



(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 I666678 B

(45)公告日：中華民國 108(2019)年 07 月 21 日

(21)申請案號：104126290

(22)申請日：中華民國 104(2015)年 08 月 12 日

(51)Int. Cl. : **H01J37/32 (2006.01)**(30)優先權：2014/08/22 美國 62/040,901  
2014/09/17 美國 14/489,398(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：南象基 NAM, SANG KI (US)；曹台昇 CHO, TAE SEUNG (US)；葛迪魯多維 GODET, LUDOVIC (FR)；奈馬尼史林尼法斯 D NEMANI, SRINIVAS D. (US)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

TW	201234461A	TW	201250827A
CN	102766855A	US	2003/0079983A1
US	2012/0255678A1	US	2012/0258555A1

審查人員：王志成

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：5 共 35 頁

(54)名稱

藉由單元胞電漿陣列的電漿均勻性控制

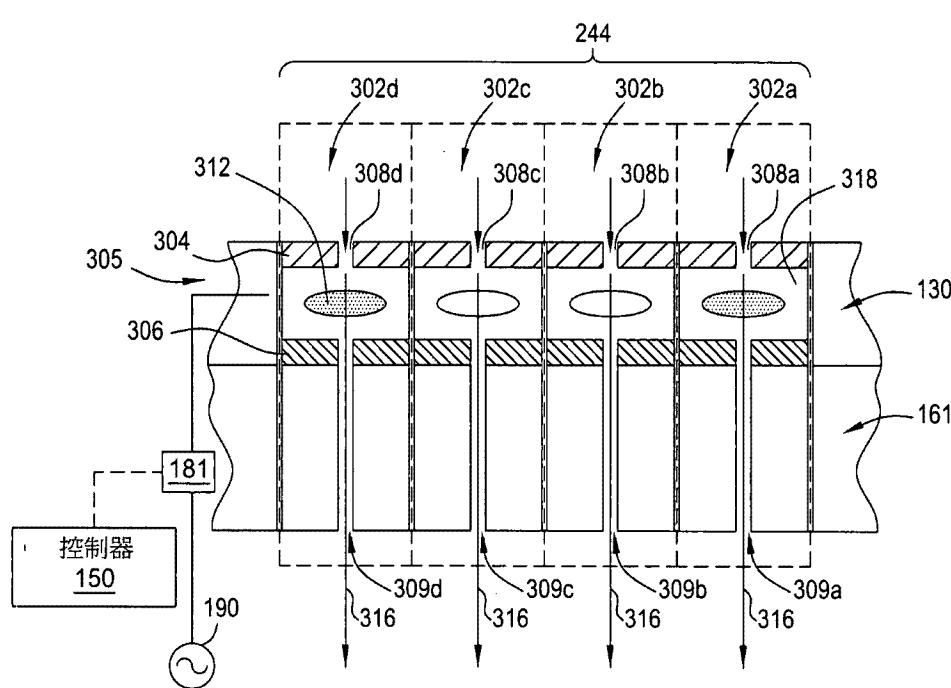
PLASMA UNIFORMITY CONTROL BY ARRAYS OF UNIT CELL PLASMAS

(57)摘要

本發明提供一種具有被配置在電漿處理腔室中的電漿分佈控制板的設備，以便局部改變電漿密度，而在處理過程中整個基板表面提供均勻的電漿分佈。在一個實施例中，處理套組包括設以被配置在電漿處理腔室中的板材；複數個被形成穿過該板材的孔，該等孔設以允許處理氣體流動穿過該板材；及單元胞之陣列，該單元胞包括至少一被形成在該板材中的孔，其中每個單元胞皆具有電極組件，該電極組件可被相對於被配置在至少兩個其他單元胞中的電極組件獨立控制。

The present invention provides an apparatus having a plasma profile control plate disposed in a plasma processing chamber so as to locally alter plasma density to provide uniform plasma distribution across a substrate surface during processing. In one embodiment, a process kit includes a plate configured to be disposed in a plasma processing chamber, a plurality of apertures formed therethrough, the apertures configured to permit processing gases to flow through the plate, and an array of unit cells including at least one aperture formed in the plate, wherein each unit cell has an electrode assembly individually controllable relative to electrode assemblies disposed in at least two other unit cells.

指定代表圖：



第3A圖

## 符號簡單說明：

- 130 ··· 噴頭組件
- 150 ··· 控制器
- 161 ··· 電漿分佈控制板
- 181 ··· 切換電路
- 190 ··· 電源
- 244 ··· 胞
- 302a-d ··· 單元胞
- 304 ··· 電極
- 305 ··· 電極組件
- 306 ··· 電極
- 308a-d ··· 孔
- 309a-d ··· 孔
- 312 ··· 電漿
- 316 ··· 處理氣體
- 318 ··· 空腔

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】藉由單元胞電漿陣列的電漿均勻性控制

【英文發明名稱】PLASMA UNIFORMITY CONTROL BY ARRAYS OF UNIT CELL PLASMAS

【技術領域】

【0001】本揭示之實施例大體而言係關於一種電漿處理腔室中使用於形成具有均勻分佈的電漿的電漿分佈控制板，而且更具體言之，係關於一種具有獨立可控胞的電漿分佈控制板，以在半導體製造製程中在位於電漿處理腔室中的基板表面各處局部地改變和控制電漿分佈。

【先前技術】

【0002】可靠地生產次微米和更小的特徵是半導體元件的下一代極大型積體電路（VLSI）和超大型積體電路（ULSI）的關鍵技術。然而，隨著電路技術被催促小型化，VLSI和ULSI技術中尺寸縮小的互連件已將另外的需求放在處理能力上。位在此技術之核心的多層次互連件要求精確地處理高深寬比的特徵，例如通孔和其他互連件。可靠地形成這些互連件對於VLSI和ULSI的成功及對於提高個別基板之電路密度和品質的持續努力是非常重要的。

【0003】隨著下一代元件的電路密度增加，諸如通孔、溝槽、觸點、閘極結構及其他特徵等互連件以及該等互連件之間的介電質材料之寬度減小到45 nm和32 nm的尺

寸，而介電層的厚度仍大致保持固定，結果是特徵的深寬比提高。

**【0004】** 許多半導體元件是在電漿存在下進行處理。電漿可以在利用電容耦合功率、電感耦合功率、或微波功率來激發氣體形成電漿的處理腔室中被輕易點燃。然而，在處理腔室中產生的電漿往往可能無法均勻地分佈在基板的整個表面上。例如，電漿可能無法總是延伸到基板的邊緣，導致不同的邊緣到中心處理速率。在整個基板表面不同位置的不均勻電漿分佈可能會導致標靶處理材料在基板上的不對稱或不均勻處理輪廓。如此一來，基板表面各處的不均勻電漿分佈最終可能導致缺陷，例如特徵變形、線邊緣粗糙、或特徵的錐形頂部移位到標靶處理材料中。

**【0005】** 因此，需要有一種用於在電漿製程期間在基板表面各處進行均勻電漿分佈控制的改良方法和設備。

#### 【發明內容】

**【0006】** 本揭示提供一種具有被配置在電漿處理腔室中的電漿分佈控制板的設備，以便局部改變電漿密度，而在處理過程中在整個基板表面提供均勻的電漿分佈。在一個實施例中，處理套組包括設以被配置在電漿處理腔室中的板材；複數個被形成穿過該板材的孔，該等孔設以允許處理氣體流動穿過該板材；及單元胞之陣列，該單元胞包括至少一被形成在該板材中的孔，其中每個單元胞皆具有電極組件，該電極組件可被相對於被配置在至少兩個其他單元胞中的電極組件獨立控制。

**【0007】** 在另一個實施例中，一種電漿處理腔室包括其中形成有第一複數個孔的噴頭組件；其中形成有第二複數個孔並被配置於該噴頭組件附近的電漿分佈控制板組件，其中該第二複數個孔與該第一複數個孔對齊，從而允許處理氣體流過；及被配置於該噴頭組件或該電漿分佈控制板中的單元胞陣列，其中至少兩個單元胞可被相對於其他單元胞獨立供電。

**【0008】** 在又另一個實施例中，一種用於控制被形成於電漿處理腔室中的電漿之分佈的方法，該方法包括以下步驟：通過噴頭組件和電漿分佈控制板供應處理氣體到處理區域，該處理區域被界定在處理腔室中；獨立施加不同的功率水平到不同的單元胞，該等單元胞被界定在該噴頭組件或在該電漿分佈控制板中；及在具有該施加功率的單元胞中形成具有不同局部電漿密度的電漿。

