



(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 I851621 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：108141108

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 11 月 13 日

(51)Int. Cl. : H01L23/467 (2006.01)

H05H1/42 (2006.01)

(30)優先權：2018/11/30 美國

62/773,522

(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：韓 新海 HAN, XINHAI (US)；帕奇 迪尼斯 PADHI, DEENESH (IN)；班傑民拉
伊 戴米恩拉伊 BENJAMIN RAJ, DAEMIAN RAJ (US)；恩斯洛 克里斯托弗
ENSLow, KRISTOPHER (US)；王文佼 WANG, WENJIAO (CN)；尾方正樹
OGATA, MASAKI (JP)；艾戴帕利 塞蘇米塔 ADDEPALLI, SAI SUSMITA (IN)；
喬拉普 尼契爾蘇丁達勞 JORAPUR, NIKHIL SUDHINDRARAO (IN)；奇琴科諾
夫 格雷格里尤金 CHICHKANOFF, GREGORY EUGENE (US)；史維史達瓦 夏
蘭德 SRIVASTAVA, SHAIENDRA (US)；白宗薰 BAEK, JONGHOON (KR)；伊
布拉希米 扎卡里亞 IBRAHIMI, ZAKARIA (US)；羅卡阿爾瓦雷斯 朱昂卡洛斯
ROCHA-ALVAREZ, JUAN CARLOS (US)；龔 則敬 GUNG, TZA-JING (US)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

TW 518693B

TW 201143125A

US 2003/0089314A1

US 2010/0304527A1

US 2014/0087489A1

US 2017/0338140A1

審查人員：莊嘉紘

申請專利範圍項數：17 項 圖式數：7 共 45 頁

(54)名稱

在基板上形成膜層的方法

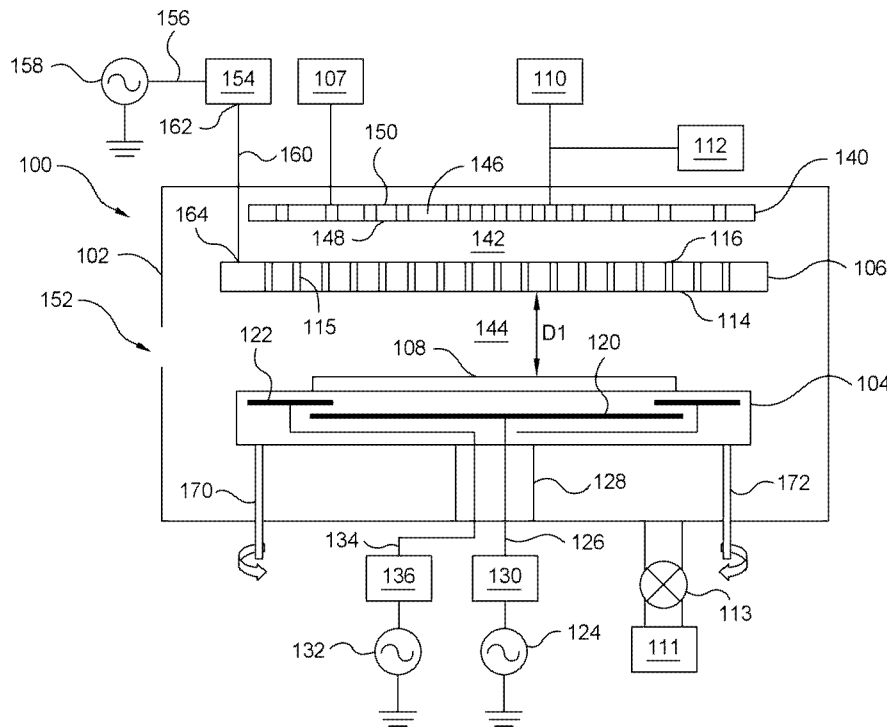
(57)摘要

本揭示案的實施例描述一種用於沉積膜層的設備和方法，該設備和方法可在一系列沉積和微影曝光製程之後對覆蓋誤差具有最小的影響(contribution)。在一個實例中，一種方法包括：使基板定位在處理腔室中的基板支撐件上，及使包括含矽氣體和反應氣體的沉積氣體混合物透過噴淋頭流到處理腔室，根據基板的應力分佈，該噴淋頭具有面向基板支撐件的凸表面或面向基板支撐件的凹表面。藉由將 RF 功率施加到該噴淋頭的多個耦接點而在處理腔室中存在沉積氣體混合物的情況下形成電漿，該噴淋頭的該等多個耦接點繞該噴淋頭的中心點對稱地佈置。然後在基板上施行沉積製程。

Embodiments of the disclosure describe an apparatus and a method for depositing a film layer that may have minimum contribution to overlay error after a sequence of deposition and lithographic exposure processes. In one example, a method includes positioning a substrate on a substrate support in a process chamber, and flowing a deposition gas mixture comprising a silicon containing gas and a reacting gas to the process chamber through a showerhead having a convex surface facing the substrate support or a concave

surface facing the substrate support in accordance with a stress profile of the substrate. A plasma is formed in the presence of the deposition gas mixture in the process chamber by applying an RF power to multiple coupling points of the showerhead that are symmetrically arranged about a center point of the showerhead. A deposition process is then performed on the substrate.

指定代表圖：



第1圖

符號簡單說明：

- 100:處理腔室
- 102:腔室壁
- 104:基板支撐件
- 106:噴淋頭
- 107:RF 電源
- 108:基板
- 110:氣體源
- 111:真空泵
- 112:遠端電漿源
- 113:閥
- 114:第一表面
- 115:氣體通道
- 116:第二表面
- 120:第一電極
- 122:第二電極
- 124:電源
- 126:導管
- 128:軸
- 130:第一控制器
- 132:電源
- 134:導管
- 136:第二控制器
- 140:擋板
- 142:氣體混合體積
- 144:反應體積
- 146:孔
- 148:第一表面
- 152:狹縫閥開口
- 154:匹配網路
- 156:傳輸線
- 158:射頻源
- 160:RF 饋送

I851621

TW I851621 B

162:第一端

164:第二端

170:調整裝置

172:調整裝置



I851621

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】在基板上形成膜層的方法

【英文發明名稱】METHOD FOR FORMING FILM LAYER ON SUBSTRATE

【中文】

本揭示案的實施例描述一種用於沉積膜層的設備和方法，該設備和方法可在一系列沉積和微影曝光製程之後對覆蓋誤差具有最小的影響（contribution）。在一個實例中，一種方法包括：使基板定位在處理腔室中的基板支撐件上，及使包括含矽氣體和反應氣體的沉積氣體混合物透過噴淋頭流到處理腔室，根據基板的應力分佈，該噴淋頭具有面向基板支撐件的凸表面或面向基板支撐件的凹表面。藉由將RF功率施加到該噴淋頭的多個耦接點而在處理腔室中存在沉積氣體混合物的情況下形成電漿，該噴淋頭的該等多個耦接點繞該噴淋頭的中心點對稱地佈置。然後在基板上施行沉積製程。

【英文】

Embodiments of the disclosure describe an apparatus and a method for depositing a film layer that may have minimum contribution to overlay error after a sequence of deposition and lithographic exposure processes. In one example, a method includes positioning a substrate on a substrate support in a process chamber, and flowing a deposition gas mixture comprising a silicon containing gas and a reacting gas to the process chamber through a showerhead having a convex surface facing the substrate support or a concave surface facing the substrate support in accordance with a stress

profile of the substrate. A plasma is formed in the presence of the deposition gas mixture in the process chamber by applying an RF power to multiple coupling points of the showerhead that are symmetrically arranged about a center point of the showerhead. A deposition process is then performed on the substrate.

【指定代表圖】第(1)圖。

【代表圖之符號簡單說明】

- 1 0 0 ... 處理腔室
- 1 0 2 ... 腔室壁
- 1 0 4 ... 基板支撐件
- 1 0 6 ... 噴淋頭
- 1 0 7 ... R F 電源
- 1 0 8 ... 基板
- 1 1 0 ... 氣體源
- 1 1 1 ... 真空泵
- 1 1 2 ... 遠端電漿源
- 1 1 3 ... 閥
- 1 1 4 ... 第一表面
- 1 1 5 ... 氣體通道
- 1 1 6 ... 第二表面
- 1 2 0 ... 第一電極
- 1 2 2 ... 第二電極
- 1 2 4 ... 電源
- 1 2 6 ... 導管
- 1 2 8 ... 軸

- 1 3 0 . . . 第一控制器
- 1 3 2 . . . 電源
- 1 3 4 . . . 導管
- 1 3 6 . . . 第二控制器
- 1 4 0 . . . 擋板
- 1 4 2 . . . 氣體混合體積
- 1 4 4 . . . 反應體積
- 1 4 6 . . . 孔
- 1 4 8 . . . 第一表面
- 1 5 2 . . . 狹縫閥開口
- 1 5 4 . . . 匹配網路
- 1 5 6 . . . 傳輸線
- 1 5 8 . . . 射頻源
- 1 6 0 . . . R F 饋送
- 1 6 2 . . . 第一端
- 1 6 4 . . . 第二端
- 1 7 0 . . . 調整裝置
- 1 7 2 . . . 調整裝置

