



(21)申請案號：104136901 (22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 11 月 09 日

(51)Int. Cl. : *H01L21/64 (2006.01)* *H01L21/67 (2006.01)*

(30)優先權：2014/11/19 美國 62/081,794
2015/07/31 美國 14/815,283

(71)申請人：應用材料股份有限公司 (美國) APPLIED MATERIALS, INC. (US)
美國

(72)發明人：陳一宏 CHEN, YIHONG (CN)；穆克吉蕭納克 MUKHERJEE, SHAUNAK (IN)；陳勁文 CHAN, KELVIN (US)；馬里克愛柏亥吉巴蘇 MALLICK, ABHIJIT BASU (IN)

(74)代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 48 頁

(54)名稱

以自由基協助的介電薄膜處理

RADICAL ASSISTED CURE OF DIELECTRIC FILMS

(57)摘要

本文所描述之實施例大體而言係關於用於減少薄膜之氫含量的設備及方法。設備可包括腔室主體、耦接至升降機構的支撐構件及氫自由基源。腔室可具有在第一端處與氫自由基源耦接及在第二端處與腔室主體耦接之自由基管道。腔室可具有與蓋邊緣耦接的雙通道淋噴頭。雙通道淋噴頭可經安置在自由基源與支撐構件之間。淋噴頭可面向支撐構件。方法可包括：在腔室中的基板上形成具有約 1% 至約 50% 之氫含量的第一薄膜；以及使第一薄膜曝露於氫自由基中以形成具有減少氫含量的第二薄膜。

Embodiments described herein generally relate to apparatus and methods for reducing hydrogen content of a film. Apparatus may include a chamber body, a support member coupled to a lift mechanism, and a source of hydrogen radicals. The chamber may have a radical conduit coupled with the source of hydrogen radicals at a first end and coupled with the chamber body at a second end. The chamber may have a dual-channel showerhead coupled with a lid rim. The dual-channel showerhead may be disposed between the radical source and the support member. The showerhead may face the support member. Methods may include forming a first film having a hydrogen content of about 1% to about 50% on a substrate in a chamber, and exposing the first film to hydrogen radicals to form a second film having reduced hydrogen content.

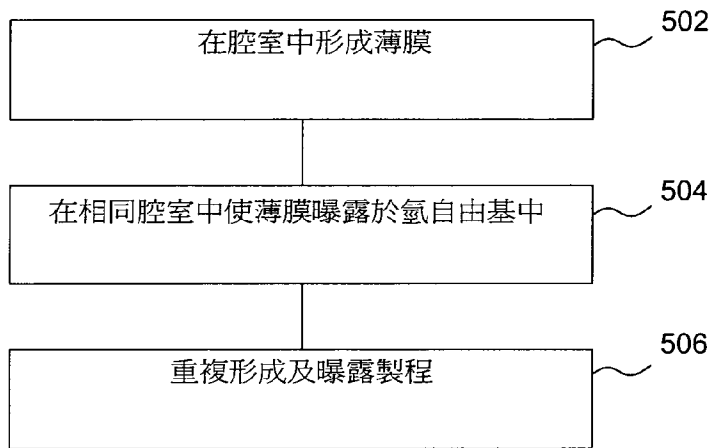
指定代表圖：

符號簡單說明：

502 . . . 方塊

504 . . . 方塊

506 . . . 方塊



第5圖

201622031

【發明摘要】**【中文發明名稱】**以自由基協助的介電薄膜處理**【英文發明名稱】**RADICAL ASSISTED CURE OF DIELECTRIC FILMS**【中文】**

本文所描述之實施例大體而言係關於用於減少薄膜之氫含量的設備及方法。設備可包括腔室主體、耦接至升降機構的支撐構件及氫自由基源。腔室可具有在第一端處與氫自由基源耦接及在第二端處與腔室主體耦接之自由基管道。腔室可具有與蓋邊緣耦接的雙通道淋噴頭。雙通道淋噴頭可經安置在自由基源與支撐構件之間。淋噴頭可面向支撐構件。方法可包括：在腔室中的基板上形成具有約1%至約50%之氫含量的第一薄膜；以及使第一薄膜曝露於氫自由基中以形成具有減少氫含量的第二薄膜。

【英文】

Embodiments described herein generally relate to apparatus and methods for reducing hydrogen content of a film. Apparatus may include a chamber body, a support member coupled to a lift mechanism, and a source of hydrogen radicals. The chamber may have a radical conduit coupled with the source of hydrogen radicals at a first end and coupled with the chamber body at a second end. The chamber may have a dual-channel showerhead coupled with a lid rim. The dual-channel showerhead may be disposed between the radical source and the support member. The showerhead may face the support member. Methods may include forming a first film having a hydrogen content of about 1% to about 50%

on a substrate in a chamber, and exposing the first film to hydrogen radicals to form a second film having reduced hydrogen content.