#### 【圖式簡單說明】

**【0009】** 為了獲得並可以詳細瞭解上述本發明之特徵，可以參照附圖中圖示的發明實施例而對以上簡要概述的本發明作更特定的描述。

**【0010】** 第1圖繪示具有電漿分佈控制板的處理腔室之一個實例的示意性剖視圖；

**【0011】** 第2圖繪示電漿分佈控制板之一個實例的俯視圖；

**【0012】** 第3A圖繪示可以在電漿處理腔室中使用的電漿分佈控制板之剖視圖；

【0013】第3B圖繪示可以在電漿處理腔室中使用的電漿分佈控制板之另一個實例的剖視圖；

【0014】第4A圖繪示可以在電漿處理腔室中使用的電漿分佈控制板之又另一個實例的剖視圖；

【0015】第4B圖繪示可以在電漿處理腔室中使用的電漿分佈控制板之仍另一個實例的剖視圖；及

【0016】第5圖繪示可以在電漿處理腔室中使用的電漿分佈控制板和噴頭板之仍另一個實例的剖視圖。

【0017】為了便於理解，已在可能處使用相同的元件符號來指稱對於圖式為相同的元件。構思的是，可以將一個實施例的元件和特徵有益地併入其他實施例中而無需進一步詳述。

【0018】然而，應注意的是，附圖僅圖示本發明之例示性實例，因此不應將該等附圖視為限制本發明之範圍，因本發明可認可其他等同有效的實施例。

### 【實施方式】

【0019】本文揭示具有電漿分佈控制板的電漿處理設備及使用該電漿分佈控制板的電漿處理方法。該電漿分佈控制板可以包含電漿單元胞陣列，該電漿單元胞陣列可以獨立控制供應不同水平的功率，以可尋址地改變存在於該處理腔室中的電漿之密度、輪廓及分佈。藉由這樣做，電漿分佈可以被局部地變更或改變，以便在電漿處理設備中的基板表面各處提供均勻的電漿分佈，從而提高電漿處理結果的均勻度。

【0020】第1圖為適用於在基板上的材料層上進行電漿製程的處理腔室100之一個實例的剖視圖。可適於與本文揭示的教示一起使用的適當處理腔室包括例如可購自美國加州聖克拉拉的應用材料公司（Applied Materials, Inc. of Santa Clara, California）的ENABLER®或C3®處理腔室。雖然將處理腔室100圖示為包括致能優越電漿處理性能的複數個特徵，但構思的是，其他的處理腔室也可適於從本文揭示的一個或多個發明特徵獲益。值得注意的是，任何類型的電漿處理腔室，包括蝕刻、沉積、電漿離子植入、電漿浸沒、或任何適當的電漿製程也可適於從本揭示獲益。

【0021】處理腔室100包括包圍內部空間106的腔室主體102和蓋體104。腔室主體102通常由鋁、不銹鋼或其他適當材料製成。腔室主體102通常包括側壁108和底部110。基板出入口（未圖示）通常被界定在側壁108中並選擇性地藉由流量閥密閉，以便利基板103進出處理腔室100。排氣口126被界定在腔室主體102中並將內部空間106耦接到泵系統128。泵系統128通常包括一個或更多個泵和節流閥，用以排空和調節處理腔室100之內部空間106的壓力。在一個實施方式中，泵系統128將內部空間106內部的壓力保持在約10毫托至約500托之間的工作壓力下。

【0022】蓋體104被密封支撐在腔室主體102的側壁108上。蓋體104可被打開，以允許進出處理腔室100的

內部空間 106。蓋體 104 包括便利光學製程監控的窗 142。在一個實施方式中，窗 142 是由石英或光監控系統 140 使用的訊號可透射的其他適當材料所組成，光監控系統 140 被安裝在處理腔室 100 外部。

**【0023】** 定位光監控系統 140，以通過窗 142 觀察腔室主體 102 的內部空間 106 及 / 或被定位在基板支撐基座組件 148 上的基板 103 中之至少一者。在一個實施例中，光監控系統 140 被耦接到蓋體 104 並促進整合沉積製程，該整合沉積製程使用光測量法來提供致能製程調整以補償傳入基板圖案特徵不一致（例如厚度及類似物）的資訊，視需要提供製程狀態監控（例如電漿監控、溫度監控、及類似者）。可適於從本發明獲益的光監控系統為購自美國加州聖克拉拉的應用材料公司的 E y e D® 全光譜、干涉測量模組。

**【0024】** 將氣體控制板 158 耦接到處理腔室 100，以提供處理及 / 或清洗氣體到內部空間 106。在第 1 圖繪示的實例中，入口 132'、132'' 被設置在蓋體 104 中，以允許氣體被從氣體控制板 158 輸送到處理腔室 100 的內部空間 106。在一個實施方式中，氣體控制板 158 適於通過入口 132'、132'' 提供氟化處理氣體進入處理腔室 100 的內部空間 106。在一個實施方式中，由氣體控制板 158 提供的處理氣體至少包括氟化氣體、氯、及含碳氣體、氧氣、含氮氣體及含氯氣體。氟化和含碳氣體的實例包括  $\text{CH}_3\text{F}$ 、 $\text{CH}_2\text{F}_2$  及  $\text{CF}_4$ 。其他的氟化氣體可以包括  $\text{C}_2\text{F}_4$ 、

$C_4F_6$ 、 $C_3F_8$ 及 $C_5F_8$ 中之一者或更多者。含氧氣體的實例包括 $O_2$ 、 $CO_2$ 、 $CO$ 、 $N_2O$ 、 $NO_2$ 、 $O_3$ 、 $H_2O$ 及類似物。含氮氣體的實例包括 $N_2$ 、 $NH_3$ 、 $N_2O$ 、 $NO_2$ 及類似物。含氯氣體的實例包括 $HCl$ 、 $Cl_2$ 、 $CCl_4$ 、 $CHCl_3$ 、 $CH_2Cl_2$ 、 $CH_3Cl$ 及類似物。含碳氣體的適當實例包括甲烷( $CH_4$ )、乙烷( $C_2H_6$ )、乙烯( $C_2H_4$ )、及類似物。

**【0025】** 噴頭組件130被耦接到蓋體104的內表面114。噴頭組件130包括複數個孔163，孔163允許氣體以預定的、在整個基板103表面的分佈從入口132'、132''流經噴頭組件130進入處理腔室100的內部空間106，基板103正在處理腔室100中進行處理。

**【0026】** 可以將電漿分佈控制板161耦接到噴頭組件130。形成在電漿分佈控制板161中的複數個孔與形成在噴頭組件130中的孔163對齊，以便氣流穿過噴頭組件130進入處理腔室100的內部空間106。通過切換電路181將電漿分佈控制板161耦接到電源190。有關噴頭組件130和電漿分佈控制板161之結構和配置的細節將在下面參照第2圖至第4B圖進一步討論。

**【0027】** 可以可選地將遠端電漿源177耦接到氣體控制板158，以促進來自遠端電漿的氣體混合物在進入內部空間106進行處理之前解離。通過匹配網絡141將RF電源143耦接到噴頭組件130。RF電源143在範圍從約50

k Hz 至 約 2 0 0 M Hz 的 可 調 頻 率 下 通 常 能 夠 產 生 多 達 約 3 0 0 0 W 。

【 0 0 2 8 】 噴頭組件 1 3 0 另外包括光測量訊號可透射的區域。光透射區或通道 1 3 8 適用於允許光監控系統 1 4 0 觀看內部空間 1 0 6 及 / 或被定位在基板支撐基座組件 1 4 8 上的基板 1 0 3 。通道 1 3 8 可以是大致上可透射光監控系統 1 4 0 產生（並被反射回到光監控系統 1 4 0 ）的能量之波長的材料、一個孔或複數個被形成或配置在噴頭組件 1 3 0 中的孔。在一個實施例中，通道 1 3 8 包括窗 1 4 2 ，以防止氣體經由通道 1 3 8 漏洩。窗 1 4 2 可以是藍寶石板、石英板或其他適當的材料。窗 1 4 2 可以替代地被配置在蓋體 1 0 4 中。

【 0 0 2 9 】 在一個實施方式中，噴頭組件 1 3 0 被設置成具有允許個別控制氣體流入處理腔室 1 0 0 的內部空間 1 0 6 的複數個區域。在第 1 圖圖示的實例中，噴頭組件 1 3 0 作為內區 1 3 4 和外區 1 3 6 ，內區 1 3 4 和外區 1 3 6 通過個別的入口 1 3 2 ' 、 1 3 2 '' 被個別耦接到氣體控制板 1 5 8 。