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】在基板上形成膜層的方法

【英文發明名稱】METHOD FOR FORMING FILM LAYER ON SUBSTRATE

【技術領域】

【0001】 本揭示案的實施例一般係關於一種處理腔室和一種用於減少由在基板的處理期間的膜應力不均勻性引起的膜堆疊覆蓋問題的方法。

【先前技術】

【0002】 生產垂直積體元件的一個長期公認的挑戰是減少在製造過程期間引入的基板和層堆疊的變形。由於在電漿蝕刻或電漿沉積製程期間熱膨脹、電漿非均勻性分佈與/或電漿密度的差異而在一層與下一層之間可能產生各種膜應力，此導致基板表面的局部畸變和不良的覆蓋誤差（overlay error）。當發生覆蓋誤差時，在基板上形成的元件晶粒的大小（size）、尺寸（dimension）或結構可能會不規則地畸變（deform）或變形（distort），從而增加堆疊在其上的膜層之間未對準（misalignment）的可能性，此可能會不利地增加後續製造過程中未對準的可能性。

【發明內容】

【0003】 在一個實施例中，提供了一種用於在基板上形成膜層的方法。該方法包括以下步驟：使基板定位在處理腔室中的基板支撐件上，使包括含矽氣體和反應氣體的沉

積氣體混合物透過噴淋頭流到該處理腔室，根據基板的應力分佈，該噴淋頭具有面向該基板支撐件的凸表面或面向該基板支撐件的凹表面，藉由將RF功率施加到該噴淋頭的多個耦接點而在處理腔室中存在沉積氣體混合物的情況下形成電漿，該噴淋頭的該等多個耦接點繞該噴淋頭的中心點對稱地佈置，及在旋轉基板時施行沉積製程以在基板上沉積膜層。

【0004】 在另一實施例中，該方法包括以下步驟：使基板定位在處理腔室中的基板支撐件上，根據基板的應力分佈，該基板支撐件具有凹基板支撐表面或凸基板支撐表面，使包括含矽氣體與反應氣體的沉積氣體混合物透過噴淋頭流到處理腔室，藉由將RF功率施加到該噴淋頭的多個耦接點而在處理腔室中存在沉積氣體混合物的情況下形成電漿，該噴淋頭的該等多個耦接點繞該噴淋頭的中心點對稱地佈置，及在旋轉基板時施行沉積製程以在基板上沉積膜層。

【0005】 在另一實施例中，該方法包括以下步驟：使基板定位在處理腔室中的基板支撐件上，根據基板的應力分佈，該基板支撐件具有凹基板支撐表面或凸基板支撐表面，使包括含矽氣體和反應氣體的沉積氣體混合物透過噴淋頭流到處理腔室，根據該基板的應力分佈，該噴淋頭具有面向該基板支撐件的凸表面或面向該基板支撐件的凹表面，藉由將RF功率施加到該噴淋頭的多個耦接點而在處理腔室中存在沉積氣體混合物的情況下形成電漿，該噴

淋頭的該等多個耦接點繞該噴淋頭的中心點對稱地佈置，及在旋轉基板時施行沉積製程以將膜層沉積在基板上，以及藉由調整基板支撐件的高度來調節基板上方的邊到邊或前到後的電漿密度。

【圖式簡單說明】

【0006】 本揭示案之特徵已簡要概述於前，並在以下有更詳盡之論述，可以藉由參考所附圖式中繪示之本案實施例以作瞭解。然而，值得注意的是，因為本揭示案可允許其他等效之實施例，故所附圖式僅繪示了示範實施例且不會視為其範圍之限制。

【0007】 第1圖是根據一或多個實施例的處理腔室的示意性截面圖。

【0008】 第2A圖至第2B圖是根據一或多個實施例的噴淋頭的示意性截面圖。

【0009】 第3A圖至第3B圖是根據一或多個實施例的基板支撐件的示意性截面圖。

【0010】 第4圖是根據一個實施例的噴淋頭的示意性頂視圖。

【0011】 第5圖繪示根據一或多個實施例的用於形成膜層的方法。

【0012】 第6A圖至第6B圖是根據第5圖的方法在基板上的膜層的截面圖。

【0013】 第7圖是根據一或多個實施例的階梯狀(stair-like)結構的截面圖。

【0014】 為便於理解，在可能的情況下，使用相同的數字編號代表圖示中相同的元件。可以預期的是，一個實施例中的元件與特徵可有利地用於其他實施例中而無需贅述。

【實施方式】

【0015】 本揭示案的實施例描述一種用於沉積膜層的設備和方法，該設備和方法可在一系列沉積和微影曝光製程之後對覆蓋誤差具有最小的影響（*contribution*）。在一個實施例中，沉積方法可橫跨膜層表面形成具有最小應力變化或平面內變形（*IPD*）的膜層，從而在形成於基板上的每個膜層中提供一致的膜應力。因此，當整合來自一系列沉積和微影曝光製程的所有膜層以形成半導體元件時，可以最小化或消除覆蓋誤差。

【0016】 第1圖是根據一或多個實施例的處理腔室100的示意性截面圖。處理腔室100可以是電漿增強化學氣相沉積（*PECVD*）腔室，其用於沉積介電膜堆疊，如具有交替的氧化物和氮化物層的堆疊或具有交替的氧化物和多晶矽層的堆疊。如第1圖所示，處理腔室100包括腔室壁102、設置在腔室壁102內的基板支撐件104和設置在腔室壁102內的噴淋頭（如氣體分配板）106。基板支撐件104設置在噴淋頭106下方，且經配置用於支撐基板108。基板108可以是假晶圓（*dummy wafer*）或產品晶圓（*production wafer*）。狹縫閥開口152可在腔室壁中形成，狹縫閥開口152用於裝載和卸載一或多個基

板（如基板 108）。真空泵 111 耦接至處理腔室 100 的底部以抽空處理腔室 100。可以選擇性地打開和關閉閥 113 以控制真空泵 111 內的真空度。

【0017】 在操作期間，基板支撐件 104 可旋轉，以使設置在其上的基板 108 旋轉。基板支撐件 104 的旋轉可以是在一個方向（順時針或逆時針）上的連續旋轉，或在相反方向上振盪，如在旋轉 180 度之後改變旋轉方向。基板支撐件 104 的旋轉可以改善沉積膜堆疊的厚度均勻性。在一些實施例中，可將基板支撐件 104 加熱至高溫，如高達 700 攝氏度，以用於高溫製程。

【0018】 RF 電源 107 耦接到設置在噴淋頭 106 上方的擋板 140。擋板 140 和噴淋頭 106 一起界定用於處理腔室 100 的氣體混合體積 142（在擋板 140 和噴淋頭 106 之間）和反應體積 144（在擋板 140 和基板支撐件 104 之間）。穿過擋板 140 形成複數個孔 146。

【0019】 噴淋頭 106 包括面向基板支撐件 104 的第一表面 114 和與第一表面 114 相對的第二表面 116。複數個氣體通道 115 形成在噴淋頭 106 中，複數個氣體通道 115 從第一表面 114 延伸到第二表面 116。調整噴淋頭 106 的大小以覆蓋基板支撐件 104。噴淋頭 106 通常由不銹鋼、鋁（Al）、經陽極處理的鋁、鎳（Ni）或其他 RF 導電材料製成。噴淋頭 106 可以被鑄造、銅焊、鍛造、熱等靜壓（hot isostatically pressed）或燒結。噴淋頭 106 可以是圓形或多邊形的（如矩形或正方形）。

【0020】 氣體源110可耦接至擋板140，用於將一或多個處理氣體輸送到處理腔室100中。遠端電漿源112亦可耦接至噴淋頭106，以將清洗劑（如解離的氟）輸送到處理腔室300中，以從處理腔室硬體（如噴淋頭106）中移除沉積副產物和膜。

【0021】 可在處理腔室100中利用各種方法來最小化或消除基板上的膜堆疊的處理引起的面內變形（IPD）。IPD包括徑向變形和/或平面變形。如本文所使用的，徑向變形是指沿著基板的給定半徑的點之間的變形，其可藉由針對起源於感興趣的兩個點的變形向量計算變形的徑向分量之間的差來確定。如本文中所使用的，平面變形是指可能在基板的小區域或整個表面上發生的膨脹變形（expansion distortion）、旋轉變形和平移變形。可以使用下面論述的各種方法來減少膜堆疊（如具有交替的氧化物和氮化物層的堆疊）的徑向變形和/或平面變形。

【0022】 已經觀察到異型電極（profiled electrode）可以用於減少或消除基板108上的膜堆疊的徑向變形。在一些實施例中，噴淋頭106和基板支撐件104具有曲率以調整基板108上方的電漿密度。在一些實施例中，噴淋頭106和基板支撐件104具有彼此不同的曲率。第2A圖和第2B圖是噴淋頭206的示意性截面側視圖。

