具有較少的差異。修改空間溫度輪廓可包含藉由每一投射點位置修改空間溫度輪廓。每一投射點位置係對應至數位投射系統的一影像解析。換言之，對於基板支撐組件的一特定單位面積(每一平方公分)而言，可有數百個投射點位置。是以，修改空間溫度輪廓可包含在小於一平方公分或小於一平方毫米之一區域中的複數點位置處產生複數局部溫度差異。產生局部溫度差異的一特定區域或解析度取決於何處接收電磁輻射。

【0045】 對於熱被傳遞至夾頭或基板支撐件的實施例而言，所產生之溫度差異可具有約為正在受到處理之特定基板之厚度的寬度或直徑。雖然被投射至夾頭中的輻射可具有高解析度(例如微米寬度的雷射束)，但由於熱擴散或熱朦朧，可控制之溫度變化的點位置可被限制至一較大區域如約一平方毫米或正在受到處理之特定基的厚度。對於熱被直接傳遞至基板本身中(而非傳遞至夾頭中而擴散回基板)的實施例而言，可將溫度點位置控制在小於基板厚度是以具有較高解析度。類似地，對於被投射的輻射對準電漿本身以空間上修改電漿溫度及/或輻射產出的實施例而言，此類實施例中的熱控制可具有更高解析度。

【0046】 在其他的實施例中，投射紅外光圖案穿過基板並到達基板支撐組件上可包含投射紅外光圖案穿過電漿製程室的窗。此窗對紅外光為透明的、或對被投射之特定類型的光為透明的。投射可自兩或更多個投射位置執行如利用不同位置處的兩個雷射檢流計執行。

【0047】 在另一實施例中，修改基板的空間溫度輪廓包含投射紅外光圖案

穿過複數微製裝置並進入包含矽的基板的內部區域中俾使矽吸收來自紅外光的熱能。是以，藉著直接修改正在受到處理之基板內的溫度增加基板的加熱。換言之，基板材料(如矽)變成輸送熱能的目標，且被投射之電磁輻射的波係選定以被例如基板晶格結構吸收。

【0048】 另一實施例包含藉著直接操控電漿特性而處理基板的方法。基板被放置到電漿製程室內的支撐組件上。利用第一或第二加熱機構加熱基板。第一加熱機構係位於基板支撐組件內並用以在電漿蝕刻或沉積製程期間加熱基板。第二加熱機構為數位投射系統，其係用以利用投射圖案的動態控制將電磁輻射的圖案投射至基板中或穿過基板。在電漿製程室內產生電漿。藉由將電磁輻射投射至電漿中，空間修改電漿。電磁輻射的圖案係由用以空間上動態調整電磁輻射之圖案的數位投射系統所投射。換言之，可使用文中的特定光操縱裝置以將額外的熱提供至電漿本身中，俾以影響平衡率。電漿為平衡反應，因此文中的此類技術能增加自一物種轉變為另一物種之自由基產物，自由基產物為電漿之平衡狀態的函數。此類技術例如可產生更多特定類型的能量化自由基。可調整被投射的電磁輻射以與被供給至製程室作為製程氣體混合物之一部分的特定氣體反應。調整電漿交互作用用之電磁輻射涉及大致上選擇較短波長的輻射，因為較長波長的輻射通常會穿過電漿而不進行明顯的交互作用。

【0049】 此選擇性的電漿增強技術能藉由空間電漿調整的位置達到電漿修改控制。此類空間電漿調整(不論是針對自由基生成或電漿溫度之修改)可提供有利於正在受到處理之基板之電漿均勻度或特定電漿標誌。例如，藉由位置調整電漿特性可有利於深寬比蝕刻或沉積、橫跨基板的均勻度、稀疏-緻密的負載效應等。電磁輻射的圖案可基於關鍵尺寸標誌、電漿均勻度標誌、或其他電漿參數以產生或校正。

【0050】 另一實施例包含電漿製程用的基板加熱系統，其使用光操縱裝置

僅加熱或主要加熱正在受到處理的基板。此系統包含：製程室；氣體輸送系統，用以將一或多種製程氣體輸送至製程室的基板製程區域；基板支撐組件，用以在電漿製程期間將基板支撐於基板製程區域中；及電漿產生器，係耦合至製程室並用以在基板製程區域中產生電漿。更具有包含數位投射系統的加熱機構，數位投射系統係用以將電磁輻射圖案投射穿過基板並到達基板支撐組件上。數位投射系統係用以空間上動態地調整電磁輻射圖案。數位投射系統係用以投射能穿過彷彿透明的半導體材料之電磁輻射之預定波長範圍內的電磁輻射圖案。基板支撐組件包含吸收材料，吸收材料吸收電磁輻射之預定波長範圍內的電磁輻射以空間上選擇性地增加每一投射點位置處的基板加熱。換言之，可使用高能輻射投射源(或複數輻射投射源)作為單一或主要的加熱機構。對於增加加熱而言，一電磁輻射源如雷射可提供上至約 5 度的溫度增加。對於主要加熱而言，可使用足以提供約攝氏 100 度加熱的一高功率雷射。

【0051】 如上所述，數位投射系統可用以將電磁輻射投射至基板支撐組件上、或直接投射至基板本身中(或上)並作為主要加熱機構加熱基板。某些實施例可包含複數數位投射系統。一投射系統可為相對高功率以對基板提供主要加熱，而第二數位投射系統為相對低功率的以修改加熱。應注意一特定數位投射系統或複數數位投射系統的位置可導致具有特定反射角度的電磁輻射投射。一特定的數位投射系統可藉由校正補償此效應，此校正係藉著改變投射角度及/或增加能量輸入以輸送充分的熱。

【0052】 應注意，利用文中的實施例可使用各種輻射能量源。例如，電磁輻射包含所有不同波長的光、電子發射、阿爾法粒子等。對於光投射而言，實施例可選擇性地使用白光、UV 光、多域光、廣域調整的光、或其組合。例如，三個顏色或波長的光可被空間投射至特定電漿中以與其中的某些物種作用。可選擇紅外線的波長平衡能量輸送勢能與穿隧勢能。例如，遠紅外線光通常比紅