【 0 0 3 0 】 基板支撐基座組件 1 4 8 被配置在處理腔室 1 0 0 的內部空間 1 0 6 中、在氣體分配（噴頭）組件 1 3 0 和電漿分佈控制板 1 6 1 的下方。在處理過程中，基板支撐基座組件 1 4 8 固持基板 1 0 3 。基板支撐基座組件 1 4 8 通常包括貫穿設置的複數個升舉銷（未圖示），該複數個升舉銷設以從基板支撐基座組件 1 4 8 升起基板 1 0 3 並便於以傳

統方式與機器人（未圖示）交換基板 103。內襯 118 可以緊密包圍基板支撐基座組件 148 的外周。

**【0031】** 在一個實施方式中，基板支撐基座組件 148 包括安裝板 162、基座 164 及靜電夾盤 166。安裝板 162 被耦接到腔室主體 102 的底部 110 並包括用於指引諸如流體、電力線及感測器引線等公用設施到基座 164 和靜電夾盤 166 的通道。靜電夾盤 166 包含至少一個夾持電極 180，用於將基板 103 保持在噴頭組件 130 和電漿分佈控制板 161 下方。靜電夾盤 166 是藉由夾持電源 182 驅動，以發展出將基板 103 固持於夾盤表面的靜電力，如傳統習知的。或者，可以藉由夾持、真空或重力將基板 103 保持在基板支撐基座組件 148。

**【0032】** 基座 164 或靜電夾盤 166 中之至少一者可以包括至少一個可選的嵌入式加熱器 176、至少一個可選的嵌入式隔離器 174 及複數個管道 168、170，以控制基板支撐基座組件 148 的橫向溫度分佈。使管道 168、170 流體耦接到流體源 172，流體源 172 使溫度調節流體循環通過管道 168、170。加熱器 176 由電源 178 調節。管道 168、170 和加熱器 176 被用於控制基座 164 的溫度，從而加熱及 / 或冷卻靜電夾盤 166，並於最終控制靜電夾盤 166 上的基板 103 之溫度分佈。靜電夾盤 166 和基座 164 的溫度可以使用複數個溫度感測器 192、194 監控。靜電夾盤 166 還可以包含複數個被形成在夾盤 166 的基板支撐基座支撐表面中並流體耦接到熱傳（或背側）氣源（例

如 He ) 的氣體通道 ( 未圖示 ) ，例如凹槽。在操作中，背側氣體被以控制的壓力提供到氣體通道中，以增強靜電夾盤 166 與基板 103 之間的熱傳。

**【 0033 】** 在一個實施方式中，基板支撐基座組件 148 被設置作為陰極，並包括被耦接到複數個 RF 偏壓電源 184 、 186 的電極 180 。 RF 偏壓電源 184 、 186 被耦接在位於基板支撐基座組件 148 中的電極 180 和另一個電極例如噴頭組件 130 ( 或電漿分佈控制板 161 ) 或腔室主體 102 的天花板 ( 蓋體 104 ) 之間。 RF 偏壓功率激發並保持從位在腔室主體 102 的處理區域中的氣體形成的電漿放電。

**【 0034 】** 在第 1 圖繪示的實例中，雙 RF 偏壓電源 184 、 186 通過匹配電路 188 被耦接到底在基板支撐基座組件 148 中的電極 180 。 RF 偏壓電源 184 、 186 產生的訊號經由匹配電路 188 通過單一供電被遞送到基板支撐基座組件 148 ，以離子化電漿處理腔室 100 中提供的氣體混合物，從而提供進行沉積或其他電漿增強製程需要的離子能量。 RF 偏壓電源 184 、 186 通常能夠產生頻率從約 50 kHz 至約 200 MHz 的 RF 訊號及介於約 0 瓦和約 5000 瓦之間的功率。可以將附加的偏壓電源 189 耦接到電極 180 ，以控制電漿的特性。

**【 0035 】** 在一種操作模式中，基板 103 被配置在電漿處理腔室 100 中的基板支撐基座組件 148 上。將處理氣體及 / 或氣體混合物從氣體控制板 158 通過噴頭組件 130 引入

腔室主體 102 中。真空泵系統 128 保持腔室主體 102 內部的壓力，同時去除處理的副產物。

**【0036】** 將控制器 150 耦接到處理腔室 100，以控制處理腔室 100 的操作。控制器 150 包括中央處理單元(CPU) 152、記憶體 154、及支援電路 156，用以控制處理程序並調節來自氣體控制板 158 的氣流。CPU 152 可以是任何形式的、可在工業環境中使用的通用電腦處理器。可以將軟體常式儲存在記憶體 154 中，記憶體 154 例如隨機存取記憶體、唯讀記憶體、軟碟、或硬碟驅動器、或其他形式的數位儲存器。支援電路 156 被以傳統方式耦接到 CPU 152，並且可以包括快取記憶體、時鐘電路、輸入/輸出系統、電源、及類似物。控制器 150 和處理腔室 100 的各個元件之間的雙向通訊是通過許多訊號電纜進行處理。

**【0037】** 第 2 圖繪示可被配置在第 1 圖的處理腔室 100 中的電漿分佈控制板 161 之俯視圖。電漿分佈控制板 161 是大致平面的、具有正方形或矩形結構的結構，該正方形或矩形結構具有分離胞 244 陣列的壁 226，胞 244 陣列被安排在緊密堆積的排列中。每個胞 244 形成穿過板 161 的孔。可以將方形胞 244 的深寬比定義為胞 244 的深度除以胞 244 的寬度 246。在一個實例中，壁 226 的厚度介於約 0.1 英吋和約 3 英吋之間。在一個實施例中，電漿分佈控制板 161 是由選自鋁、銅、及不銹鋼的材料所組成。在一個實例中，壁 226 和胞 244 具有緊密堆積的多邊形結構，

例如方形或六邊形。在其他實例中，壁 226 和胞 244 具有其他非多邊形的幾何形狀，以提供處於緊密堆積或間隔排列的、穿過板 161 的孔。

**【0038】** 形成於電漿分佈控制板 161 中的每個胞 244 之結構可以充當電漿分佈優化器，以優化流動路徑、離子分率、電漿分佈及穿過電漿分佈控制板 161 的離子之離子軌跡行爲的均勻性。

**【0039】** 在一個實施例中，電漿分佈控制板 161 可以從單一鋁塊機械加工或形成。電漿分佈控制板 161 可以可選地被塗佈或陽極處理。適當的塗佈材料包括稀土金屬介電質材料，例如碳化矽、氮化鋁、氧化鋁、氮氧化鋁、含鈇材料、氧化鈇 ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ )、鈇鋁石榴石 (YAG)、氧化鈦 (TiO)、或氮化鈦 (TiN)、或類似物。或者，電漿分佈控制板 161 可以由其他與處理環境相容的材料製成，而且也可以由一個或更多個部分組成。

**【0040】** 電漿分佈控制板 161 的功用是作為電漿分佈控制器，並可尋址地局部增強或重新分配被加速前往基板 103 的離子和中性粒子。電漿分佈控制板 161 可以視需要具有橫跨電漿分佈控制板 161 之寬度的深寬比變化，以允許不同百分比的離子穿過，以便改變橫跨處理腔室之寬度的電漿分佈。結果，電漿的分佈及行進到基板 103 之周邊區域和中心區域的離子之數量皆得到了調節和控制。

**【0041】** 在一個實施例中，通過切換電路 181 耦接到電漿分佈控制板 161 的電源 190 可以以連續模式、或以脈衝

或交替的方式將功率供應到電漿分佈控制板 161，以協助局部改變電漿分佈控制板 161 的每個胞 244 中產生的電漿。電源 190 設以以脈衝模式或以連續模式提供負及 / 或正電壓到電漿分佈控制板 161，以便控制穿過電漿分佈控制板 161 的電漿分佈。

**【0042】** 據信，從電源 190 施加到電漿分佈控制板 161 的電壓可以吸引或排斥電漿中的電子，以便改變穿過電漿分佈控制板 161 的電漿之分配和分佈。此外，耦接到該分佈控制板的切換電路 181 可以協助將功率切換到被形成在電漿分佈控制板 161 中的不同單元胞 244。因此，藉由局部施加不同的電壓水平到電漿分佈控制板 161 中界定的不同胞 244，電漿分配、密度、強度、分佈、及離子通量可以被局部獨立地控制，使得離子和中性粒子的方向性及電漿分佈可以得到有效的控制。