【指定代表圖】第（ 5 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

5 0 2 方塊

5 0 4 方塊

5 0 6 方塊

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】以自由基協助的介電薄膜處理

【英文發明名稱】RADICAL ASSISTED CURE OF DIELECTRIC FILMS

【技術領域】

【0001】 本文所揭示之實施例大體而言係關於形成介電薄膜，且更特定言之係關於介電薄膜之基於自由基的沉積。

【先前技術】

【0002】 無氫介電薄膜（諸如無氫含矽介電薄膜）之形成係針對發展下一代電子裝置正在研究的製程。電漿增強化學氣相沉積（plasma enhanced chemical vapor deposition; PECVD）常用於形成介電薄膜。然而，當前用於沉積含非晶矽介電薄膜的PECVD技術導致薄膜含有高氫含量（諸如約15原子百分比或更多的氫）。高氫含量大體上呈矽-氫及/或氮-氫鍵，此等鍵在介電薄膜中產生缺陷。此外，高氫含量導致薄膜具有低蝕刻選擇性、低熱及機械效能與特性以及高收縮率。另外，基於電漿的製程因帶電粒子轟擊及高能量紫外線照射而具有損壞薄膜的傾向。因此，需要用於形成介電薄膜（諸如無氫或減少氫含量之介電薄膜）的設備及方法。

【發明內容】

【0003】 減少薄膜之氫含量之方法包含：在腔室中的基板上形成具有約1%至約50%之氫含量的第一薄膜；以及使第一薄膜曝露於氫自由基中以形成具有減少氫含量

的第二薄膜。亦提供用於減少薄膜之氫含量的設備，該設備包含腔室主體、耦接至升降機構的支撐構件及氫自由基源。設備可具有在第一端處與氫自由基源耦接及在第二端處與腔室主體耦接之自由基管道。

【圖式簡單說明】

【0004】 因此，為可詳細理解本揭示內容之上述特徵結構，可參照實施例獲得上文簡要概述之本揭示內容之更特定描述，其中一些實施例圖示於隨附圖式中。然而，應注意，隨附圖式僅圖示出本揭示內容之典型實施例，且因此此等圖式不欲視為本揭示內容範疇之限制，因為本揭示內容可允許其他同等有效之實施例。