外線更能穿隧矽，但近紅外線可更有效率地將熱傳輸至基板支撐組件或基板中。是以，可基於欲穿隧之對應電漿及基板來選擇短、中、或長紅外線波長。

【0053】 現參考圖 1，更詳細說明一例示性電漿製程系統。微波電漿製程設備可利用例如板型槽口天線藉由微波頻率下的表面波電漿激發進行電漿製程如電漿蝕刻、電漿增強化學氣相沉積(PECVD)、電漿增強原子層沉積(ALD)等。電漿製程可在製程室 101 內進行，製程室 101 可為包含經加工或外殼金屬如鋁或不銹鋼的柱形真空室。製程室 101 係利用例如接地線 102 電接地。製程室 101 定義一製程容器，製程容器提供生成電漿用的製程空間 PS。製程容器的內壁可塗覆一保護阻障層如氧化鋁、氧化釷、或其他保護材。

【0054】 在製程室 101 內的下部中央區域處，基座 112(可為碟形)可具有放置臺的功能，例如欲處理之基板 W(如半導體晶圓)可被放置於基座 112 上。基板 W 可經由裝載/卸載接口 137 與閘閥 127 而被移動至製程室 101 中。靜電夾頭 136 係設置在基座 112 的上表面上。夾電極 135 係電連接至 DC(直流)電源 139。靜電夾頭 136 藉由當來自 DC 電源 139 的 DC 電壓被施加至夾電極 135 時所產生的靜電力而附接至基板 W 俾使基板 W 穩固地安置於基座 112 上。

【0055】 用以施加 RF(射頻)偏壓的高頻電源 129 係經由阻抗匹配單元 128(以匹配阻或最小化反射功率)與功率饋送棒 124 而電連接至基座 112、或偏壓電極。高頻電源 129 可輸出例如自 0.2 MHz 至 20 MHz 之範圍如 13.56 MHz 的高頻電壓。施加高頻偏壓功率會將製程室 101 中之電漿所產生的離子吸引至基板 W。高頻電源 129 可包含訊號產生器及放大器，放大器根據上述的調制週期調制自高頻電源 129 輸出的振幅與功率。聚焦環 138 係徑向地設置於靜電夾頭 136 的外側以圍繞基板 W。

【0056】 冷卻液流路徑 144 可在基座 112 內沿著例如圓周方向延伸且可用以接收經循環的冷卻劑以協助控制靜電夾頭 136 上之基板 W 的製程溫度。此外，

可經由氣體供給線 145 將來自熱傳輸氣體供給單元(未顯示)的熱傳輸氣體供給至靜電夾頭 136 之上表面與基板 W 之背表面之間的空間。

【0057】 排放路徑 133 沿著支撐單元 114 的外圍及/或導電支撐單元 116 及製程室 101 的內壁形成，在製程室 101 的內壁中環形擋板 134 係附接至排放路徑 133 的上部或入口及設置在排放路徑 133 之下部中的排放接口 132(或複數排放接口)。氣體排放單元 130 係經由氣體排放線 131 連接至每一排放接口 132，氣體排放線 131 可具有複數排放線。氣體排放單元 130 可具有真空泵浦如用以將製程室 101 內的電漿製程空間減壓至一期望真空條件的渦輪分子泵。

【0058】 現在將說明例示性微波電漿製程設備上部。介電窗 157 係配置以密封製程室 101 的上部，微波頻率下的電磁輻射經由介電窗可傳播至製程空間 PS。製程室 101 內位於介電窗 157 下的空間具有如製程空間 PS 之電漿生成空間的功能。介電窗 157 可由微波可穿透的介電材料所製成如包含氧化鋁的石英或陶瓷，且介電窗 157 可具有例如約 20 mm(毫米)的厚度或機械上能對抗製程室 101 之內部與外部環境之間之壓差的充分厚度。介電窗 157 可設有槽口板 154，槽口板 154 可為附接至介電窗 157 之上表面或設置在介電窗 157 之上表面上的導體。槽口板 154 可具有複數槽口對，槽口對係用以發射以旋轉對稱排列同心分佈的微波，但可使用其他幾何配置。在槽口板 154 上，介電板 156 可縮短在槽口板 154 內部傳播之微波的波長。槽口板 154 係電磁耦合至微波傳輸線 158。槽口天線 155(例如可為平板型槽口天線或碟形、徑線槽口天線)可包含槽口板 154、介電板 156、及與槽口板 154 相對設置的天線後板。

【0059】 微波傳輸線 158 為用以將微波頻率或其他頻率下之電磁波傳播或傳輸至槽口天線 155 的線，其他頻率下之電磁波例如是微波產生器 160 在預定功率位準下所輸出之 2.45 GHz 之微波。微波傳輸線 158 可包含波導 162、波導-共軸線轉換器 164、及共軸線 166。波導 162 可為例如矩形波導並用以將來自微波

產生器 160 的微波傳輸至波導-共軸線轉換器 164。共軸線 166 自波導-共軸線轉換器 164 延伸至製程室 101 之上部的中央部分且共軸線 166 的一終端係經由介電板 156 耦合至槽口天線 155。外導體 169 與內導體 168 可定義波傳輸用的空間。連接器單元 179 係連接至內導體 168 的下端。

【0060】此外，當電磁波徑向傳播通過介電板 156 時，其波長縮短，波模式轉變為環形極化的平面波，環形極化的平面波具有自槽口天線 155 之每一槽口對朝向製程室 101 內部輻射的兩個正交極化分量。接著介電窗 157 之表面附近的製程氣體受到沿著介電窗 157 之表面以徑向方向傳播的表面波的電場(微波電場)離子化，產生高密度低電子溫度的電漿。

【0061】介電板 156 可包含冷卻外套板 142，冷卻外套板 142 可作為天線背板覆蓋製程室 101 的上部。冷卻外套板 142 可用以吸收介電損失之熱(輻射)，介電損失之熱(輻射)係自介電窗 157 與介電板 156 所產生。為了提供冷卻，冷卻劑可在流動路徑 143 中循環並經由導管 146 與導管 148 饋送及移除。

【0062】微波電漿製程設備可包含製程氣體導入用的兩個路徑。上氣體導入部 181 包含設置在介電窗 157 中的氣體流動路徑，包含設置在製程室 101 之側壁中之氣體流動路徑的側氣體導入部 187 可作為用以將製程氣體導入製程室 101 中的氣體導入機構。