**【0043】** 第 3 圖繪示噴頭組件 130 和附著於噴頭組件 130 的電漿分佈控制板 161 之一部分的一個實施例之剖視圖。噴頭組件 130 包括圖示為 302a、302b、302c、302d 的單元胞 244 之陣列。每個胞 244 包括圖示為 308a、308b、308c、308d 的第一複數個孔及與孔 308a、308b、308c、308d 對齊的第二複數個孔 309a、309b、309c、309d，該等孔允許處理氣體 316 穿過。

**【0044】** 在一個實施例中，被形成在噴頭組件 130 中的第一複數個孔 308a、308b、308c、308d 具有介於約 1 mm 和約 100 mm 之間的直徑。第二複數個孔 309a、

309b、309c、309d的直徑與被形成在噴頭組件130中的孔308a、308b、308c、308d之直徑大致匹配。或者，第二複數個孔309a、309b、309c、309d可以具有介於約1mm和約100mm之間的直徑。

**【0045】** 在一個實施例中，電漿分佈控制板161可以被可拆卸地耦接到噴頭組件130。或者，電漿分佈控制板161可以被形成為噴頭組件130的組成部分。

**【0046】** 噴頭組件130還包括電極組件305。位在噴頭組件130中的電極組件305包括至少兩組電極304、306，其中一組充當陰極，而另一組充當陽極。空腔318可以被形成在電極304、306之間，以允許被供應到空腔318的處理氣體在電極304、306被供電時產生電漿312。每個電極304、306可以視需要被切換電路181控制的電源190以相同或不同的電壓水平充電。每個電極304、306可以各具有位在各單元胞302a、302b、302c、302d中的複數種幾何形式。在一個實施例中，電極304、306可以處於一系列區段的形式，該等區段分別位在噴頭組件130的每個單元胞302a、302b、302c、302d中。位在每個單元胞302a、302b、302c、302d中的電極304、306之每個區段可以被獨立供電和控制。也就是說，可以藉由控制耦接到電源190的切換電路181獨立於被施加到至少一個其他胞（例如胞302b）的電壓單獨地控制胞302a的電極304、306。因此，每個胞244可以獨立於其他胞244被可尋址地供電。在處理腔室的配

置在整個基板表面提供不均勻電漿分佈的情況下，被選擇性施加到位在每個單元胞 302a、302b、302c、302d 中的電極 304、306 的電壓可以被獨立控制，以便局部改變每個胞 244 的空腔 318 中產生的電漿 312 之密度、烈度及強度，以便有助於使電漿在整個基板表面上均勻。

**【0047】** 在一個實例中，噴頭組件 130 和電漿分佈控制板 161 可以由類似的材料製成。例如，噴頭組件 130 和電漿分佈控制板 161 可以由金屬材料製成，該金屬材料例如鋁、鋁合金、鋁矽合金、不銹鋼或其他適當的材料。

**【0048】** 在一個實例中，當供電時，上電極 304 可以充當陽極而下電極 306 可以充當陰極。當選擇的胞 244 的電極 304、306 被供電時，電漿 312 可以被形成在該胞 244 的空腔 318 中，以使用離子、中性粒子、電荷、電子及自由基解離處理氣體。藉由局部施加不同功率水平的電壓到每個單元胞 302a、302b、302c、302d，在上電極 304 和下電極 306 之間產生的電漿 312 可以在每個單元胞 302a、302b、302c、302d 中被獨立改變，以便局部改變電漿分配、分佈、密度或烈度，以便補償位在電漿分佈控制板 161 和基板 103 之間的電漿中的不均勻性。因此，由於每個胞 244 可以被獨立尋址以在每個個別的胞 244 內提供電漿，故電漿分佈控制板 161 可以補償並校正可能由不對稱的腔室設計、射頻不對稱、及氣流不對稱所形成的電漿不均勻性。

【0049】電源190設以提供電壓功率到上和下電極304、306，以在上和下電極304、306之間產生電漿312。在一個實施例中，電源190可設以提供直流或交流功率到上和下電極304、306。由電源190供應到上和下電極304、306的電壓可被以脈衝模式控制，以脈衝化交替的正和負電壓到上和下電極304、306。或者，由電源190供應的電壓可以視需要處於連續模式。處於連續模式或處於脈衝模式的功率皆可被調制以實現局部可控的形式，以便在基板上提供所需的靶材料沉積/蝕刻輪廓。

【0050】在操作過程中，電壓可以被施加到上或下電極304、306、或兩者，以在被供應到空腔318中的處理氣體316存在下產生電漿312。當來自電源190的功率被以脈衝模式施加時，脈衝功率可以具有介於約5百分比（例如5百分比開並且95百分比關）至約70百分比（例如70百分比開並且30百分比關）之間、例如介於約5百分比和約50百分比之間、例如介於約15百分比至45百分比之間的負載循環，且頻率介於約2 Hz和約60 MHz之間。或者，被脈衝化到噴頭組件130的電壓功率循環可以藉由進行的預定時間週期的數量來控制。例如，電壓功率可以在約每1毫秒和約每100毫秒之間被脈衝化。在一個實施例中，功率可以被控制在約1仟瓦和約10仟瓦之間。在應用連續模式的實施例中，可以供應約0.1仟瓦和約500仟瓦之間的功率到噴頭組件130。

【0051】 當由電源190施加功率時，所供應的氣體混合物可以包括反應氣體、不反應氣體、惰性氣體、及類似物。反應和不反應氣體的實例包括、但不限於含鹵素氣體、含烴氣體、含矽氣體、含碳氣體、O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O、NO<sub>2</sub>、NH<sub>3</sub>、及H<sub>2</sub>O等等。惰性氣體的實例包括、但不限於Ar、Ne、He、Xe、及Kr等。

【0052】 第3B圖繪示噴頭組件320和附著於噴頭組件320的電漿分佈控制板322之一部分的另一個實例之剖視圖。噴頭組件320和電漿分佈控制板322可以與以上繪示可被實施於處理腔室100中的噴頭組件130和電漿分佈控制板161類似。與第3A圖繪示的噴頭組件130和電漿分佈控制板161之結構類似，取代在噴頭組件130中形成電極組件305的是，類似於第3A圖繪示的電極組件305的電極組件335被配置在電漿分佈控制板322中。電極組件335包括位在其中的上電極334和下電極336。同樣地，上電極334和下電極336可以處於位在每個單元胞244中的金屬區段的形式，每個單元胞244被個別圖示為單元胞330a、330b、330c、330d。同樣地，噴頭組件320包括形成在其中並被界定在每個單元胞330a、330b、330c、330d中的第一複數個孔332a、332b、332c、332d。電漿分佈控制板包括形成在其中並與第一複數個孔332a、332b、332c、332d對齊的第二複數個孔333a、333b、333c、333d，第一複數個孔332a、

332b、332c、332d被形成在噴頭組件320中並被界定在每個單元胞330a、330b、330c、330d中。

**【0053】** 在一個實例中，空腔338可以或可以不被形成在上和下電極334、336之間。在其間形成空腔338的實施例中，流過的處理氣體342在形成電漿時可以具有更寬的延伸窗，從而提供用於更完全的離子解離的空間。在其中未形成空腔338的實施例中，所產生的電漿340可以停留在每個單位胞330a、330b、330c、330d中界定的孔333d中。

**【0054】** 電源190可被耦接到電漿分佈控制板322，以在每個單位胞330a、330b、330c、330d中獨立局部地控制電漿產生，如以上述參照第3A圖的方式。被施加到電漿分佈控制板322的電源190可以視需要處於脈衝模式或處於連續模式。

**【0055】** 第4A圖和第4B圖分別繪示部分的噴頭組件402、410和電漿分佈控制板404、412之不同實施例。與第3A圖描述的噴頭組件130和電漿分佈控制板161之結構類似，電極組件305被配置在噴頭組件402和附著於噴頭組件402的電漿分佈控制板404中，同時附加通道406a、406b、406c被形成在噴頭組件402和電漿分佈控制板404中界定的每個單元胞302a、302b、302c、302d之間。據信，與第3A圖圖示的實例相比，被形成在噴頭組件402和電漿分佈控制板404中的附加通道406a、406b、406c可以有助於攜帶更大量的處理氣體

130 中的電極組件 305。例如，被施加於噴頭組件 130 的電壓可產生可能會對附近的金屬材料(例如電漿分佈控制板 161)產生干擾的電流。結果，由於過量的電荷累積或電流干擾，可能會不利地產生電漿起弧、電尖峰或充電。因此，藉由將噴頭組件 130 和電漿分佈控制板 161 保持成間隔開的關係，可以消除不期望的電流干擾或過量的電荷累積，從而有效地降低顆粒、缺陷產生的可能性及減少對電漿不均勻性的貢獻。