【0005】 第1圖係根據一個實施例的設備之橫截面視圖。

【0006】 第2A圖係可用於第1圖之設備中的雙通道淋噴頭之橫截面視圖。

【0007】 第2B圖係第2A圖之雙通道淋噴頭之俯視圖。

【0008】 第2C圖係第2A圖之雙通道淋噴頭之仰視圖。

【0009】 第3圖係根據另一實施例的設備之橫截面視圖。

【0010】 第4圖係根據另一實施例的設備之橫截面視圖。

【0011】 第5圖係圖示根據另一實施例的方法之製程流程示意圖。

【0012】 第6a圖係圖示重疊FTIR光譜之曲線圖，此圖圖示根據一個實施例處理之介電薄膜之氮-氫及矽-氫鍵減少。

【0013】 第6b圖圖示在曝露於氫自由基中之後介電薄膜之氫含量減少。

【0014】 第6c圖係圖示根據一個實施例的曝露處理對薄膜之DHF蝕刻速率的影響之圖表。

【0015】 第6d圖係圖示根據一個實施例的曝露處理對所得薄膜之密度的影響之圖表。

【0016】 第7圖係圖示根據一個實施例的剛沉積及曝露SiN薄膜之電氣特性之圖表。

【0017】 第8圖係圖示根據一個實施例的剛沉積及曝露SiN薄膜之電氣特性之圖表。

【0018】 第9a圖係根據一個實施例能夠執行形成及曝露製程的旋轉料架製程腔室之透視圖。

【0019】 第9b圖係根據一個實施例的氣體/電漿分配組件的一部分之示意性仰視圖。

【0020】 第9c圖係根據一個實施例的氣體/電漿分配組件之示意性平面視圖。

【0021】 爲了促進理解，相同元件符號已儘可能用於代表諸圖共有之相同元件。諸圖並未按比例繪製且可爲

了清晰而簡化。應設想，一個實施例之元件及特徵可有益地併入其他實施例，而無需贅述。

【實施方式】

【0022】 在一個實施例中，減少薄膜之氫含量之方法包含：在腔室中的基板上形成具有約1%至約50%之氫含量的第一薄膜；以及使第一薄膜曝露於氫自由基中以形成具有減少氫含量的第二薄膜。

【0023】 在另一實施例中，減少薄膜之氫含量的設備包含腔室主體、耦接至升降機構的支撐構件及氫自由基源。腔室可具有在第一端處與氫自由基源耦接及在第二端處與腔室主體耦接之自由基管道。腔室可具有與蓋邊緣耦接的雙通道淋噴頭。雙通道淋噴頭可經安置在自由基源與支撐構件之間。淋噴頭可面向支撐構件。

【0024】 第1圖係根據本揭示內容之實施例的用於介電薄膜之基於自由基的形成及曝露的設備100之橫截面視圖。如第1圖所示，設備100包括處理腔室102，該處理腔室包含主體130及耦接至主體130的自由基源104。自由基源104可為能夠產生自由基的任何適宜源。基於自由基的CVD具有良好控制生長條件及低熱預算的優勢，且生產出無缺陷、高品質薄膜。自由基源104可為遠端電漿源，諸如射頻(radio frequency; RF)或特高射頻(very high radio frequency; VHRF)電容耦合電漿(capacitively coupled plasma; CCP)源、電感耦合電漿(inductively coupled

plasma; ICP)源、微波感應(microwave induced; MW)電漿源、直流輝光放電源、電子迴旋加速器諧振(electron cyclotron resonance; ECR)腔室或高密度電漿(high density plasma; HDP)腔室。或者，自由基源104可為紫外線(ultraviolet; UV)源或熱線化學氣相沉積(hot wire chemical vapor deposition; HW-CVD)腔室之燈絲。自由基源104可包括一或更多個氣體入口106且可藉由自由基管道108將自由基源104耦接至處理腔室102。一或更多種製程氣體可為自由基形成氣體且可為氣體混合物，該等製程氣體可經由一或更多個氣體入口106進入自由基源104。一或更多種製程氣體可包含含氫氣體，諸如氫氣、 H_2O 及/或氨氣。一或更多種製程氣體可包含氧氣及/或氫氣。自由基源104中產生的自由基(諸如氫自由基)經由自由基管道108行進至處理腔室102中。

【0025】自由基管道108為蓋組件112的一部分，該蓋組件亦包括自由基空腔110、頂板114、蓋邊緣116及雙通道淋噴頭118。自由基管道108可包含實質上與自由基不反應的材料。舉例而言，自由基管道108可包含AlN、 SiO_2 、 Y_2O_3 、MgO、陽極化 Al_2O_3 、藍寶石、含有 Al_2O_3 、藍寶石、AlN、 Y_2O_3 、MgO之一或更多者的陶瓷或塑膠。適宜 SiO_2 材料之代表性實例為石英。替代地或另外，自由基管道108可在表面上具有塗層，該塗層在操作中接觸自由基。塗層亦可包含AlN、

SiO_2 、 Y_2O_3 、 MgO 、陽極化 Al_2O_3 、藍寶石、含有 Al_2O_3 、藍寶石、 AlN 、 Y_2O_3 、 MgO 之一或更多者的陶瓷或塑膠。若使用塗層，則塗層之厚度可介於約 $1\ \mu\text{m}$ 與約 $1\ \text{mm}$ 之間。可使用噴塗製程塗覆塗層。可在自由基管道支撐構件120內安置自由基管道108並藉由自由基管道支撐構件支撐自由基管道。可在頂板114上安置自由基管道支撐構件120，該頂板靜置於蓋邊緣116上。