【0063】在上氣體導入部 181 中，氣體流動路徑 188 係設置在共軸線 166 的內導體 168 中，沿著軸向延伸通過內導體 168 的內部。此外，來自製程氣體供給系統 180 的第一氣體供給線 184 係連接至內導體 168 的上端及第一氣體供給線 184 的氣體流動路徑 188。連接器單元 179 可具有自一共同入口徑向分支鑿成的複數內部流動路徑。連接器單元 179 可由導體所製成且可電接地。介電窗 157 之形成可具有連接至複數分支氣體供給路徑之複數終端的複數內流動路徑俾使製程氣體能動直地流過介電窗 157 以面對製程室 101 內的電漿生成空間。

【0064】 在上氣體導入部 181 中，自製程氣體供給系統 180 以預定壓力所溝通的製程氣體(如蝕刻氣體或成膜氣體)流過第一氣體供給線 184、共軸線 166 的氣體流動路徑 188，然後自終端處的每一氣體噴射接口 153 射出。可使用質量流量控制器(MFC)186 與對應的閥件以開啟/關閉及度量第一氣體供給線 184 中的製程氣體流。

【0065】 側氣體導入部 187 的設置位置係低於介電窗 157 的下表面且其可包含緩衝室 189(歧管)、複數側壁氣體噴射接口 159、及自製程氣體供給系統 180 延伸至緩衝室 189 的第二氣體供給線 185。可使用質量流量控制器 183 與對應的閥件以開啟/關閉及度量第二氣體供給線 185 中的製程氣體流。來自側氣體導入部 187 的製程氣體可自對應的複數側壁氣體噴射接口 159 以實質上水平流射出以在製程空間 PS 中擴散。

【0066】 電漿製程設備的複數元件可連接至控制單元 150 並被控制單元 150 所控制，控制單元 150 可連接至對應的儲存單元 152 及使用者介面 151。控制單元 150 可包含微電腦，微電腦係用以控制微波電漿製程設備內每一元件的操作或整個設備的操作，這些元件是氣體排放單元 130、高頻電源 129、靜電夾頭 136 用的 DC 電源 139、微波產生器 160、上氣體導入部 181、側氣體導入部 187、製程氣體供給系統 180、熱傳輸氣體供給單元(未顯示)、及數位投射系統 190。各種電漿製程操作可藉由使用者介面 151 執行，且各種電漿製程配方與操作可儲存在儲存單元 152 中。因此，一特定的基板可在電漿製程室內利用各種微製造技術處理。

【0067】 因此，此類溫度控制可提供均勻的溫度控制、或提供偏差的溫度輪廓以校正在蝕刻製程期間之不均勻的關鍵尺寸。又，利用數位光投射技術，獨立具有針對性的加熱控制可針對具有小至毫米或基板厚度之寬度的點位置。

【0068】 在前面的說明中已列舉特定的細節如製程系統的特定幾何特徵

及其中所用之各種元件與製程的說明。然而應瞭解，文中的技術可在偏離此些特定細節的其他實施例中施行且此類細節係用以解釋而非限制。文中所揭露的實施例已參考附圖說明。類似地，為了解釋的目的，已列舉特定的數目、材料、及組態以提供全面瞭解。然而可在缺乏此類特定細節的情況下實施實施例。具有實質上相同功能結構的元件係以類似的參考標號標示，因此省略任何冗餘的說明。

【0069】 各種技術係以複數離散操作的方式說明以協助瞭解各種實施例。說明的順序不應被解讀為暗示此些操作必須是順序相依的。的確，此些操作毋需以呈現的順序施行。所述的操作的施行順序可不同於所述實施例的順序。可施行各種額外的操作及/或在額外的實施例中可省略所述的操作。

【0070】 文中所用的「基板」或「目標基板」等詞廣義地泛指受到根據本發明之處理的物件。基板可包含任何材料部分、或裝置結構尤其是半導體或其他電子裝置，且例如可為基本的基板結構如半導體晶圓、光罩、或基本基板結構上或上方的膜層如薄膜。是以，基板不限於任何特定的基本結構、下方層或上方層、圖案化或未圖案化的，而是被認為包含任何膜層或基本結構、及複數膜層及/或複數基本結構的任何組合。說明可指涉特定類型的基板但僅作為說明性的目的。

【0071】 熟知此項技藝者亦應瞭解，上面所解釋之技術的操作可有許多變化仍達到本發明的相同目的。此類變化應被本發明的範疇所涵括。如此，本發明之實施例的上述說明意不在限制本發明。本發明之實施例的任何限制係呈現於下列的申請專利範圍中。

【符號說明】

【0072】

101	製程室
102	接地線
106	裝置
112	基座
114	支撐單元
116	導電支撐單元
124	功率饋送棒
128	阻抗匹配單元
126	窗
126-1	窗
126-2	窗
127	閘閥
129	高頻電源
130	氣體排放單元
131	氣體排放線
132	排放接口
133	排放路徑
134	環形擋板
135	夾電極
136	靜電夾頭
137	裝載/卸載接口
139	DC 電源
140	基板支撐組件
141	製程空間頂板

142	冷卻外套板
143	流動路徑
144	冷卻液流路徑
145	氣體供給線
146	導管
148	導管
150	控制單元
151	使用者介面
152	儲存單元
154	槽口板
153	氣體噴射接口
155	槽口天線
156	介電板
157	介電窗
158	微波傳輸線
159	側壁氣體噴射接口
160	微波產生器
162	波導
164	波導-共軸線轉換器
166	共軸線
168	內導體
169	外導體
179	連接器單元
180	製程氣體供給系統

181	上氣體導入部
183	質量流量控制器
184	第一氣體供給線
185	第二氣體供給線
186	質量流量控制器
187	側氣體導入部
188	氣體流動路徑
189	緩衝室
190	數位投射系統
190-1	數位投射系統
190-2	數位投射系統
191	光圖案
310	步驟
320	步驟
320	步驟
330	步驟
340	步驟
350	步驟
W	基板

**公告本**

申請日：

IPC分類：

I647760

【發明摘要】**【中文發明名稱】** 電漿處理系統中之溫度控制用系統及方法**【英文發明名稱】** SYSTEM AND METHOD FOR TEMPERATURE CONTROL IN PLASMA PROCESSING SYSTEM

【中文】 文中的技術包含橫跨基板之溫度分佈精細控制用的系統及方法。此類技術可提供均勻的空間溫度分佈、或提供一偏差的空間溫度分佈，以改善基板的電漿製程及/或修正特定基板的特性。實施例包含具有溫度控制的電漿製程系統。文中的溫度控制系統包含用以加熱基板的一主要加熱機構、及精準修改橫跨正在受到處理之基板之空間溫度分佈的一次要加熱機構。至少一加熱機構包含一數位投射系統，數位投射系統係用以將一電磁輻射圖案投射穿至基板上或基板中、或穿過基板並到達基板支撐組件上。數位投射系統係用以空間上動態地調整電磁輻射圖案並選擇性地增加每一投射點位置的基板的加熱。