**【0058】** 因此，本文提供了具有被配置在噴頭組件或電漿分佈分配板(被配置在電漿處理腔室中具有個別的電漿可控單元胞)中任一者中的電極組件的設備及使用該設備的方法。藉由利用具有獨立可控制單元胞的電極組件，被形成在各單元胞中的單元電漿可以被局部地獨立控制，以便有效地改變或變更用以處理基板的主電漿之電漿密度/烈度、離子軌跡行爲或電漿均勻性。

**【0059】** 雖然前述係針對本發明的實施例，但在不偏離本發明的基本範圍下仍可設計出本發明的其他和進一步實施例，而且本發明之範圍係由隨後的申請專利範圍決定。

#### 【符號說明】

##### **【0060】**

100 處理腔室

102 腔室主體

103 基板

- 104 蓋體
- 106 內部空間
- 108 側壁
- 110 底部
- 114 內表面
- 118 內襯
- 126 排氣口
- 128 泵系統
- 130 噴頭組件
- 132 入口
- 132' 入口
- 132'' 入口
- 134 內區
- 136 外區
- 138 通道
- 140 光監控系統
- 141 匹配網絡
- 142 窗
- 143 RF電源
- 148 基板支撐基座組件
- 150 控制器
- 152 中央處理單元 (CPU)
- 154 記憶體
- 156 支援電路

- 158 氣體控制板
- 161 電漿分佈控制板
- 162 安裝板
- 163 孔
- 164 基座
- 166 靜電夾盤
- 168 管道
- 170 管道
- 172 流體源
- 174 隔離器
- 176 加熱器
- 177 遠端電漿源
- 178 電源
- 180 夾持電極
- 181 切換電路
- 182 夾持電源
- 184 RF 偏壓電源
- 186 RF 偏壓電源
- 188 匹配電路
- 189 偏壓電源
- 190 電源
- 192 溫度感測器
- 194 溫度感測器
- 226 壁

- 2 4 4 胞
- 2 4 6 寬 度
- 3 0 2 a - d 單 元 胞
- 3 0 4 電 極
- 3 0 5 電 極 組 件
- 3 0 6 電 極
- 3 0 8 a - d 孔
- 3 0 9 a - d 孔
- 3 1 2 電 漿
- 3 1 6 處 理 氣 體
- 3 1 8 空 腔
- 3 2 0 噴 頭 組 件
- 3 2 2 電 漿 分 佈 控 制 板
- 3 3 0 a - d 單 元 胞
- 3 3 2 a - d 孔
- 3 3 3 a - d 孔
- 3 3 4 上 電 極
- 3 3 5 電 極 組 件
- 3 3 6 下 電 極
- 3 3 8 空 腔
- 3 4 0 電 漿
- 3 4 2 處 理 氣 體
- 4 0 2 噴 頭 組 件
- 4 0 4 電 漿 分 佈 控 制 板

406a-c 附加通道

410 噴頭組件

412 電漿分佈控制板

414a-c 附加通道

502 距離

**【生物材料寄存】**

**【0061】** 國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

**【0062】** 國外寄存資訊(請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

I66678

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

I66678

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】藉由單元胞電漿陣列的電漿均勻性控制

【英文發明名稱】PLASMA UNIFORMITY CONTROL BY ARRAYS OF UNIT CELL PLASMAS

## 【中文】

本發明提供一種具有被配置在電漿處理腔室中的電漿分佈控制板的設備，以便局部改變電漿密度，而在處理過程中在整個基板表面提供均勻的電漿分佈。在一個實施例中，處理套組包括設以被配置在電漿處理腔室中的板材；複數個被形成穿過該板材的孔，該等孔設以允許處理氣體流動穿過該板材；及單元胞之陣列，該單元胞包括至少一被形成在該板材中的孔，其中每個單元胞皆具有電極組件，該電極組件可被相對於被配置在至少兩個其他單元胞中的電極組件獨立控制。

## 【英文】

The present invention provides an apparatus having a plasma profile control plate disposed in a plasma processing chamber so as to locally alter plasma density to provide uniform plasma distribution across a substrate surface during processing. In one embodiment, a process kit includes a plate configured to be disposed in a plasma processing chamber, a plurality of apertures formed therethrough, the apertures configured to permit processing gases to flow through the plate, and an array of unit cells including at least one aperture formed in the plate, wherein each unit cell has an electrode assembly individually controllable relative to electrode assemblies disposed in at least two other unit cells.