【0026】在自由基管道108下方安置自由基空腔110並將自由基空腔耦接至自由基管道，且自由基源104中產生的自由基經由自由基管道108行進至自由基空腔110。藉由與蓋邊緣116耦接的頂板114界定自由基空腔110，蓋邊緣116與雙通道淋噴頭118耦接。視情況，自由基空腔110可包括襯層122。襯層122可覆蓋自由基空腔110內的頂板114及蓋邊緣116之表面。襯層122可包含實質上與自由基不反應的材料。舉例而言，襯層122可包含 AlN 、 SiO_2 、 Y_2O_3 、 MgO 、陽極化 Al_2O_3 、藍寶石、含有 Al_2O_3 、藍寶石、 AlN 、 Y_2O_3 、 MgO 之一或更多者的陶瓷或塑膠。替代地或另外，與自由基接觸的自由基空腔110之表面可由實質上與自由基不反應的材料組成或塗佈有此材料。舉例而言，表面可由 AlN 、 SiO_2 、 Y_2O_3 、 MgO 、陽極化 Al_2O_3 、藍寶石、含有 Al_2O_3 、藍寶石、 AlN 、 Y_2O_3 、 MgO 之一或更多者的陶瓷或塑膠組成或塗佈有此等材料。若使用塗層，則塗層之厚度可介於約 $1\ \mu\text{m}$ 與約 $1\ \text{mm}$ 之間。由於未消耗所

產生之自由基，增加了到達安置於處理腔室102中的基板的自由基通量。

【0027】視情況，可在頂板114與雙通道淋噴頭118之間的自由基空腔110中安置自由基分配板123。自由基分配板123可由與襯層122相同的材料製成。自由基分配板123可用於控制自由基流量分佈。可調整自由基空腔110中的自由基分配板123之位置（亦即，自由基分配板123與頂板114之間的距離及自由基分配板123與雙區域淋噴頭118之間的距離）以影響自由基分配。隨後，自由基通過安置於雙通道淋噴頭118中的複數個孔洞124，進入處理區域128中。雙通道淋噴頭118進一步包括直徑小於複數個孔洞124的複數個開口126。將複數個開口126連接至內部體積（未圖示），此內部體積未與複數個孔洞124流體連通。可將至少兩個氣體/自由基源119、121耦接至雙通道淋噴頭118。可加熱或冷卻雙通道淋噴頭118。在一個實施例中，將雙通道淋噴頭118加熱至約100攝氏度至約250攝氏度之溫度。在另一實施例中，將雙通道淋噴頭118冷卻至約25攝氏度至約75攝氏度之溫度。可在雙通道淋噴頭118中嵌入一或更多個加熱元件（未圖示）及/或冷卻通道（未圖示）。加熱元件及冷卻通道可用於在操作期間控制雙通道淋噴頭118之溫度。加熱元件可為任何適宜加熱元件，諸如一或更多個電阻加熱元件。可將加熱元件連接至一或更多個電源（未圖示）。冷卻劑可流動穿過通道

以冷卻雙通道淋噴頭118。下文將更詳細地描述雙通道淋噴頭118（第2圖）。

【0028】 處理腔室102可包括蓋組件112、主體130及支撐組件132。可在主體130內至少部分地安置支撐組件132。主體130可包括流量閥開口135以提供處理腔室102之內部的出入口。主體130可包括覆蓋主體130之內表面的襯層134。襯層134可包括襯層內部形成之一或更多個孔136及泵送通道138，該泵送通道與真空系統140流體連通。孔136為氣體提供進入泵送通道138的流動路徑，為處理腔室102內的氣體提供出口。或者，可在主體130之底部中安置孔及泵送通道，且可將氣體自主體130之底部泵送出處理腔室102。

【0029】 真空系統140可包括真空埠142、閥門144及真空泵146。經由真空埠142使真空泵146與泵送通道138流體連通。孔136允許泵送通道138與主體130內的處理區域128流體連通。藉由雙通道淋噴頭118之下表面148及支撐組件132之上表面150界定處理區域128，且由襯層134圍繞處理區域128。

【0030】 支撐組件132可包括支撐構件152以支撐主體130內用於處理的基板（未圖示）。基板可為任何標準尺寸，諸如例如300 mm。或者，基板可大於300 mm，諸如450 mm或更大。支撐構件152可取決於操作溫度包含AlN或鋁。支撐構件152可經配置以夾緊基板且支撐構件152可為靜電夾盤或真空夾盤。