【英文】 Techniques herein include systems and methods for fine control of temperature distribution across a substrate. Such techniques can be used to provide uniform spatial temperature distribution, or a biased spatial temperature distribution to improve plasma processing of substrates and/or correct characteristics of a given substrate. Embodiments include a plasma processing system with temperature control. Temperature control systems herein include a primary heating mechanism to heat a substrate, and a secondary heating mechanism that precisely modifies spatial temperature distribution across a substrate being processed. At least one heating mechanism includes a digital projection system configured to project a pattern of electromagnetic radiation onto or into a substrate, or through the substrate and onto a

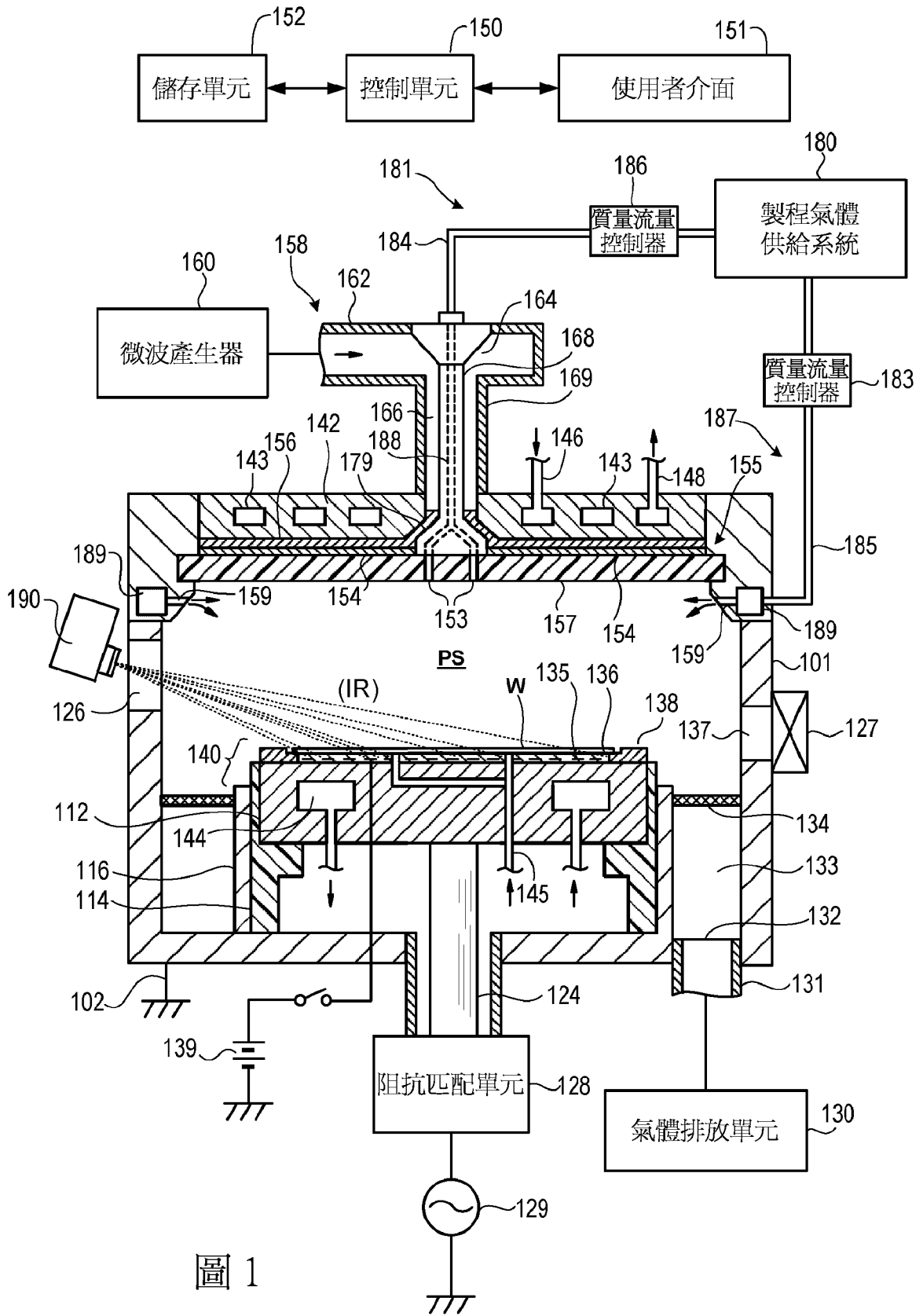
substrate support assembly. The digital projection system is configured to spatially and dynamically adjust the pattern of electromagnetic radiation and selectively augment heating of the substrate by each projected point location.