【0023】 當觀察到基板108的中心具有比基板108的邊緣更大的拉伸應力時，在基板製程（如具有交替的氧化

物和氮化物層的膜堆疊的沉積製程)期間,可使用凸形噴淋頭和/或凹形基板支撐件,以改變噴淋頭106和基板支撐件104之間間距D1。在各種實施例中,間距D1可在約10密耳(mil)至約30密耳之間的範圍內,如約15密耳。噴淋頭106和基板支撐件104之間間距D1可改變基板108上方的電漿密度,從而導致基板108的中心更為壓縮(compressive)。例如,第2A圖所示的噴淋頭206可用來代替第1圖的噴淋頭106。在此實施例中,噴淋頭206具有面向基板支撐件(未圖示,如第1圖的基板支撐件104)的第一表面204以及與第一表面204相對的第二表面208。噴淋頭206進一步包括形成在噴淋頭206中的複數個氣體通道207,複數個氣體通道207從第一表面204延伸到第二表面208。與第1圖所示的平坦第一表面114不同,第一表面204可具有曲率,如凸表面,如第2A圖所示。由於凸的第一表面204,第一表面204的中心區域比第一表面204的邊緣區域更靠近基板支撐件104或基板108。噴淋頭206的凸表面可以減少中心區域處的間距D1,從而增加基板108的中心區域處的電漿密度。因此,基板108的中心可變得更為壓縮,以平衡(balance out)基板108最初承受的拉伸應力。因此,減少了基板108上的膜堆疊的IPD/覆蓋誤差。

【0024】 另外或替代地,基板支撐件(如第3A圖所示的基板支撐件304)可具有曲率,如凹表面306,如第3A圖所示。基板支撐件304可用於代替第1圖的基板支撐件

104。由於有凹表面306，凹表面306的中心區域比凹表面306的邊緣區域更遠離噴淋頭（未圖示，如第1圖的噴淋頭106）。因此，增加中心區域處の間距D1以減少基板108的中心區域處的電漿密度。基板108的中心可以變得更為壓縮，以平衡基板108最初承受的拉伸應力。可以預期的是，基板支撐件304的凹表面306可以與第2A圖和第2B圖的噴淋頭206、210中的任何一個一起工作，以控制電漿密度，以減少或最小化膜基板108上的堆疊的IPD/覆蓋誤差。

【0025】當觀察到基板108的中心具有比基板108的邊緣更大的壓縮應力時，在基板製程（如具有交替的氧化物和氮化物層的膜堆疊的沉積製程）期間，可使用凹形噴淋頭和/或凸形基板支撐件，以改變噴淋頭106和基板支撐件104之間の間距D1。噴淋頭106和基板支撐件104之間の間距D1可改變基板108上方的電漿密度，從而使得基板108的中心的壓縮較小（less compressive）。例如，第2B圖所示的噴淋頭210可用於代替第1圖的噴淋頭106。在此實施例中，噴淋頭210包括面向基板支撐件的第一表面212（未圖示，如第1圖的基板支撐件104）以及與第一表面212相對的第二表面214。第一表面212可具有曲率，例如凹表面，如第2B圖所示。由於凹的第一表面212，第一表面212的中心區域比第一表面212的邊緣區域離基板支撐件104或基板108更遠。噴淋頭210的凹表面可以減少中心區域處の間距D1，此可降低基板

108的中心區域處的電漿密度。因此，基板108的中心可以變得壓縮性較小，以平衡基板108最初承受的較高的壓縮應力。因此，減少了基板108上的膜堆疊的IPD/覆蓋誤差。

【0026】 另外或替代地，基板支撐件（如第3B圖所示的基板支撐件308）可具有曲率，如凸表面310，如第3B圖所示。基板支撐件308可用於代替第1圖的基板支撐件104。由於有凸表面310，凹表面306的中心區域比凸表面310的邊緣區域更靠近噴淋頭（未圖示，如第1圖的噴淋頭106）。因此，減少中心區域處的間距D1以減少基板108的中心區域處的電漿密度。基板108的中心可以變得壓縮性較小，以平衡基板108最初承受的較高的壓縮應力。可以預期的是，基板支撐件308的凸表面310可以與第2A圖和第2B圖的噴淋頭206、210中的任何一個一起工作，以控制電漿密度，以減少或最小化膜基板108上的堆疊的IPD/覆蓋誤差。

【0027】 在一些實施例中，其可以包括本揭示案中描述的任何其他實施例或與本揭示案中描述的任何其他實施例結合，基板支撐件104可包括兩個或更多個電極，該等電極用於在基板製程（如具有交替的氧化物和氮化物層的膜堆疊的沉積製程）期間徑向地調節基板108上方的電漿密度。例如，在第1圖所示的實施例中，第一電極120可被嵌入在基板支撐件104內或耦接到基板支撐件104的表面。第一電極120可以是板、穿孔板、網孔（mesh）、

線網或以任何其他分佈來佈置的導電元件。第二電極 122 亦可嵌入基板支撐件 104 內或耦接到基板支撐件 104 的表面。同樣地，第二電極 122 可以是板、穿孔板、網孔、線網或以任何其他分佈來佈置的導電元件。在一個實施例中，第一電極 120 和第二電極 122 都是網孔。第一電極 120 可以在第一高度處橫跨基板支撐件 104 擴展。第一電極 120 的長度可等於基板 108 的直徑。第二電極 122 可以在不同於第一高度的第二高度處設置在基板支撐件 104 的邊緣區域處。在可與其他實施例組合的一個實施例中，第二高度高於第一高度。在可與其他實施例結合的一個實施例中，第二高度低於第一高度。第二電極 122 設置在第一電極 120 的徑向外側，且可與第一電極 120 的一部分重疊或可不與第一電極 120 的一部分重疊。

【0028】 第一電極 120 藉由導管 126（如設置在基板支撐件 104 中的軸 128 中的纜線）耦接至電源 124。第一控制器 130（如阻抗匹配電路）可設置在電源 124 和第一電極 120 之間，以獨立地控制在基板支撐件 104 的內部區域處的第一電極 120 的阻抗。電源 124 可以是 DC 功率、脈衝 DC 功率、RF 偏壓功率、脈衝 RF 源或偏壓功率或其組合。第二電極 122 藉由導管 134（如設置在基板支撐件 104 中的軸 128 中的纜線）耦接到電源 132。第二控制器 136（如阻抗匹配電路）可設置在電源 132 和第二電極 122 之間，以獨立地控制在基板支撐件 104 的外部區域處的第二電極 122 的阻抗。外部區域圍繞內部區域且可具有

徑向距離，該徑向距離覆蓋從基板的邊緣到基板支撐件 104 的邊緣的區域。內部區域可具有至少等於基板直徑的徑向距離。電源 132 可以是 DC 功率、脈衝 DC 功率、RF 偏壓功率、脈衝 RF 源或偏壓功率或其組合。因此，第一電極 120 和第二電極 122 可以獨立地控制阻抗。

【0029】 當觀察到基板 108 的中心具有比基板 108 的邊緣更大的壓縮應力時，第二控制器 136 可以經配置使得在基板製程（如具有交替的氧化物和氮化物層的膜堆疊的沉積製程）期間，在外部區域處的第二電極 122 的阻抗低於在內部區域的阻抗。或者，第一控制器 130 可以經配置使在內部區域處的阻抗高於在外部區域處的阻抗。在任一情況下，基板支撐件 104 的外部區域處的較低阻抗可以導致更多電漿耦接到外部區域，使得基板 108 在邊緣區域處具有較高的壓縮應力。因此，實現橫跨基板 108 的應力均勻性，從而減少或消除基板 108 上的膜堆疊的徑向變形。

【0030】 當觀察到基板 108 的中心具有比基板 108 的邊緣較小的壓縮應力時，第二控制器 136 可以經配置使得在基板製程（如具有交替的氧化物和氮化物層的膜堆疊的沉積製程）期間，在外部區域處的第二電極 122 的阻抗高於在內部區域處的阻抗。或者，第一控制器 130 可以經配置使在內部區域處的阻抗低於在外部區域處的阻抗。在任一情況下，基板支撐件 104 的外部區域處的較高阻抗可以導致較少的電漿耦接到外部區域，使得基板 108 在邊緣區域處具有較少的壓縮應力。因此，實現橫跨基板 108 的應

力均勻性，從而減少或消除基板 108 上的膜堆疊的徑向變形。

【0031】 在可以包括本揭示案中描述的任何其他實施例或與本揭示案中描述的任何其他實施例結合的一些實施例中，擋板 140 的孔 146 可經配置用於在基板製程（如具有交替的氧化物和氮化物層的膜堆疊的沉積製程）期間調節沉積速率。當觀察到基板 108 的中心具有比基板 108 的邊緣更大的壓縮應力時，如第 1 圖所示，擋板 140 在中心區域處的孔 146 可以比在擋板 140 的邊緣區域處的孔更多。例如，中心區域處的孔 146 可具有第一密度，及邊緣區域處的孔 146 可具有第二密度，且第一密度與第二密度的比可以為約 1.2:1 至約 5:1，如約 1.5:1 至約 3:1。