【0031】可經由軸156將支撐構件152耦接至升降機構154，該軸延伸穿過主體130之底表面中所形成之中心定位的開口158。可藉由波紋管160將升降機構154可撓性密封至主體130以防止軸156周圍的真空漏洩。升降機構154允許支撐構件152在製程位置與下部移送位置之間的主體130內垂直移動。移送位置略低於流量閥135之開口。在操作期間，可最小化基板與雙通道淋噴頭118之間的間距以便最大化基板表面處的自由基通量。舉例而言，間距可介於約100 mm與約5,000 mm之間。升降機構154可經配置以經由耦接至支撐構件152的轉子來旋轉軸156，進而旋轉支撐構件152，引發安置於支撐構件152上的基板在操作期間得以旋轉。基板之旋轉幫助改良沉積/形成均勻性。

【0032】可在支撐構件152中嵌入一或更多個加熱元件162及冷卻通道164。加熱元件162及冷卻通道164可用於在操作期間控制基板之溫度。加熱元件162可為任何適宜加熱元件，諸如一或更多個電阻加熱元件。可將加熱元件162連接至一或更多個電源（未圖示）。可個別地控制加熱元件162以具有對多區加熱或冷卻的獨立加熱及/或冷卻控制。由於具有對多區加熱及冷卻單獨控制的能力，可在各種製程條件下增強基板溫度分佈。冷卻劑可流動穿過通道164以冷卻基板。支撐構件152可進一步包括延伸至上表面150的氣體通道以便使冷卻氣體流動至基板之背側。

【0033】腔室102可包含RF源。可將RF源耦接至雙通道淋噴頭118或支撐構件152任一者。RF源可為低頻、高頻或特高頻。在一個實施例中，將雙通道淋噴頭118耦接至RF源並將支撐構件152接地，如第1圖所示。在另一實施例中，將雙通道淋噴頭118接地且將支撐構件152耦接至RF源。在任一實施例中，在操作期間，可在雙通道淋噴頭118與支撐構件152之間的處理區域128中形成電容耦合電漿。當自由基源為遠端電漿源時，可將處理區域128中形成之電容耦合電漿添加至自由基源中形成之電漿中。可利用直流電源偏壓支撐構件152以增加離子轟擊。因此，處理腔室102可為PECVD腔室，且設備100能夠執行循環製程（交替基於自由基的CVD與PECVD）。

【0034】第2A圖係根據本文所描述實施例的雙通道淋噴頭118之橫截面視圖。雙通道淋噴頭118可具有面向自由基空腔110的第一表面202及與第一表面202相對的第二表面204。第二表面204可面向支撐組件132。第一表面202可與第二表面204間隔以提供內部體積206。第一表面202及第二表面204可由實質上與自由基不反應的材料組成或塗佈有此材料。舉例而言，表面202、204可由AlN、SiO₂、Y₂O₃、MgO、陽極化Al₂O₃、藍寶石、含有Al₂O₃、藍寶石、AlN、Y₂O₃、MgO之一或更多者的陶瓷或塑膠組成或塗佈有此等材料。若使用塗層，則塗層之厚度可介於約1 μm與約1 mm

之間。可在雙通道淋噴頭 118 中形成複數個孔洞 124。孔洞 124 可自第一表面 202 延伸至第二表面 204，且從自由基源 104 產生的自由基可通過孔洞 124 到達安置於支撐組件 132 上的基板。內部體積 206 可圍繞複數個孔洞 124 且一或更多個環形通道 208、210 可圍繞內部體積 206 及複數個孔洞 124。

【0035】 內部體積 206 可與一或更多個環形通道 208、210 流體連通。複數個開口 126 可自內部體積 206 延伸至第二表面 204。可將一或更多個環形通道 208、210 連接至入口 212，該入口耦接至氣源 121。氣源 121 可提供前驅物氣體（含矽氣體）至雙通道淋噴頭 118，且前驅物氣體流動穿過一或更多個環形通道 208、210 到達內部體積 206，並經由複數個開口 126 到達處理區域 128。含矽前驅物氣體之實例包括有機矽、四烷基正矽酸酯氣體及二矽氧烷。有機矽氣體包括具有至少一個碳-矽鍵的有機化合物之氣體。四烷基正矽酸酯氣體包括由附接於 SiO_4^{4-} 離子的四個烷基組成之氣體。更特定言之，一或更多種前驅物氣體可為(二甲基矽基)(三甲基矽基)甲烷 $((\text{Me})_3\text{SiCH}_2\text{SiH}(\text{Me})_2)$ 、六甲基二矽烷 $((\text{Me})_3\text{SiSi}(\text{Me})_3)$ 、三甲基矽烷 $((\text{Me})_3\text{SiH})$ 、四甲基矽烷 $((\text{Me})_4\text{Si})$ 、四乙氧基矽烷 $((\text{EtO})_4\text{Si})$ 、四甲氧基矽烷 $((\text{MeO})_4\text{Si})$ 、肆-(三甲基矽基)矽烷 $((\text{Me}_3\text{Si})_4\text{Si})$ 、(二甲基胺基)二甲基矽烷 $((\text{Me}_2\text{N})\text{SiHMe}_2)$ 、二甲基二乙氧基矽烷