【指定代表圖】第（3A）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

130 噴頭組件

150 控制器

161 電漿分佈控制板

181 切換電路

190 電源

244 胞

302a-d 單元胞

304 電極

305 電極組件

306 電極

308a-d 孔

309a-d 孔

312 電漿

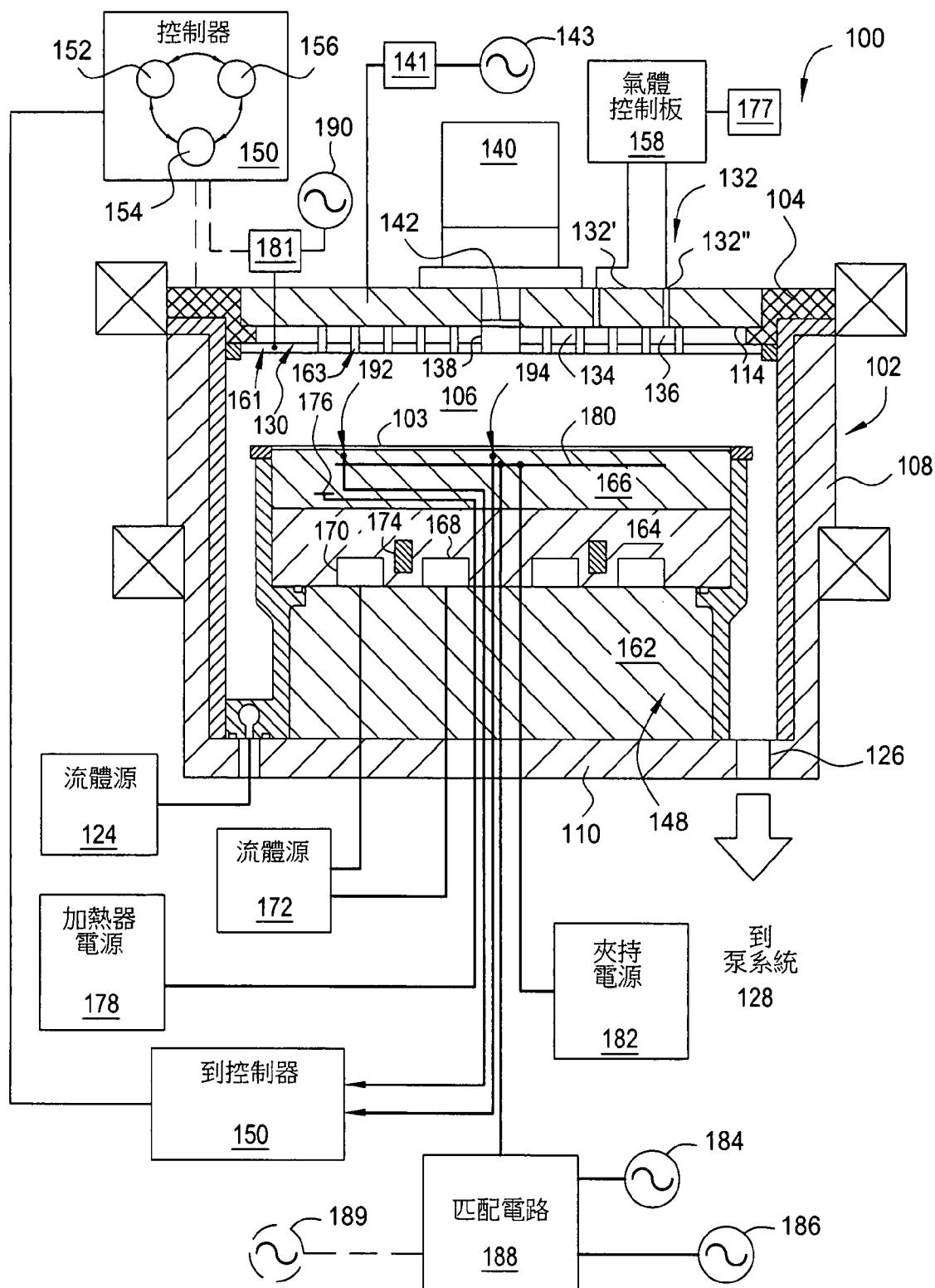
316 處理氣體

318 空腔

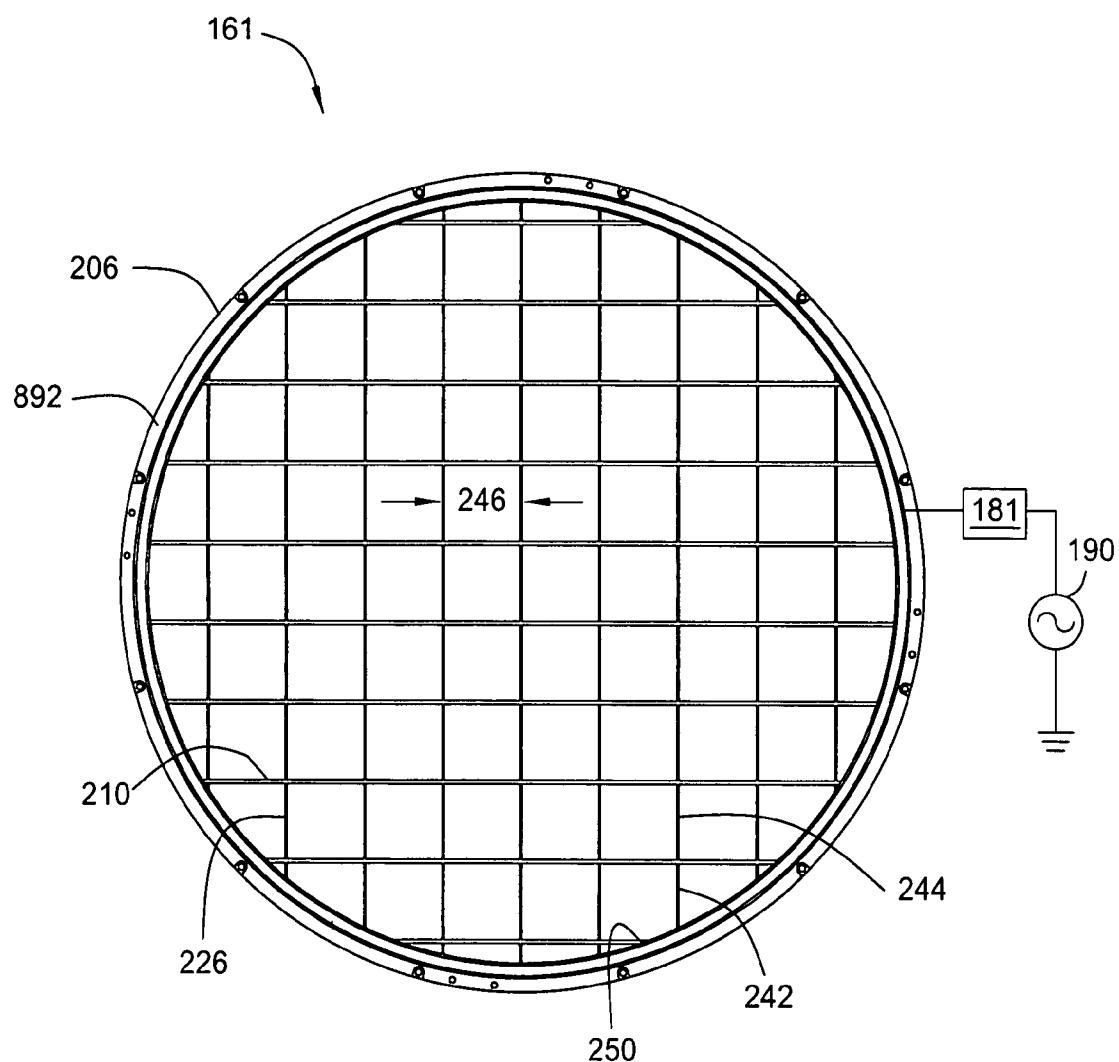
【特徵化學式】

無

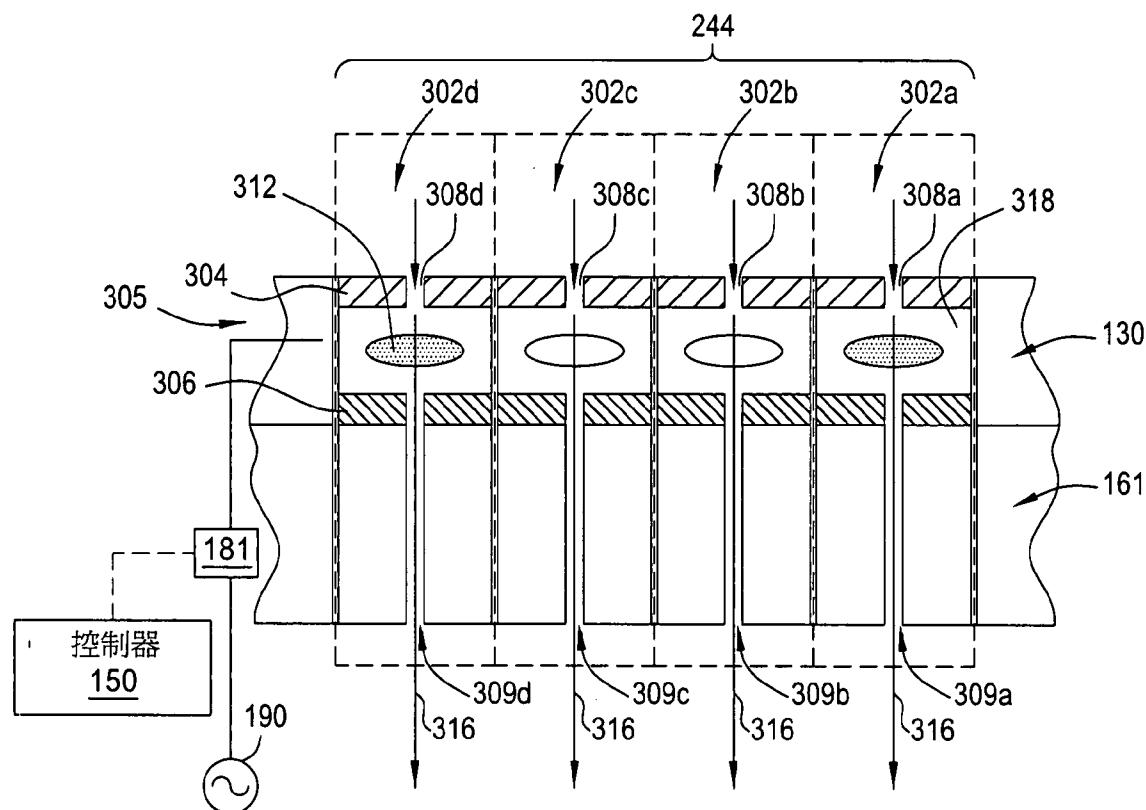
## 圖式



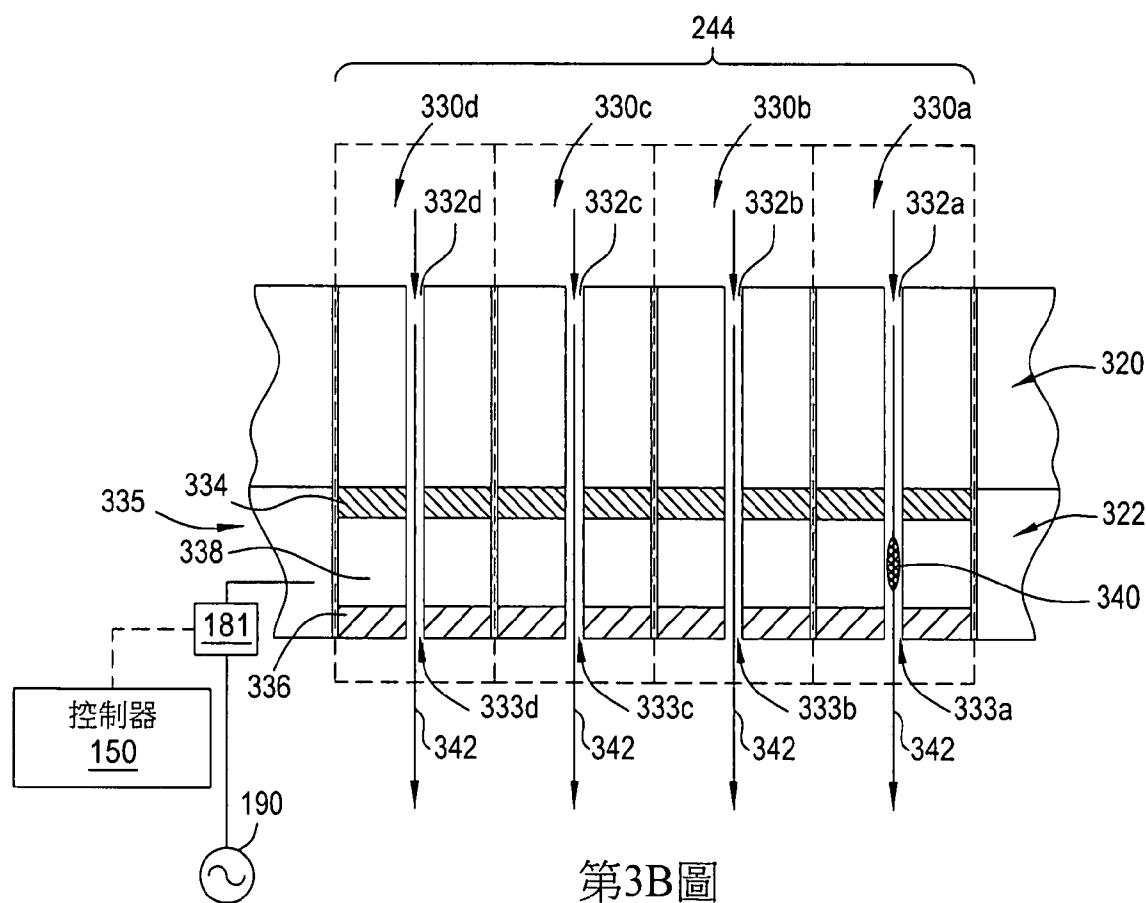
第1圖



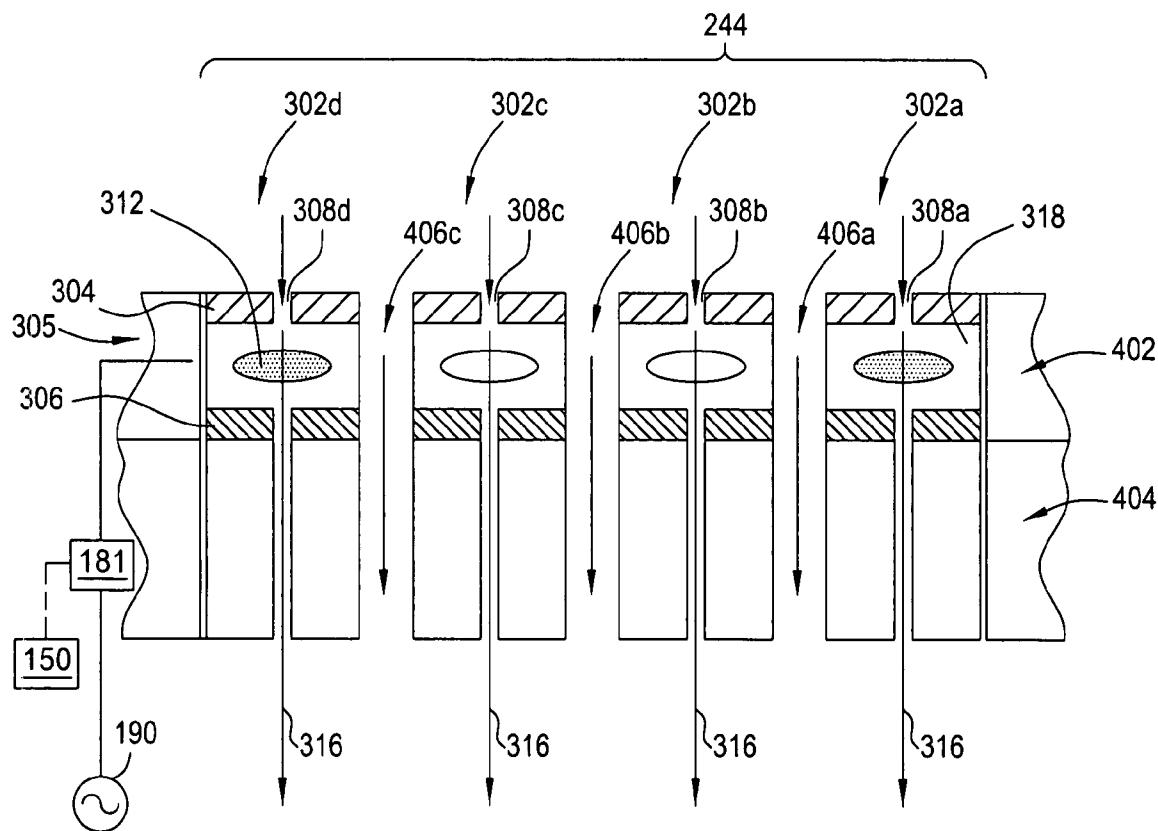
第2圖



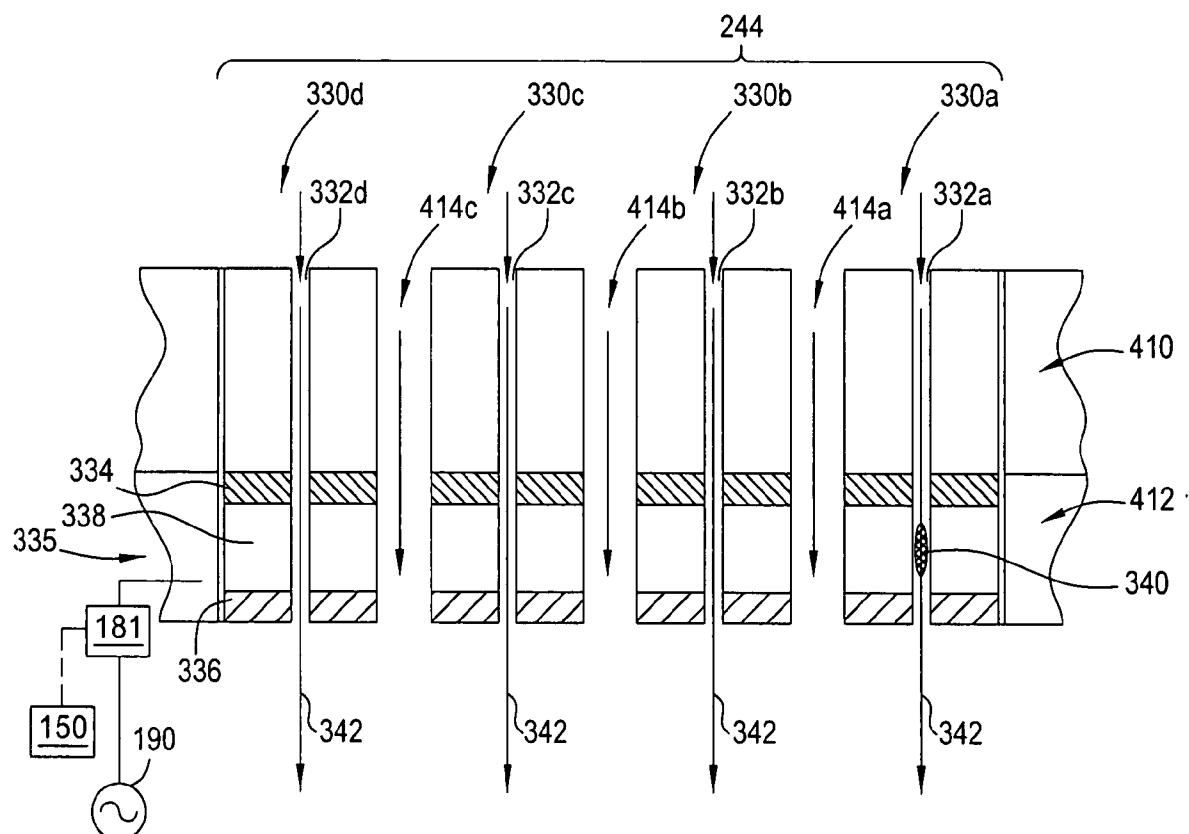
第3A圖



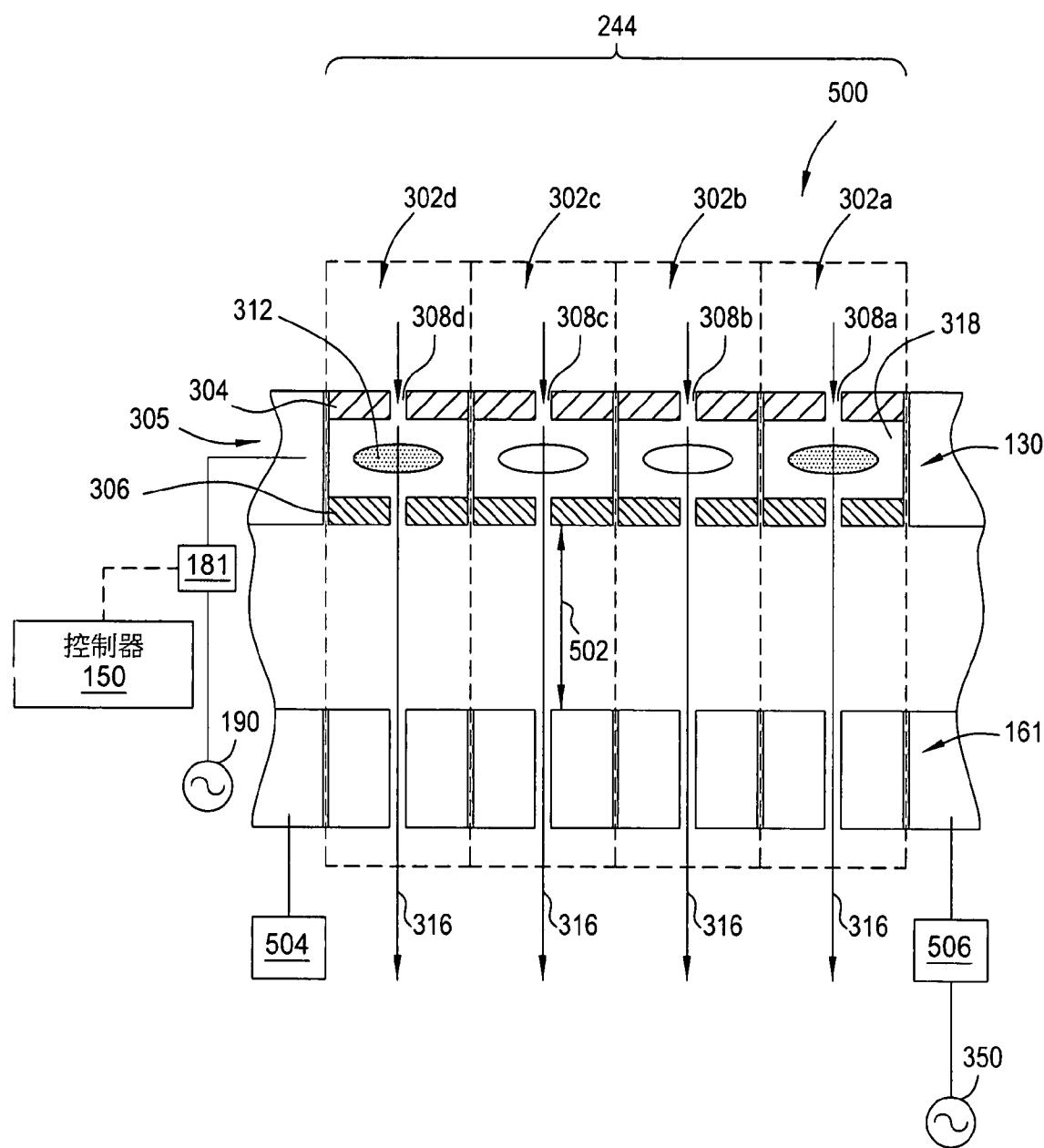
第3B圖



第4A圖



第4B圖



第5圖

進入處理腔室，以便有助於提供更均勻的、形成於整個基板表面的電漿分佈。

**【0056】** 類似地，在第4B圖繪示的實例中，電極組件335被配置在附著於噴頭組件410的電漿分佈控制板412中，與第3B圖描述的結構類似。附加通道414a、414b、414c被形成在每個單元胞330a、330b、330c、330d之間，單元胞330a、330b、330c、330d被界定在噴頭組件410和電漿分佈控制板412中。據信，與第3B圖圖示的實例相比，被形成在噴頭組件410和電漿分佈控制板412中的附加通道414a、414b、414c可以有助於攜帶更大量的處理氣體進入處理腔室，以便有助於提供更均勻的、形成於整個基板表面的電漿分佈。