【指定代表圖】 圖2

【代表圖之符號簡單說明】

106	裝置
140	基板支撐組件
190	數位投射系統
191	光圖案
W	基板

【發明圖式】



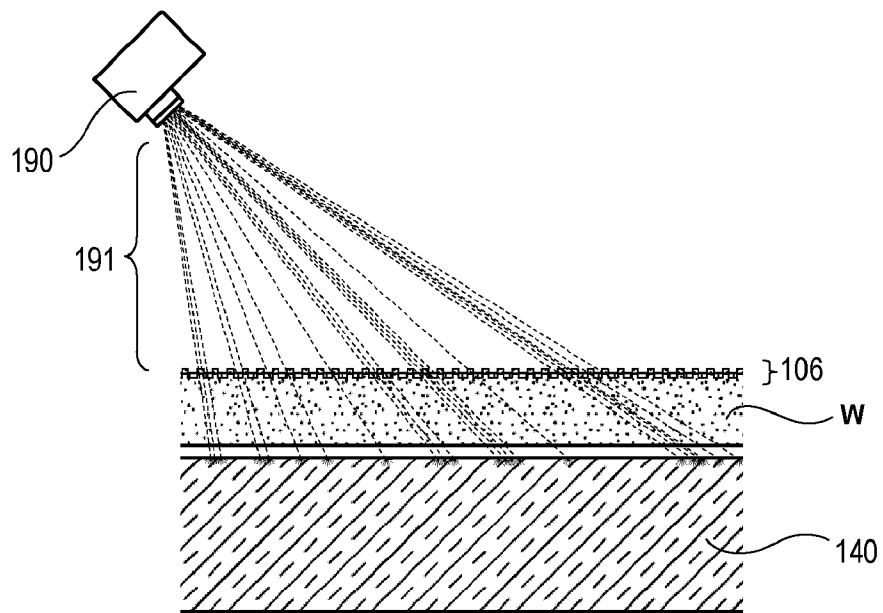


圖 2

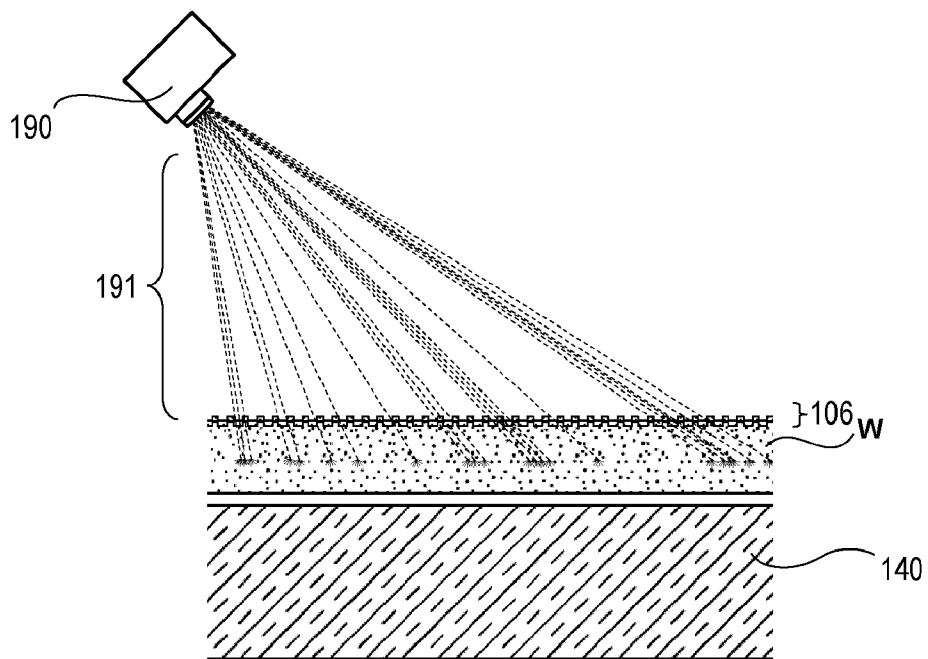


圖 3

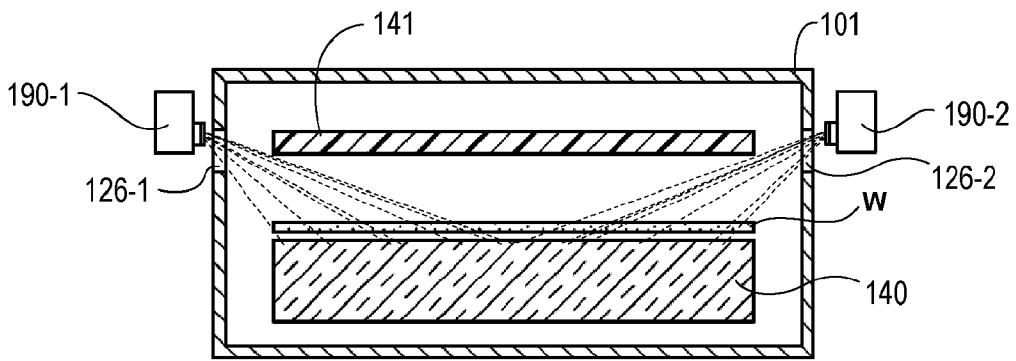


圖 4

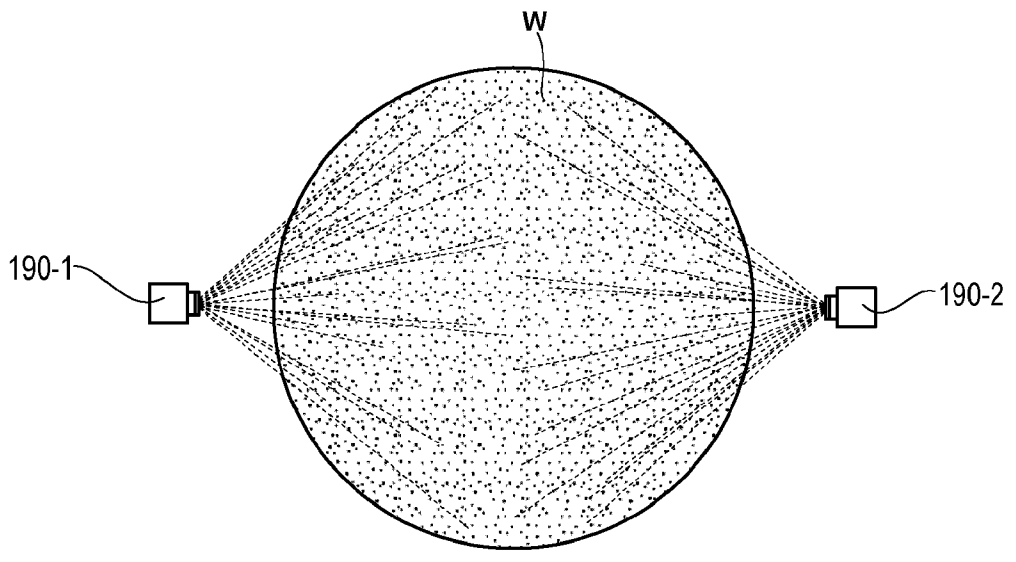


圖 5

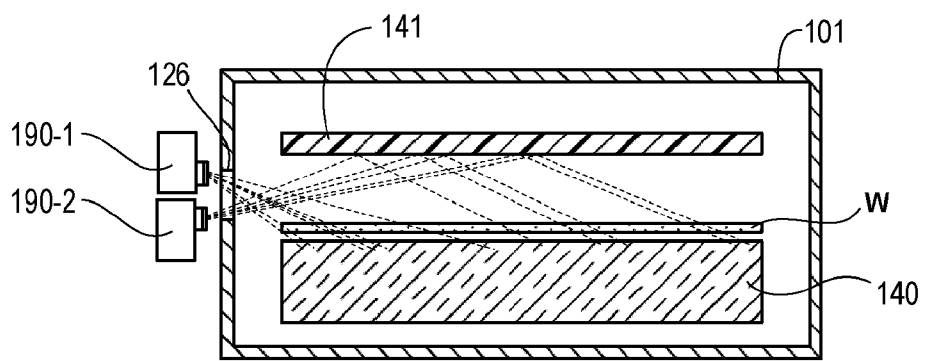


圖 6

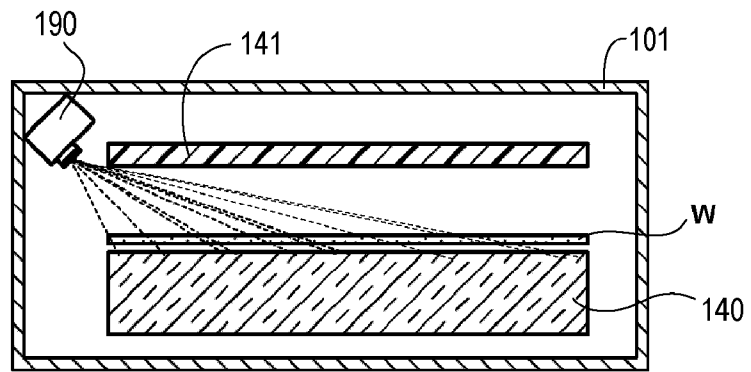


圖 7

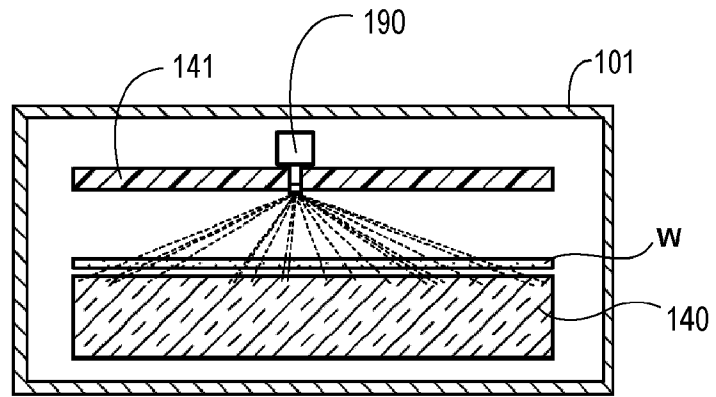


圖 8

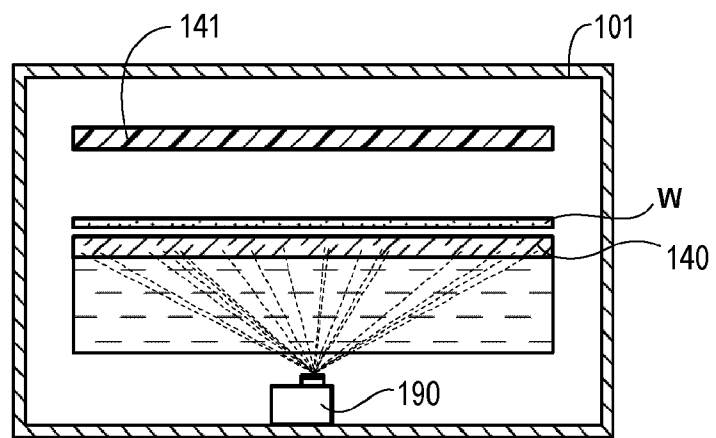


圖 9

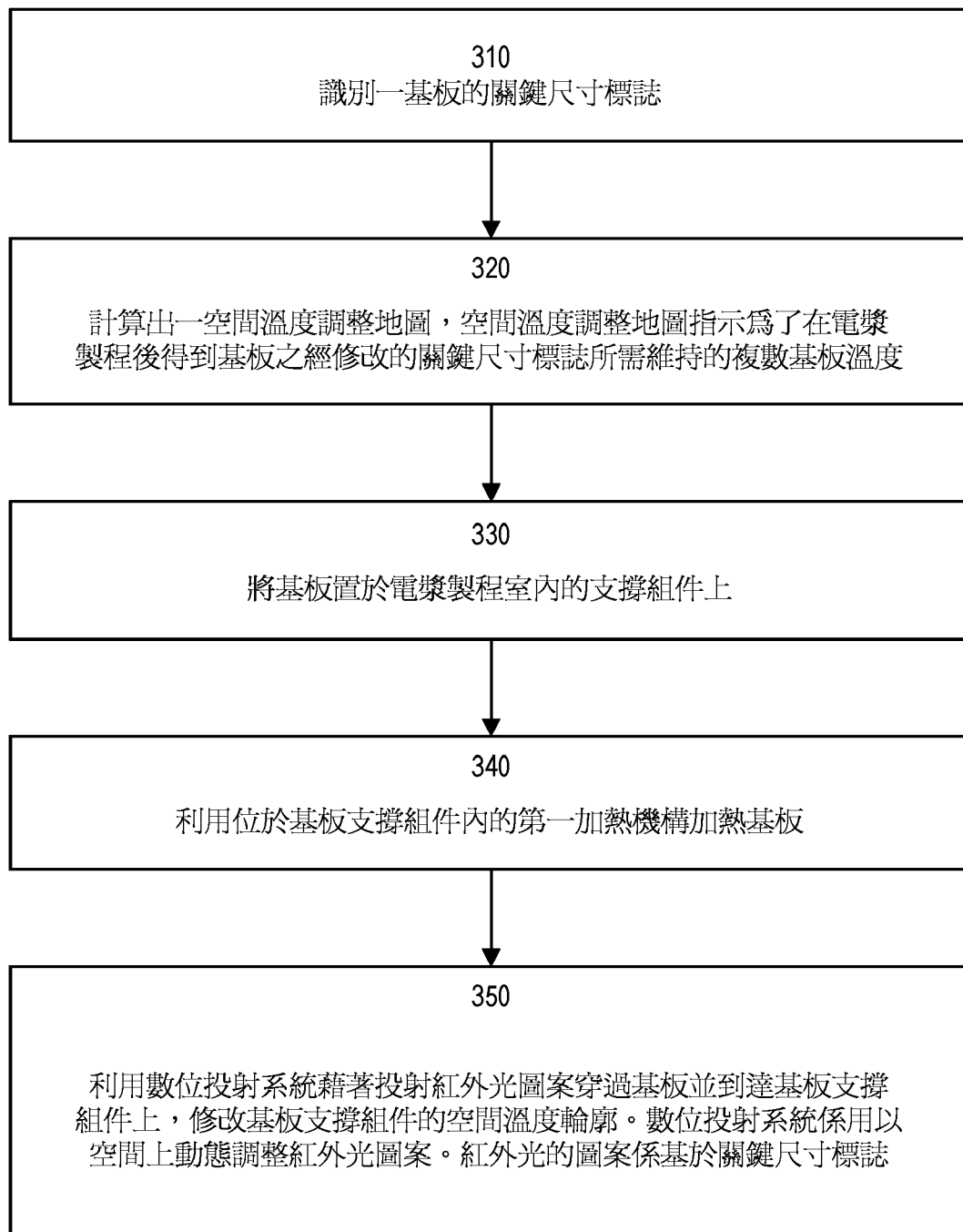


圖 10

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種具有溫度控制的電漿製程系統，該電漿製程系統包含：

一製程室；

一氣體輸送系統，用以將一或多種製程氣體輸送至該製程室的一基板製程區域；

一基板支撐組件，用以在電漿製程期間將一基板支撐於該基板製程區域中；

一電漿產生器，耦合至該製程室並用以在該基板製程區域中產生電漿；

一第一加熱機構，位於該基板支撐組件內並用以在該基板受到該基板支撐組件支撐時加熱該基板；及

一第二加熱機構，包含一數位投射系統，該數位投射系統係用以將一電磁輻射圖案投射穿過該基板並到達該基板支撐組件上，該數位投射系統係固定至該製程室而位於該製程室的一側上或在該製程室內，該數位投射系統係用以空間上動態地調整該電磁輻射圖案，該數位投射系統係用以投射能穿過彷彿透明的半導體材料之一電磁輻射之預定波長範圍內的該電磁輻射圖案，該基板支撐組件包含一吸收材料，該吸收材料吸收該電磁輻射之預定波長範圍內的電磁輻射以空間上選擇性地增強每一投射點位置處的該基板的加熱。