$((EtO)_2Si(Me)_2)$ 、二甲基二甲氧基矽烷
 $((MeO)_2Si(Me)_2)$ 、甲基三甲氧基矽烷
 $((MeO)_3Si(Me))$ 、二甲氧基四甲基二矽氧烷
 $((Me)_2Si(OMe))_2O$ 、參(二甲基胺基)矽烷
 $((Me_2N)_3SiH)$ 、雙(二甲基胺基)甲基矽烷
 $((Me_2N)_2CH_3SiH)$ 、二矽氧烷 $((SiH_3)_2O)$ 及上述之
組合。

【0036】 在形成期間使用處理腔室100的處理條件及
自由基產生條件可如下。可將處理腔室100之溫度維持
在約100℃與800℃之間，諸如在約100℃與350℃之
間。可將處理腔室100之壓力維持在約10毫托與約20托
之間，諸如在約0.5托與約8托之間。對於300 mm基板，
可以範圍自約0.1 sccm至約10,000 sccm之流動速率
將至少一種含矽前驅物氣體引入到處理區域128中。對
於300 mm基板，可以範圍自約1 sccm至約50,000
sccm之流動速率將自由基形成氣體引入到自由基源
104中。若使用載氣，則對於300 mm基板，載氣之流
動速率可範圍自約1 sccm至約50,000 sccm。可由自
由基源104產生自由基。舉例而言，若自由基源104為
電容耦合遠端電漿源，則對於300 mm基板，可自約50
W與約15,000 W之間的RF功率（諸如自約2,000 W
至約10,000 W的RF功率）產生自由基。

【0037】 對於介電薄膜之形成，介電薄膜可包括但不
限於含矽介電薄膜。舉例而言，可沉積由SiC、SiO、

SiCN、SiO₂、SiOC、SiOCN、SiON及SiN組成之薄膜。薄膜之組成取決於前驅物氣體之組成。可例如藉由使用(二甲基矽基)(三甲基矽基)甲烷、六甲基二矽烷及/或三甲基矽烷沉積SiC薄膜。可例如藉由使用TEOS(四乙氧基矽烷)及/或二矽氧烷沉積SiO/SiO₂薄膜。可例如藉由使用參(二甲基胺基)矽烷、雙(二甲基胺基)甲基矽烷及/或(二甲基胺基)二甲基矽烷沉積SiCN薄膜。可例如藉由使用參(二甲基胺基)矽烷、雙(二甲基胺基)甲基矽烷、(二甲基胺基)二-甲基矽烷、參(二甲基胺基)矽烷、雙(二甲基胺基)甲基矽烷及/或(二甲基胺基)二甲基矽烷沉積SiOC薄膜。可例如藉由使用參(二甲基胺基)矽烷、雙(二甲基胺基)甲基矽烷及/或(二甲基胺基)二甲基矽烷形成SiOCN薄膜。可例如藉由使用二矽氧烷或三矽基胺形成SiON薄膜。可例如藉由使用三矽基胺(trisilylamine; TSA)及/或矽烷沉積SiN薄膜。所得薄膜可為非晶薄膜。在一些實施例中，剛沉積介電薄膜之氫含量可為自約1%約50%、自約10%至約30%、約15%。

【0038】 在300 mm基板上使用處理腔室100形成介電薄膜之代表性實例中，以30 sccm之流動速率將三矽基胺(trisilylamine; TSA)引入到處理區域128中。引入到自由基源104中的自由基形成氣體包括氫氣及氨氣，分別以5000 sccm及500 sccm之流動速率引入兩種氣體。將氫氣作為載氣以5000 sccm之流動速率引入