**【0057】** 第5圖繪示被以間隔開的關係設置的噴頭組件130和電漿分佈控制板161之又另一個實例。雖然第5圖繪示的實例將電極組件305配置在噴頭組件130中且其間沒有形成附加通道406a、406b、406c，但應注意的是，可以如以上參照第3B圖和第4B圖所述將電極組件305配置在電漿分佈控制板161中，且其中形成或未形成附加通道414a、414b、414c。在一個實施例中，噴頭組件130和電漿分佈控制板161可以被到噴頭組件130的距離502分隔，以避免當功率被施加於噴頭組件130和電漿分佈控制板161時可能產生的干擾。在電極組件305被配置在噴頭組件130中的實施例中，如第5圖所繪示，然後通過電源190將電壓功率施加於被配置在噴頭組件

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種處理套組，包含：

一板材，該板材設以被配置在一電漿處理腔室中；  
複數個孔，該等孔形成為穿過該板材，該等孔設以  
允許處理氣體流動穿過該板材；及

一單元胞之陣列，由該等孔之至少一個孔界定，其中每一單元胞具有一電極組件，配置在各單元胞中的每一電極組件可由一電源獨立地控制，且每一電極組件包括一第一電極與平行於該第一電極的一第二電極，以及界定於該第一電極與該第二電極之間的一空腔；

其中該板材是一噴頭組件或一電漿分佈控制板。

【第2項】 如請求項1所述之處理套組，其中：

該空腔與該等孔中之至少一者流體連通。

【第3項】 如請求項1所述之處理套組，其中被施加於每個單元胞的功率可被相對於另一個單元胞獨立控制。

【第4項】 如請求項1所述之處理套組，其中：

該板材是一電漿分佈控制板，且一噴頭組件鄰接該該電漿分佈控制板配置。

【第5項】 如請求項4所述之處理套組，其中該噴頭組件包含與被形成在該板材中的孔對齊的複數個孔。

**【第6項】** 如請求項1所述之處理套組，進一步包含：

一通道，該通道被形成在該板材中的每個單元胞之間。