【0032】 可以藉由將在（面向基板支撐件 104 的）第一表面 148 處的孔 146 的開口所界定的總面積除以所量測區域中的擋板 140 的第一表面 148 的總面積來計算孔 146 的密度。在擋板 140 的中心區域處的孔 146 的密度可以在約 10% 至約 100% 的範圍內，如在約 60% 至約 100% 的範圍內。孔 146 的密度在中心區域中比邊緣區域高，以增加在中心區域中的氣流。從中心區域到邊緣區域的密度變化應該是平緩且平滑的，以確保均勻且平滑的沉積和膜特性分佈。在擋板 140 的中心處較高密度的孔 146 可以增加氣體混合體積 142 的中心區域中的氣流，從而增加反應體積 144 的中心區域中的氣流和電漿密度。因此，膜堆疊將在基板 108 的中心區域處具有較高的沉積速率。藉由在

基板 108 的中心區域處具有較高的沉積速率，基板 108 的中心可變得比基板 108 的邊緣的壓縮性更低。因此，減少或最小化基板 108 上的膜堆疊的 IPD（如徑向變形）和覆蓋誤差。

【0033】 當觀察到基板 108 的中心具有比基板 108 的邊緣小的壓縮應力時，擋板 140 在中心區域處的孔 146 的數量可以少於擋板 140 的邊緣區域處的孔的數量。例如，中心區域處的孔 146 可具有第一密度，及邊緣區域處的孔 146 可具有第二密度，且第一密度與第二密度的比可以為約 1:1.2 至約 1:5，如約 1:1.5 至約 1:3。

【0034】 在此實施例中，在擋板 140 的中心區域處的孔 146 的密度可以在約 10% 至約 100% 的範圍內，如在約 10% 至約 40% 的範圍內。孔 146 的密度在中心區域中比在邊緣區域低，減少了在中心區域中的氣流。從中心區域到邊緣區域的密度變化應該是平緩且平滑的，以確保均勻且平滑的沉積和膜特性分佈。在擋板 140 的中心處較低密度的孔 146 可以減少氣體混合體積 142 的中心區域中的氣流，從而降低反應體積 144 的中心區域中的氣流和電漿密度。因此，膜堆疊將在基板 108 的中心區域處具有較低的沉積速率。藉由在基板 108 的中心區域處具有較低的沉積速率，基板 108 的中心可變得比基板 108 的邊緣的壓縮性更多（*more compressive*）。如此一來，減少或最小化基板 108 上的膜堆疊的 IPD（如徑向變形）/ 覆蓋誤差。

【0035】 孔146的密度的設計概念亦可應用於氣體通道115的設計，以改善中心到邊緣的均勻性。

【0036】 在各種實施例中，匹配網路154可設置在處理腔室100的頂部上方。匹配網路154可藉由傳輸線156電連接到射頻（RF）源158。射頻功率可由射頻源158產生，並由RF饋送160施加到噴淋頭106。RF饋送160可具有電耦接到匹配網路154的第一端162和電耦接到噴淋頭106的第二端164。RF饋送160可由彈性導電材料（如銅帶）製成。如將在下面更詳細地論述的，RF饋送160的第二端164可耦接到噴淋頭106上的不同位置，以減少電漿不均勻性。

【0037】 第4圖是根據一個實施例的噴淋頭406的示意性頂視圖。噴淋頭406可代替第1圖的噴淋頭106使用。如第4圖所示，噴淋頭406可以是圓形的且具有背向（face away from）基板支撐件104（第1圖）的頂表面408。複數個耦接點410a、410b、410c、410d可位於噴淋頭406的頂表面408上。如第1圖所示，每個耦接點410a-410d可用於固定RF饋送160的第二端（如第二端164）。耦接點410a-410d設置在繞噴淋頭406的中心點412對稱的噴淋頭406的位置處。在基板製程（如具有交替的氧化物和氮化物層的膜堆疊之沉積製程）期間，RF電源402經由傳輸線（統稱為414）電耦接到在多個位置處的耦接點。匹配網路403（如匹配網路154）可設置在RF電源402和耦接點410a-410d之間。耦接點

410a-410d以對稱方式佈置，以改善基板108（第1圖）上方的電漿均勻性。因此，降低了IPD殘留均勻性（IPD residual uniformity）。

【0038】儘管在第4圖中圖示了四個耦接點410a-410d，但是可以設想有更多或較少的耦接點。在一實施例中，利用六個耦接點。在另一個實施例中，利用八個耦接點。在又一個實施例中，利用單一耦接點且可將該單一耦接點設置在噴淋頭406的中心處。當使用多個耦接點時，可將耦接點對稱地佈置在噴淋頭106處，以減小或消除基板108上的膜堆疊的平面和/或殘留變形。可以預期的是，若將RF功率耦接到基板支撐件，則本案描述的概念亦可以應用於基板支撐件。在該情況下，一或多個RF饋送可以耦接到基板支撐件104的電極（如第1圖中所示的第一電極120和/或第二電極122）的多個位置。

【0039】在基板製程期間，亦可使用其他方法來幫助減少或消除基板108上的膜堆疊的平面和/或殘留變形。例如，如第1圖所示，調整裝置170、172可附接到基板支撐件104的底部。調整裝置170、172可相對於穿過軸128的縱向方向的中心軸（未圖示）對稱地設置。調整裝置170、172可延伸穿過處理腔室100的底部，並在基板製程期間、之前或之後旋轉，以調整基板支撐件104的水平度。調整裝置170、172可以是適合於調整基板支撐件104的高度的任何裝置或機構。可以改變基板支撐件104

的水平度，以調節基板 108 上方的邊到邊或前到後的電漿密度。因此，獲得膜堆疊的均勻的邊到邊應力分佈。

【0040】 在可以包括本揭示案中描述的任何其他實施例或與本揭示案中描述的任何其他實施例結合的一些實施例中，可以藉由在基板製程（如具有交替的氧化物和氮化物層的膜堆疊的沉積製程）期間旋轉基板支撐件 104 來減少或消除膜堆疊的平面變形。基板支撐件 104 的旋轉可以是在一個方向上的連續旋轉，或者是在相反的方向上振盪，如在旋轉 180 度之後改變旋轉方向。在一個實施例中，膜堆疊的沉積被分成兩個沉積製程，其中基板 108 旋轉 180 度以消除 IPD 平面變形。例如，膜堆疊可包括總共約 2 至 90 對氧化物層和氮化物層，且可在基板支撐件 104 保持靜止的情況下沉積膜堆疊的前半部分（如 1 至 45 對氧化物層和氮化物層），以及可在使基板支撐件 104 旋轉 180 度的情況下沉積膜堆疊的後半部分（如 46 至 90 對氧化物層和氮化物層），從而補償 IPD 變形所引起的膜沉積分佈的差異。因此，改善了沉積膜堆疊的厚度均勻性。

【0041】 可以預期的是，本案描述的概念可以等同地應用於多個沉積製程。例如，在基板 108 旋轉 120 度的情況下，可以將膜堆疊的沉積分為三個沉積製程。或者，在基板 108 旋轉 90 度的情況下，可以將膜堆疊的沉積分成四個沉積，依此類推。

【0042】 由於噴淋頭 106 或電極的大面積，施加於噴淋頭 106 或電極的 RF 電壓可能具有使電漿變形（distort）

的干涉波圖案 (interference wave pattern)。波干涉圖案的一個實例是駐波。駐波可能發生在電極 (如噴淋頭 106) 的中心處或中心附近。因為電漿由於駐波效應或干涉波圖案而沒有均勻地分佈，所以沉積在基板 108 上的膜堆疊在橫跨基板 108 上的厚度可能不均勻。如此一來，膜應力均勻性受到損害 (compromise)。

【0043】 為了改善電漿的均勻性，可以在基板製程 (例如具有交替的氧化物和氮化物層的膜堆疊的沉積製程) 期間以低 RF 頻率將 RF 功率施加到電極 (如噴淋頭 106)。低 RF 頻率可以在約 0.3 MHz 到約 60 MHz 的範圍內，如約 13.56 MHz 到約 40 MHz。在一個實施例中，低 RF 頻率為約 14 MHz 至約 27 MHz。使用較低的 RF 頻率可能導致 RF 功率以較短的波長傳輸。例如，13.56 MHz 的 RF 頻率對應於 22 公尺的波長，而 27 MHz 的 RF 頻率對應於 11 公尺的波長。發現以較短波長傳送的 RF 功率與噴淋頭 106 相當或相同數量級 (order)。因此，可以減輕在噴淋頭 106 的中心處或中心附近出現的駐波效應或干涉波圖案。

【0044】 具有低 RF 頻率的 RF 功率可以透過多個耦接點 (如上所述設置在噴淋頭 106 上的耦接點 410a-410d) 施加到電極。另外或替代地，可以將具有低 RF 頻率的 RF 功率施加到基板支撐件 104 的電極，如第 1 圖中所示的第一電極 120 和 / 或第二電極 122。

【0045】 可以預期的是，將低RF頻率施加到電極的方法可以與本揭示案中論述的任何實施例結合。例如，在一些實施例中，低RF頻率可以與凸或凹噴淋頭106和/或凸或凹基板支撐件104結合使用，以將間距D1（第1圖）保持在15密耳。在一實施例中，低RF頻率可與多個RF饋送位置以及凸或凹噴淋頭106和/或凸或凹基板支撐件104結合使用，以將間距D1保持在15密耳。在一些實施例中，可以將低RF頻率與以下各者結合使用以將間距D1保持在預定範圍內或一預定值（如15密耳）：多個RF饋送位置、在擋板的中心區域處的孔的不同密度、及凸或凹的噴淋頭106和/或凸或凹的基板支撐件104。