【第2項】 如申請專利範圍第1項之具有溫度控制的電漿製程系統，其中該電磁輻射的預定波長範圍為紅外線。

【第3項】 如申請專利範圍第2項之具有溫度控制的電漿製程系統，其中該電磁輻射的預定波長範圍為1080奈米至3微米之範圍的紅外線。

【第4項】 如申請專利範圍第1項之具有溫度控制的電漿製程系統，其中該數位投射系統係用以產生每平方公分該基板支撐組件大於一百個溫度調整區域。

【第5項】如申請專利範圍第1項之具有溫度控制的電漿製程系統，其中該電磁輻射圖案係經由該製程室的一窗所投射。

【第6項】如申請專利範圍第5項之具有溫度控制的電漿製程系統，其中該電磁輻射圖案係經由該製程室的兩或更多窗所投射。

【第7項】如申請專利範圍第6項之具有溫度控制的電漿製程系統，其中該數位投射系統係配置以經由該兩或更多窗而具有至少一半該基板的一視線。

【第8項】如申請專利範圍第6項之具有溫度控制的電漿製程系統，其中該數位投射系統係配置以經由面對該基板支撐組件設置的一噴淋頭組件而投射該電磁輻射圖案。

【第9項】如申請專利範圍第5項之具有溫度控制的電漿製程系統，其中該窗係位於該製程室的一頂板上。

【第10項】如申請專利範圍第1項之具有溫度控制的電漿製程系統，其中該數位投射系統係用以將該電磁輻射圖案朝向該製程室中相對於該基板的一反射表面投射，該反射表面將電磁輻射反射至該基板支撐組件上。

【第11項】如申請專利範圍第1項之具有溫度控制的電漿製程系統，其中該數位投射系統係用以基於該基板的一關鍵尺寸標誌而投射該電磁輻射圖案。

【第12項】如申請專利範圍第1項之具有溫度控制的電漿製程系統，其中該第一加熱機構包含使流體在該基板支撐組件內循環的一流體循環裝置。

【第13項】如申請專利範圍第1項之具有溫度控制的電漿製程系統，其中該第一加熱機構包含用以藉由電阻加熱該基板支撐組件的一或多個加熱器。