**【第7項】** 如請求項1所述之處理套組，進一步包含：

一塗層，該塗層被形成在該板材上。

**【第8項】** 一種電漿處理腔室，包含：

一噴頭組件，該噴頭組件中形成有一第一複數個孔；  
一電漿分佈控制板組件，該電漿分佈控制板組件中形成有一第二複數個孔並被配置於該噴頭組件附近，其中該第二複數個孔與該第一複數個孔對齊，從而允許處理氣體流過；及

一單元胞陣列，被配置於該噴頭組件或該電漿分佈控制板中，其中至少兩個單元胞由該第一複數個孔中的至少一個孔或是該第二複數個孔中的至少一個孔界定，其中每一單元胞具有一電極組件，配置在各單元胞中的每一電極組件可由一電源獨立地控制，且每一電極組件包括一第一電極與平行於該第一電極的一第二電極，以及界定於該第一電極與該第二電極之間的一空腔。

**【第9項】** 如請求項8所述之電漿處理腔室，進一步包含：

一通道，該通道被形成在每個單元胞之間。

**【第10項】** 如請求項8所述之電漿處理腔室，其中該電漿分佈控制板被耦接到該噴頭組件。

**【第11項】** 如請求項8所述之電漿處理腔室，其中該電漿分佈控制板被保持在對該噴頭組件成一間隔開的關係。

**【第12項】** 一種用於控制一被形成於一電漿處理腔室中的電漿之分佈的方法，包含以下步驟：

通過一噴頭組件和一電漿分佈控制板供應一處理氣體到一處理區域，該處理區域被界定在一處理腔室中；

獨立施加不同的功率水平到不同的單元胞，該等單元胞被界定在該噴頭組件或在該電漿分佈控制板中，其中該等單元胞由該噴頭組件中的第一複數個孔中的至少一個孔或是該電漿分佈控制板中的第二複數個孔中的至少一個孔界定，且其中每一單元胞具有一電極組件，配置在各單元胞中的每一電極組件可由一電源獨立地控制，且每一電極組件包括一第一電極與平行於該第一電極的一第二電極，以及界定於該第一電極與該第二電極之間的一空腔；及

在具有該施加功率的單元胞中形成具有不同局部電漿密度的電漿。

**【第13項】** 如請求項12所述之方法，其中該電漿係藉由提供功率到該電極組件而形成。