【0046】 可以以任何順序組合各種實施例以施行基板製程，如具有交替的氧化物和氮化物層的膜堆疊的沉積製程。第5圖繪示用於形成膜層（如介電層）的方法500，該膜層隨後可用於形成半導體元件的閘極結構。在一個實例中，膜層可用於形成三維（3D）反及（NAND）半導體應用的閘極結構。在製造三維（3D）NAND半導體應用中，階梯狀的氧化物-氮化物對結構通常用於高深寬比的閘極堆疊NAND單元，以增加電路密度。

【0047】 第5圖中描述的順序對應於第6A圖至第6B圖中描述的製造階段，此將在下面論述。方法500藉由將基板602提供到沉積處理腔室（如第1圖所示的處理腔室100）中而在操作502處開始。基板602具有形成在其上的第一膜層606。第一膜層606可以是包含氧化矽的層、

包含氮化矽的層、含矽層，所述含矽層諸如，非晶矽層、多晶矽層或任何適當的晶體矽層。在圖 6 A 所示的實例中，第一膜層 606 是包含氧化矽的層，如氧化矽層。基板 602 可以是諸如以下材料：晶體矽（例如， $\text{Si}\langle 100 \rangle$ 或 $\text{Si}\langle 111 \rangle$ ）、氧化矽、應變矽、矽鍺、摻雜或無摻雜多晶矽、絕緣體上的摻雜或無摻雜矽晶圓以及圖案化或非圖案化的晶圓矽（SOI）、碳摻雜氧化矽、氮化矽、摻雜矽、鍺、砷化鎵、玻璃、或藍寶石。

【0048】 在操作 504，將沉積氣體混合物提供到處理腔室中，以在第一膜層 606 上形成第二膜層 608（如包含氮化矽的層），如圖 6 B 所示。沉積氣體混合物可包括含矽氣體和反應氣體。合適的含矽氣體可包括但不限於矽烷（ SiH_4 ）、乙矽烷（ Si_2H_6 ）、四氟化矽（ SiF_4 ）、四氯化矽（ SiCl_4 ）、二氯矽烷（ SiH_2Cl_2 ）、四乙氧基矽烷（tetraethyl orthosilicate; TEOS）等。反應氣體可以用於形成含氧化矽層的含氧氣體、用於形成含氮化矽層的含氮氣體或用於形成含碳化矽層的含碳氣體。含氧氣體的合適實例包括 O_2 、 N_2O 、 NO_2 、 O_3 、 H_2O 等。含氮氣體的合適實例包括 N_2 、 N_2O 、 NO_2 、 NH_3 、 N_2H_2 等。含碳氣體的合適實例包括 CO_2 、 CO 、 CH_4 、 CF_4 ，其他適當的碳基聚合物氣體等。沉積氣體混合物中可包含一種或多種惰性氣體。惰性氣體可包括但不限於稀有氣體，如 Ar、He 和 Xe 或 N_2 等。腔室壓力可維持在約 10 m Torr 至約 15 Torr 之間的範圍內，且基板溫度可維持在約攝氏

200度至約攝氏700度之間的範圍內。根據基板的應力分佈，處理腔室的噴淋頭和/或基板支撐件可具有曲率，以在噴淋頭和基板支撐件之間獲得預定的間距，如以上關於第1圖、第2A圖、第2B圖、第3A圖和第3B圖所論述的約10密耳至約30密耳。

【0049】 在操作506，RF功率由電源（如射頻（RF）源158（第1圖））產生，且RF功率耦接至沉積氣體混合物以輔助沉積氣體混合物解離成電漿中的反應物質。如上所述，RF功率可以在約13.56 MHz至約40 MHz的低RF頻率下操作，如約27 MHz。RF功率可以在約10瓦至約5000瓦下操作，如約500瓦。可以由一或多個電源（如電源124、132）以如上所述之方式提供RF偏壓功率，以改善沉積製程期間的電漿密度。可以以300 kHz的頻率在約10瓦至約100瓦之間提供RF偏壓功率。在一個實施例中，RF偏壓功率可以脈衝式的，且在約500 Hz至約10 kHz之間的RF頻率下以約10%至約95%之間的工作週期（duty cycle）。除非另外說明，否則在具有以下一種直徑的基板上執行本文所述的實施例和示例：200 mm直徑、300 mm直徑，和450 mm直徑。

【0050】 在操作508，當由沉積氣體混合物形成電漿時，基板支撐件（如基板支撐件104（第1圖））可以以連續方式旋轉，或者以相反的方向振盪（如在旋轉180度之後改變旋轉方向），以幫助基板以更均勻的方式暴露於電漿。取決於如上所論述所分成的沉積製程的數量，基板

支撐件 104 可在約 1° 至約 360° 之間旋轉，如在約 30° 至約 270° 之間，例如在約 90° 至約 180° 之間旋轉。在整個沉積製程中，基板支撐件可繼續旋轉基板。

【0051】 在操作 510，將第二膜層 608 沉積到期望的厚度。在沉積到期望的厚度之後，接著終止沉積製程。在一個實例中，第二膜層 608 可具有介於約 10 nm 至約 60 nm 之間的厚度，如約 30 nm 。在第二膜層 608 是氮化矽層的實例中，氮化矽層可以具有約 -200 MPa 至約 $+1200\text{ MPa}$ 之間的應力範圍，且應力均勻性 (stress uniformity) 小於 50% 。第二膜層 608 可具有小於 $50\text{ }\mu\text{m}$ 的局部彎曲 (bow) 範圍。應注意，如本案所論述的應力均勻性 (U%) 是指跨基板表面量測到的絕對應力值的變化 (Δ) (例如，從 9 點、49 點，或 69 點應力量測中獲得的最大應力值與最小應力值之間的變化) 除以從膜層量測到的應力的平均值 (σ) (例如，從 9 點、49 點，或 69 點應力量測中獲得的應力值的平均值) (諸如， $\sigma / \Delta = U\%$)。

【0052】 可重複地施行用於形成第一膜層 606 和第二膜層 608 的沉積製程以形成膜堆疊 702，然後可對膜堆疊 702 圖案化以形成用於 3D NAND 半導體元件的階梯狀結構。第 7 圖繪示根據一或多個實施例的階梯狀結構 704 的截面圖。在第 7 圖所示的實例中，膜堆疊 702 可包括上面論述的第一膜層 606 和第二膜層 608 的交替層 (以 606a、608a、606b、608b……606n、608n 表示)。

膜堆疊702可具有在約600 nm至約4000 nm之間的總厚度。膜堆疊702可包括總共約5至90對的第一膜層606和第二膜層608。在隨後的圖案化或蝕刻製程中，光阻劑層可以用於順序地修整成不同的尺寸，同時用作階梯狀結構704的蝕刻遮罩以完成3D NAND半導體元件的閘極結構。

【0053】 儘管前面所述係針對本揭示案的實施例，但在不背離本揭示案的基本範圍下，可設計本揭示案的其他與進一步的實施例，且本揭示案的範圍由以下專利申請範圍所界定。

【符號說明】

【0054】

100	...	處理腔室
102	...	腔室壁
104	...	基板支撐件
106	...	噴淋頭
107	...	RF電源
108	...	基板
110	...	氣體源
111	...	真空泵
112	...	遠端電漿源
113	...	閥
114	...	第一表面
115	...	氣體通道

1 1 6	...	第二表面
1 2 0	...	第一電極
1 2 2	...	第二電極
1 2 4	...	電源
1 2 6	...	導管
1 2 8	...	軸
1 3 0	...	第一控制器
1 3 2	...	電源
1 3 4	...	導管
1 3 6	...	第二控制器
1 4 0	...	擋板
1 4 2	...	氣體混合體積
1 4 4	...	反應體積
1 4 6	...	孔
1 4 8	...	第一表面
1 5 2	...	狹縫閥開口
1 5 4	...	匹配網路
1 5 6	...	傳輸線
1 5 8	...	射頻源
1 6 0	...	R F 饋送
1 6 2	...	第一端
1 6 4	...	第二端
1 7 0	...	調整裝置
1 7 2	...	調整裝置

2 0 4	...	第一表面
2 0 6	...	噴淋頭
2 0 7	...	氣體通道
2 0 8	...	第二表面
2 1 0	...	噴淋頭
2 1 2	...	第一表面
2 1 4	...	第二表面
3 0 0	...	處理腔室
3 0 4	...	基板支撐件
3 0 6	...	凹表面
3 0 8	...	基板支撐件
3 1 0	...	凸表面
4 0 2	...	R F 電源
4 0 3	...	匹配網路
4 0 6	...	噴淋頭
4 0 8	...	頂表面
4 1 0 a	...	耦接點
4 1 0 b	...	耦接點
4 1 0 c	...	耦接點
4 1 0 d	...	耦接點
4 1 2	...	中心點
5 0 0	...	方法
5 0 2	...	操作
5 0 4	...	操作

- 5 0 6 ... 操 作
- 5 0 8 ... 操 作
- 5 1 0 ... 操 作
- 6 0 2 ... 基 板
- 6 0 6 ... 第 一 膜 層
- 6 0 8 ... 第 二 膜 層
- 7 0 2 ... 膜 堆 疊
- 7 0 4 ... 階 梯 狀 結 構