【第14項】如申請專利範圍第1項之具有溫度控制的電漿製程系統，其中該數位投射系統包含一雷射檢流掃描器。

【第15項】一種具有溫度控制的電漿製程系統，該電漿製程系統包含：
一製程室；

一氣體輸送系統，用以將一或多種製程氣體輸送至該製程室的一基板製程區域；

一基板支撐組件，用以在電漿製程期間將一基板支撐於該基板製程區域中；

一電漿產生器，耦合至該製程室並用以在該基板製程區域中產生電漿；

一第一加熱機構，位於該基板支撐組件內並用以在該基板受到該基板支撐組件支撐時加熱該基板；及

一第二加熱機構，包含一數位投射系統，該數位投射系統係用以將一電磁輻射圖案投射穿過該基板之一工作表面上的複數微製結構並到達該基板的矽材料中，該數位投射系統係固定至該製程室而位於該製程室的一側上或在該製程室內，該數位投射系統係用以空間上動態地調整該電磁輻射圖案，該數位投射系統係用以投射能穿過彷彿透明之該基板上之該複數微製結構之一電磁輻射之預定波長範圍內的該電磁輻射圖案，該基板在該等微製結構下方具有該矽材料，該矽材料吸收該電磁輻射之預定波長範圍內的電磁輻射以空間上選擇性地增強每一投射點位置處的該基板的加熱。

【第16項】 如申請專利範圍第15項之具有溫度控制的電漿製程系統，其中該電磁輻射的預定波長範圍為紅外線。

【第17項】 如申請專利範圍第16項之具有溫度控制的電漿製程系統，其中該電磁輻射的預定波長範圍為750-800奈米之範圍的紅外線。

【第18項】 一種基板處理方法，包含：

識別一基板的一關鍵尺寸標誌；

將該基板放置到一電漿製程室內的一基板支撐組件上；

利用位於該基板支撐組件內的一第一加熱機構加熱該基板，加熱該基板之步驟係在一電漿蝕刻或沉積製程期間進行；及

藉著將一紅外光圖案投射穿過該基板並到達該基板支撐組件上而修改該基板支撐組件的一空間溫度輪廓，該紅外光圖案係由一數位投射系統所投射，該數位投射系統係用以空間上動態地調整該紅外光圖案，該數位投射系統係固定至該電漿製程室而位於該電漿製程室的一側上或在該電漿製程室內，該紅外光圖案係基於該關鍵尺寸標誌。