【生物材料寄存】

【 0 0 5 5 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 5 6 】 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】 一種在一基板上形成一膜層的方法，包括以下步驟：

使一基板定位在一處理腔室中的一基板支撐件上；

使包括含矽氣體和反應氣體的一沉積氣體混合物透過一噴淋頭流到該處理腔室，根據該基板的一壓縮應力分佈或一拉伸應力分佈，該噴淋頭具有面向該基板支撐件的一凸表面或面向該基板支撐件的一凹表面；

藉由將一 RF 功率施加到該噴淋頭的多個耦接點而在該處理腔室中存在該沉積氣體混合物的情況下形成一電漿，該噴淋頭的該等多個耦接點繞該噴淋頭的一中心點對稱地佈置；

在旋轉基板時施行沉積製程以在基板上沉積膜層；
及

藉由以下步驟使該沉積氣體混合物輸送穿過設置在該噴淋頭之上的一擋板：

若該基板的一中心區域的一壓縮應力比該基板的一邊緣區域的一壓縮應力高，則使該沉積氣體混物流過具有一第一密度的該擋板的該中心區域處的孔和具有一第二密度的該擋板的該邊緣區域處的孔，該第二密度低於該第一密度；或

若該基板的該中心區域的一壓縮應力比該基板

的該邊緣區域的一壓縮應力低，則使該沉積氣體混
合物流過具有一第三密度的該擋板的該中心區域處
的孔和具有一第四密度的該擋板的該邊緣區域處的
孔，該第四密度高於該第三密度。

【請求項2】 如請求項1所述之方法，其中該含矽氣體
包括以下各者中的至少一個：矽烷、乙矽烷、四氟化
矽、四氯化矽、二氯矽烷和四乙氧基矽烷；且其中該
反應氣體包括以下各者中的至少一個：含氧氣體、含
氮氣體和含碳氣體。

【請求項3】 如請求項1所述之方法，進一步包括以下
步驟：

藉由在該沉積製程期間調整該基板支撐件的一高度
來調節該基板上方的邊到邊（side-to-side）或前到
後（front-to-back）的電漿密度。

【請求項4】 如請求項1所述之方法，其中該膜層係包
含一第一膜層與一第二膜層的一膜堆疊，該第二膜層
設置在該第一膜層上，該第一膜層與該第二膜層交替
且重複地形成於該膜堆疊上，且該膜堆疊具有小於
200 μm 的一局部彎曲（bow）範圍。

【請求項5】 如請求項4所述之方法，其中該第一膜層
係氧化矽層，且該第二膜層係氮化矽層。

【請求項6】 一種在一基板上形成一膜層的方法，包括

以下步驟：

使一基板定位在一處理腔室中的一基板支撐件上；

使包括含矽氣體和反應氣體的一沉積氣體混合物透過一噴淋頭流到該處理腔室，根據該基板的一壓縮應力分佈或一拉伸應力分佈，該噴淋頭具有面向該基板支撐件的一凸表面或面向該基板支撐件的一凹表面；

藉由將一 RF 功率施加到該噴淋頭的多個耦接點而在該處理腔室中存在該沉積氣體混合物的情況下形成一電漿，該噴淋頭的該等多個耦接點繞該噴淋頭的一中心點對稱地佈置；

在旋轉基板時施行沉積製程以在基板上沉積膜層；及藉由以下步驟調節該基板上方的電漿密度：

若該基板的一中心區域的一壓縮應力比該基板的一邊緣區域處的一壓縮應力高，則將該基板支撐件的一外部區域處的一第一電極保持在一第一阻抗，以及將該基板的一內部區域處的一第二電極保持在一第二阻抗，該第二阻抗高於該第一阻抗；或

若該基板的該中心區域的一壓縮應力比該基板的該邊緣區域處的一壓縮應力低，則將該基板支撐件的該外部區域處的該第一電極保持在一第三阻抗，以及將該基板的該內部區域處的該第二電極保持在一第四阻抗，該第四阻抗低於該第三阻抗。

【請求項7】 一種在一基板上形成一膜層的方法，包括以下步驟：

使一基板定位在一處理腔室中的一基板支撐件上，根據該基板的一壓縮應力分佈或一拉伸應力分佈，該基板支撐件具有一凹基板支撐表面或一凸基板支撐表面；

使包括含矽氣體與反應氣體的一沉積氣體混合物透過一噴淋頭流到一處理腔室；

藉由將一 RF 功率施加到該噴淋頭的多個耦接點而在該處理腔室中存在該沉積氣體混合物的情況下形成一電漿，該噴淋頭的該等多個耦接點繞該噴淋頭的一中心點對稱地佈置；

在旋轉基板時施行沉積製程以在基板上沉積膜層；及

藉由以下步驟使該沉積氣體混合物輸送通過設置在該噴淋頭之上的一擋板：

若該基板的一中心區域的一壓縮應力比該基板的一邊緣區域的一壓縮應力高，則使該沉積氣體混物流過具有一第一密度的該擋板的該中心區域處的孔和具有一第二密度的該擋板的該邊緣區域處的孔，該第二密度低於該第一密度；或

若該基板的該中心區域的一壓縮應力比該基板的

該邊緣區域的一壓縮應力低，則使該沉積氣體混合物流過具有一第三密度的該擋板的該中心區域處的孔和具有一第四密度的該擋板的該邊緣區域處的孔，該第四密度高於該第三密度。

【請求項8】 如請求項7所述之方法，其中該含矽氣體包括以下各者中的至少一個：矽烷、乙矽烷、四氟化矽、四氯化矽、二氯矽烷和四乙氧基矽烷；且其中該反應氣體包括以下各者中的至少一個：含氧氣體、含氮氣體和含碳氣體。

【請求項9】 如請求項7所述之方法，進一步包括以下步驟：

藉由在該沉積製程期間調整該基板支撐件的一高度來調節該基板上方的邊到邊或前到後的電漿密度。

【請求項10】 如請求項7所述之方法，其中該膜層係包含一第一膜層與一第二膜層的一膜堆疊，該第二膜層設置在該第一膜層上，該第一膜層與該第二膜層交替且重複地形成於該膜堆疊上，且該膜堆疊具有小於200 μm 的一局部彎曲範圍。

【請求項11】 如請求項10所述之方法，其中該第一膜層係氧化矽層，且該第二膜層係氮化矽層。

【請求項12】 一種在一基板上形成一膜層的方法，包括以下步驟：

使一基板定位在一處理腔室中的一基板支撐件上，根據該基板的一壓縮應力分佈或一拉伸應力分佈，該基板支撐件具有一凹基板支撐表面或一凸基板支撐表面；

使包括含矽氣體與反應氣體的一沉積氣體混合物透過一噴淋頭流到一處理腔室；

藉由將一 RF 功率施加到該噴淋頭的多個耦接點而在該處理腔室中存在該沉積氣體混合物的情況下形成一電漿，該噴淋頭的該等多個耦接點繞該噴淋頭的一中心點對稱地佈置；

在旋轉基板時施行沉積製程以在基板上沉積膜層；及

藉由以下步驟調節該基板上方的電漿密度：

若該基板的一中心區域的一壓縮應力比該基板的一邊緣區域處的一壓縮應力高，則將該基板支撐件的一外部區域處的一第一電極保持在一第一阻抗，以及將該基板的一內部區域處的一第二電極保持在一第二阻抗，該第二阻抗高於該第一阻抗；或

若該基板的該中心區域的一壓縮應力比該基板的該邊緣區域處的一壓縮應力低，則將該基板支撐件的該外部區域處的該第一電極保持在一第三阻抗，以及將該基板的該內部區域處的該第二電極保持在

一第四阻抗，該第四阻抗低於該第三阻抗。

【請求項13】一種在一基板上形成一膜層的方法，包括以下步驟：

使一基板定位在一處理腔室中的一基板支撐件上，根據該基板的一壓縮應力分佈或一拉伸應力分佈，該基板支撐件具有一凹基板支撐表面或一凸基板支撐表面；

使包括含矽氣體和反應氣體的一沉積氣體混合物透過一噴淋頭流到一處理腔室，根據該基板的一壓縮應力分佈或一拉伸應力分佈，該噴淋頭具有面向該基板支撐件的一凸表面或面向該基板支撐件的一凹表面；

藉由將一 RF 功率施加到該噴淋頭的多個耦接點而在該處理腔室中存在該沉積氣體混合物的情況下形成一電漿，該噴淋頭的該等多個耦接點繞該噴淋頭的一中心點對稱地佈置；

在旋轉該基板時施行一沉積製程以將一膜層沉積在該基板上以及藉由調整該基板支撐件的一高度來調節該基板上方的邊到邊或前到後的電漿密度；及

藉由以下步驟使該沉積氣體混合物輸送通過設置在該噴淋頭之上的一擋板：

若該基板的一中心區域的一壓縮應力比該基板的一邊緣區域的一壓縮應力高，則使該沉積氣體混合

物流過具有一第一密度的該擋板的該中心區域處的孔和具有一第二密度的該擋板的該邊緣區域處的孔，該第二密度低於該第一密度；或

若該基板的該中心區域的一壓縮應力比該基板的該邊緣區域的一壓縮應力低，則使該沉積氣體混合物物流過具有一第三密度的該擋板的該中心區域處的孔和具有一第四密度的該擋板的該邊緣區域處的孔，該第四密度高於該第三密度。

【請求項14】如請求項13所述之方法，其中該含矽氣體包括以下各者中的至少一個：矽烷、乙矽烷、四氟化矽、四氯化矽、二氯矽烷和四乙氧基矽烷；且其中該反應氣體包括以下各者中的至少一個：含氧氣體、含氮氣體和含碳氣體。

【請求項15】如請求項13所述之方法，其中該膜層係包含一第一膜層與一第二膜層的一膜堆疊，該第二膜層設置在該第一膜層上，該第一膜層與該第二膜層交替且重複地形成於該膜堆疊上，且該膜堆疊具有小於200 μm 的一局部彎曲範圍。

【請求項16】如請求項15所述之方法，其中該第一膜層係氧化矽層，且該第二膜層係氮化矽層。

【請求項17】一種在一基板上形成一膜層的方法，包括以下步驟：

使一基板定位在一處理腔室中的一基板支撐件上，根據該基板的一壓縮應力分佈或一拉伸應力分佈，該基板支撐件具有一凹基板支撐表面或一凸基板支撐表面；

使包括含矽氣體和反應氣體的一沉積氣體混合物透過一噴淋頭流到一處理腔室，根據該基板的一壓縮應力分佈或一拉伸應力分佈，該噴淋頭具有面向該基板支撐件的一凸表面或面向該基板支撐件的一凹表面；

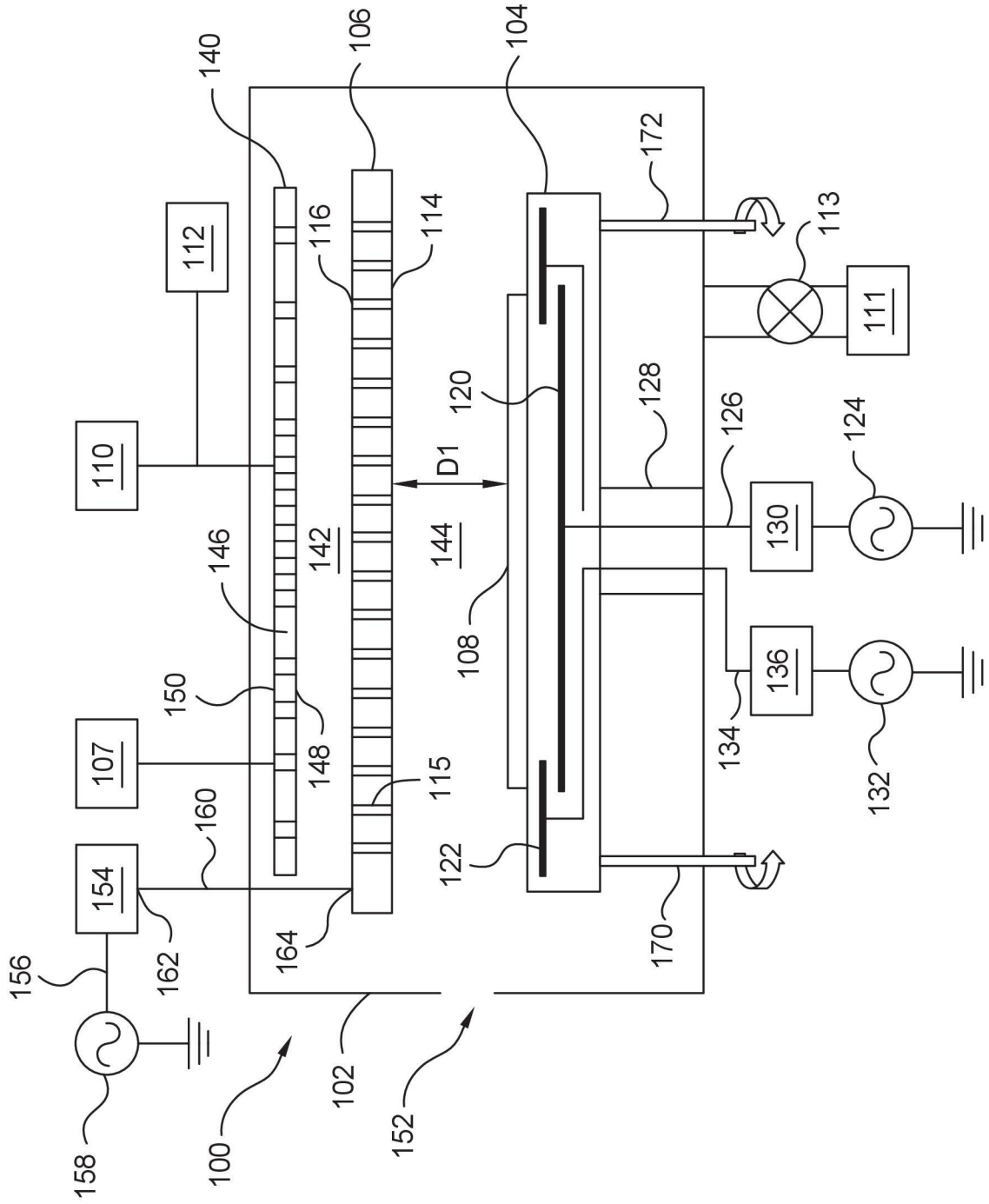
藉由將一 RF 功率施加到該噴淋頭的多個耦接點而在該處理腔室中存在該沉積氣體混合物的情況下形成一電漿，該噴淋頭的該等多個耦接點繞該噴淋頭的一中心點對稱地佈置；及

在旋轉該基板時施行一沉積製程以將一膜層沉積在該基板上以及藉由調整該基板支撐件的一高度來調節該基板上方的邊到邊或前到後的電漿密度；及其中調整該基板上方的該邊到邊或前到後的電漿密度的該步驟包括以下步驟：

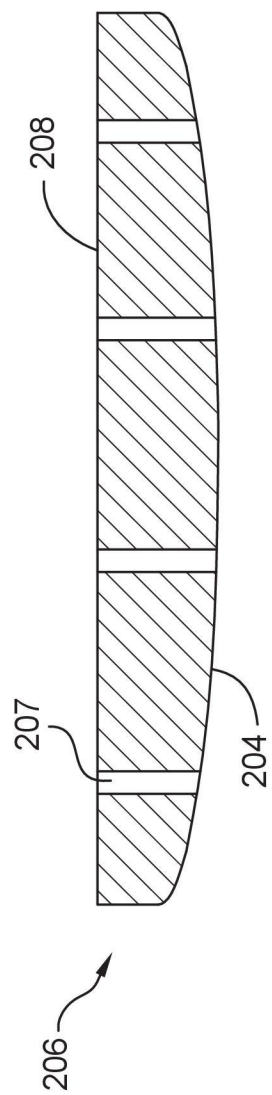
若該基板的一中心區域的一壓縮應力比該基板的一邊緣區域處的一壓縮應力高，則將該基板支撐件的一外部區域處的一第一電極保持在一第一阻抗，以及將該基板的一內部區域處的一第二電極保持在一第二阻抗，該第二阻抗高於該第一阻抗；或

若該基板的該中心區域的一壓縮應力比該基板的該邊緣區域處的一壓縮應力低，則將該基板支撐件的該外部區域處的該第一電極保持在一第三阻抗，以及將該基板的該內部區域處的該第二電極保持在一第四阻抗，該第四阻抗低於該第三阻抗。