【第19項】如申請專利範圍第18項之基板處理方法，更包含計算一空間溫度調整地圖，該空間溫度調整地圖指示為了在該電漿蝕刻或沉積製程後得到該基板之一經修改的關鍵尺寸標誌所需維持的複數基板溫度。

【第20項】如申請專利範圍第19項之基板處理方法，其中該紅外光圖案係基於該關鍵尺寸標誌包含利用該空間溫度調整地圖修改該空間溫度輪廓。

【第21項】如申請專利範圍第19項之基板處理方法，其中相較於該電漿蝕刻或沉積製程前該基板之該關鍵尺寸標誌，該經修改的關鍵尺寸標誌在複數關鍵尺寸值中具有較少差異。

【第22項】如申請專利範圍第18項之基板處理方法，其中該基板支撐組件包含吸收紅外光的一吸收材料。

【第23項】如申請專利範圍第18項之基板處理方法，其中修改該空間溫度輪廓包含藉由每一投射點位置修改該空間溫度輪廓，每一投射點位置係對應至該數位投射系統的一影像解析。

【第24項】如申請專利範圍第18項之基板處理方法，其中識別該關鍵尺寸標誌包含產生一地圖，該地圖在空間上識別該基板之一工作表面上的複數關鍵尺寸值。

【第25項】如申請專利範圍第18項之基板處理方法，其中該第一加熱機構係用以利用兩或更多個獨立控制的加熱區域加熱該基板。

【第26項】 如申請專利範圍第18項之基板處理方法，其中修改該空間溫度輪廓包含在面積小於一平方公分之複數點位置處產生複數局部溫度差異。

【第27項】 如申請專利範圍第26項之基板處理方法，其中修改該空間溫度輪廓包含在面積小於一平方毫米之複數點位置處產生複數局部溫度差異。

【第28項】 如申請專利範圍第18項之基板處理方法，其中將該紅外光圖案投射穿過該基板並到達該基板支撐組件上包含將該紅外光圖案投射穿過該電漿製程室的一窗，該窗對紅外光為透明的。

【第29項】 如申請專利範圍第18項之基板處理方法，其中將該紅外光圖案投射穿過該基板並到達該基板支撐組件上包含自兩或更多投射位置投射該紅外光圖案。

【第30項】 一種基板處理方法，包含：

識別一基板的一關鍵尺寸標誌；

將該基板放置到一電漿製程室內的一基板支撐組件上，該基板包含矽材料並具有該基板之一工作表面上的複數微製裝置；

利用位於該基板支撐組件內的一第一加熱機構加熱該基板，加熱該基板之步驟係在一電漿蝕刻或沉積製程期間進行；及

藉著將一紅外光圖案投射穿過該複數微製裝置並到達該基板的一內部區域中俾使該矽材料吸收來自紅外光的熱能而修改該基板的一空間溫度輪廓，該紅外光圖案係由一數位投射系統所投射，該數位投射系統係用以空間上動態地調整該紅外光圖案，該數位投射系統係固定至該電漿製程室而位於該電漿製程室的一側上或在該電漿製程室內，該紅外光圖案係基於該關鍵尺寸標誌。

【第31項】 一種基板處理方法，包含：

將一基板放置到一電漿製程室內的一基板支撐組件上；

利用位於該基板支撐組件內的一第一加熱機構加熱該基板，加熱該基板之步驟係在一電漿蝕刻或沉積製程期間進行；

在該電漿製程室內產生電漿；

藉著將一電磁輻射圖案投射至該電漿中而空間上地修改一電漿反應，該電磁輻射圖案係藉由一數位投射系統所投射，該數位投射系統係用以空間上動態地調整該電磁輻射圖案，該數位投射系統係固定至該電漿製程室而位於該電漿製程室的一側上或在該電漿製程室內。

【第32項】 如申請專利範圍第31項之基板處理方法，其中該電磁輻射圖案係基於一關鍵尺寸標誌。

【第33項】 如申請專利範圍第31項之基板處理方法，其中該電磁輻射圖案係基於一電漿均勻度標誌。

【第34項】 一種具有溫度控制的電漿製程系統，該電漿製程系統包含：

一製程室；

一氣體輸送系統，用以將一或多種製程氣體輸送至該製程室的一基板製程區域；

一基板支撐組件，用以在電漿製程期間將一基板支撐於該基板製程區域中；

一電漿產生器，耦合至該製程室並用以在該基板製程區域中產生電漿；及

一加熱機構，包含一數位投射系統，該數位投射系統係用以將一電磁輻射圖案投射穿過該基板並到達該基板支撐組件上，該數位投射系統係固定至該製程室而位於該製程室的一側上或在該製程室內，該數位投射系統係用以空間上動態地調整該電磁輻射圖案，該數位投射系統係用以投射能穿過彷彿透明的半導體材料之一電磁輻射之預定波長範圍內的該電磁輻射圖案，該基板支撐組件包含一吸收材料，該吸收材料吸收該電磁輻射之預定波長範圍內的電磁輻射以空間上選擇性地加熱每一投射點位置處的該基板。

【第35項】一種具有溫度控制的電漿製程系統，該電漿製程系統包含：

一製程室；

一氣體輸送系統，用以將一或多種製程氣體輸送至該製程室的一基板製程區域；

一基板支撐組件，用以在電漿製程期間將一基板支撐於該基板製程區域中；

一電漿產生器，耦合至該製程室並用以在該基板製程區域中產生電漿；及

一加熱機構，包含一數位投射系統，該數位投射系統係用以將一電磁輻射圖案投射穿過該基板之一工作表面上的複數微製結構並到達該基板的矽材料中，該數位投射系統係固定至該製程室而位於該製程室的一側上或在該製程室內，該數位投射系統係用以空間上動態地調整該電磁輻射圖案，該數位投射系統係用以投射能穿過彷彿透明之該基板上之該複數微製結構之一電磁輻射之預定波長範圍內的該電磁輻射圖案，該基板在該等微製結構下方具有該矽材料，該矽材料吸收該電磁輻射之預定波長範圍內的電磁輻射以空間上選擇性地加熱每一投射點位置處的該基板。