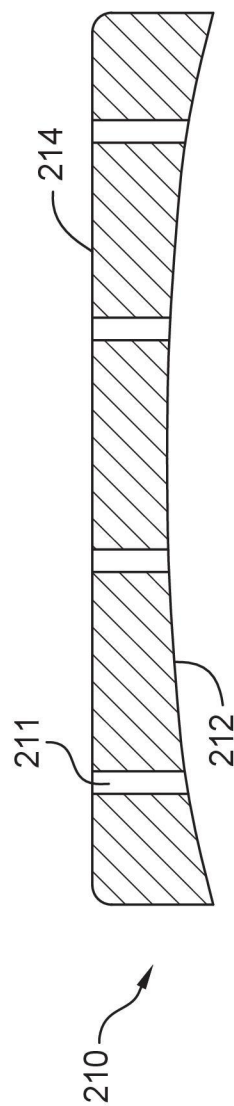
【發明圖式】



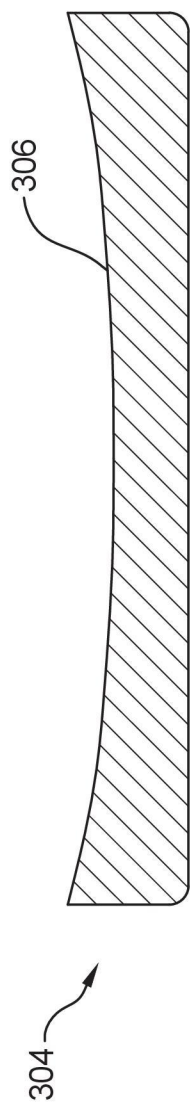
第1圖



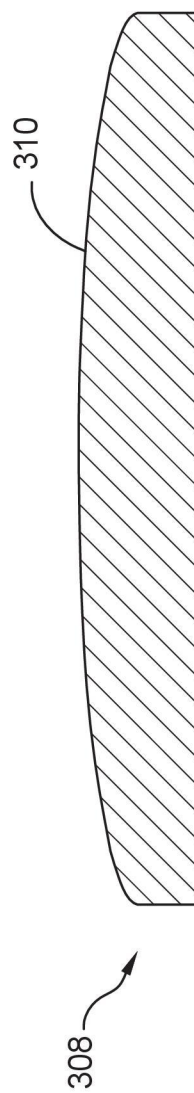
第2A圖



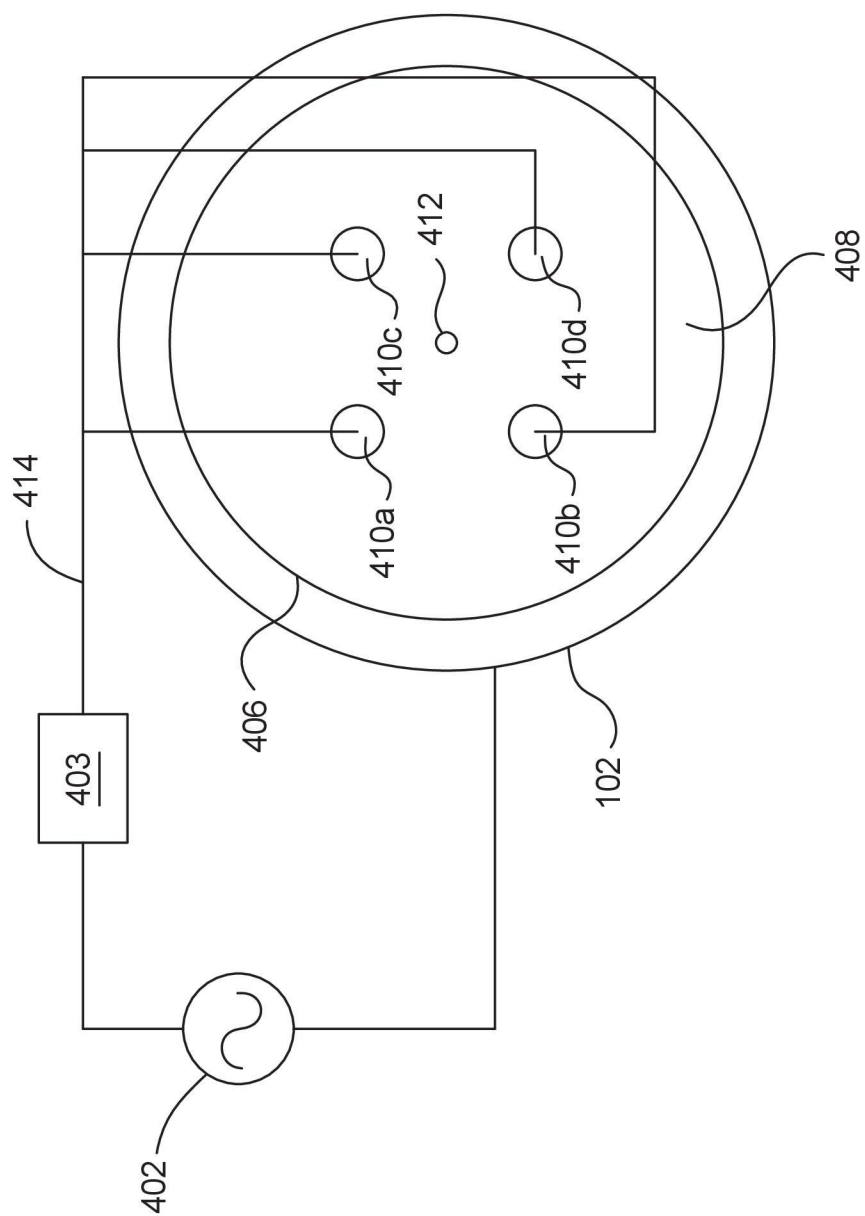
第2B圖



第3A圖



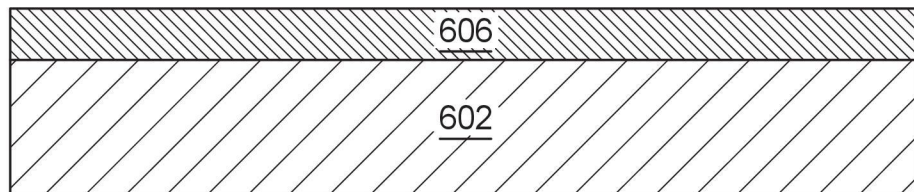
第3B圖



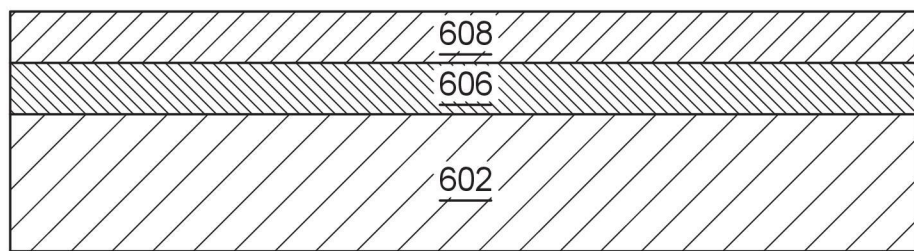
第4圖



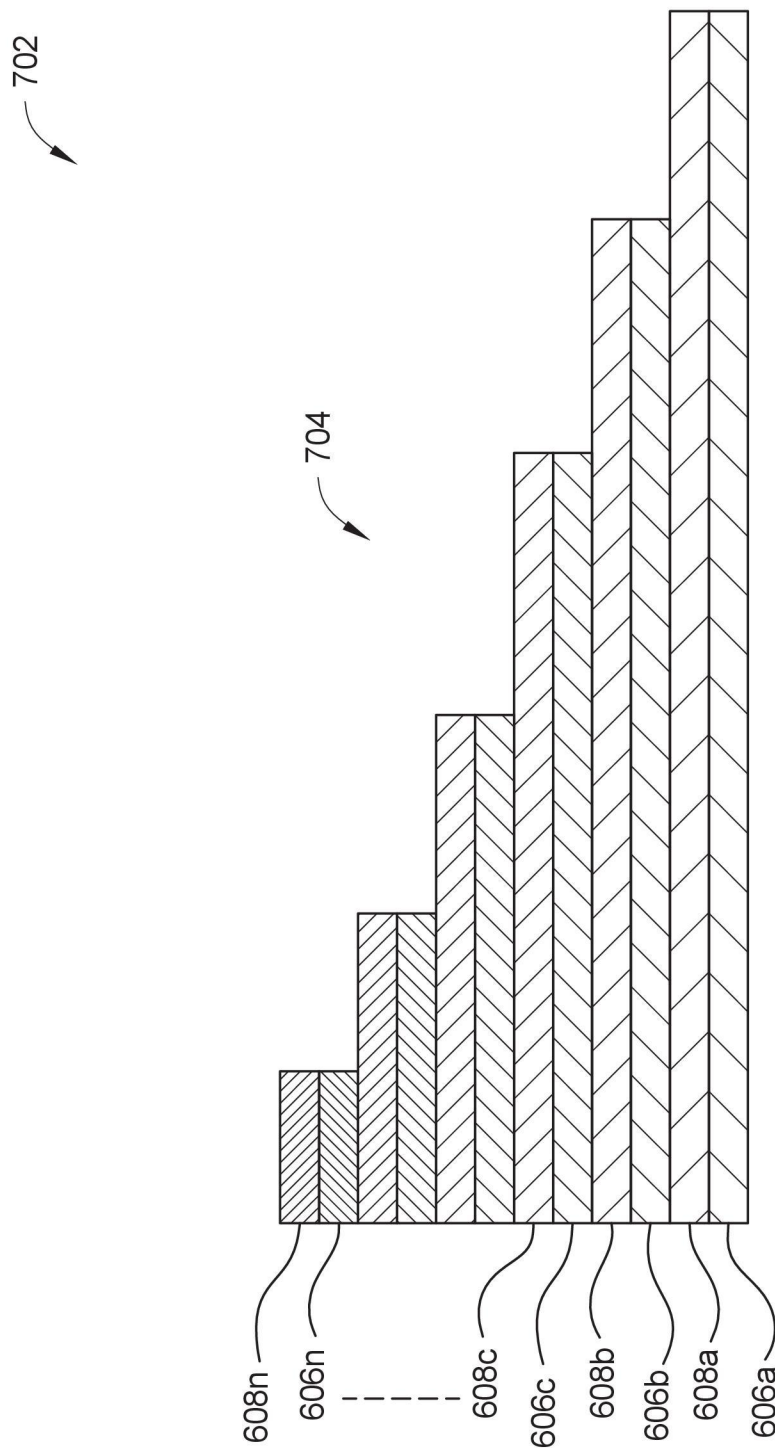
第5圖



第6A圖



第6B圖



第7圖