到自由基源 104 中。處理腔室 100 之溫度與壓力分別為 200 °C 與 1 托。自由基源 104 為電容耦合遠端電漿源，且可自 10,000 W 之 RF 功率產生自由基。間距為 1000 密耳。實施形成長達 60 秒，且所得介電薄膜具有 1000 Å 之厚度。

【0039】 或者，可沉積約 0.1-100 Å 厚度之介電薄膜（例如，在第 5 圖之方塊 502 中）。在 300 mm 基板上使用處理腔室 100 沉積小於 20 Å 的介電薄膜之代表性實例中，以 2 sccm 之流動速率將 TSA 引入到處理區域 128 中。引入到自由基源 104 中的自由基形成氣體包括氫氣及氮氣，分別以 1500 sccm 及 20 sccm 之流動速率引入兩種氣體。將氫氣作為載氣以 5000 sccm 之流動速率引入到自由基源 104 中。處理腔室 100 之溫度與壓力分別為 350 °C 與 6 托。自由基源 104 為電容耦合遠端電漿源，且可自 10,000 W 之 RF 功率產生自由基。間距為 1000 密耳。實施沉積長達 60 秒，且所得介電薄膜具有約 20 Å 之厚度。

【0040】 由於複數個孔洞 124 中的開口並未與內部體積 206 流體連通，通過複數個孔洞 124 的自由基並未與雙通道淋噴頭 118 中的前驅物氣體混合。由於淋噴頭 118 含有彼此並未流體連通的一或更多個通道，淋噴頭 118 為雙通道淋噴頭 118。然而，淋噴頭 118 可含有兩個以上通道，亦可描述為雙通道淋噴頭。複數個孔洞 124

各自具有約0.10吋至約0.35吋之內徑。複數個開口126各自具有約0.01吋至約0.04吋之直徑。

【0041】可藉由一或更多個連接通道216連接一或更多個環形通道208、210，該等連接通道具有比環形通道208、210小很多的橫截面。此配置幫助將前驅物氣體均勻分配到內部體積206中及分配出開口126。然而，若自由基將進入入口212，則當自大環形通道208流動至較小連接通道216時，自由基可重組。爲了給與自由基源104中形成之自由基不同的自由基提供路徑，在雙通道淋噴頭118中形成第二入口214，且將第二入口214連接至內部體積206，繞過一或更多個環形通道208、210。第二入口214可與第一入口212不同，且第二入口可經配置以將自由基自自由基源119導引至內部體積206而無需通過一或更多個環形通道208、210。在一個實施例中，在自由基源119中產生氟自由基並經由第二入口214將氟自由基引入到內部體積206中。隨後經由複數個開口126將氟自由基導引至處理區域128。氟自由基可用於清洗處理腔室102之內表面。可不自由基源104輸送氟自由基以便改良自由基源104之使用壽命。

【0042】第2B圖係根據本文所描述實施例的雙通道淋噴頭118之俯視圖。雙通道淋噴頭118包括第一表面202及自第一表面202延伸至第二表面204的複數個孔洞124。一或更多個環形通道208、210及內部體積206

全部嵌在雙通道淋噴頭 118 中，因而並未圖示在雙通道淋噴頭 118 之俯視圖中。

【0043】 第 2C 圖係根據本文所描述實施例的雙通道淋噴頭 118 之仰視圖。雙通道淋噴頭 118 包括第二表面 204、自第一表面 202 延伸至第二表面 204 的複數個孔洞 124 及複數個開口 126。一或更多個環形通道 208、210 及內部體積 206 全部嵌在雙通道淋噴頭 118 中，因而並未圖示在雙通道淋噴頭 118 之仰視圖中。複數個孔洞 124 及複數個開口 126 之排列可增強跨基板的氣體/自由基分配之均勻性且可基於製程條件而變化。

【0044】 薄膜（諸如介電薄膜）之沉積形成包含氫含量的薄膜，該氫含量通常為所沉積薄膜之總組成的 15% 或更多。對於所沉積介電薄膜，高氫含量大部分呈矽-氫及/或氮-氫鍵形式。在薄膜之形成後曝露（例如，第 5 圖之方塊 504）減少了薄膜之氫含量。

【0045】 介電薄膜之沉積可繼之以利用例如可自氣體入口 106、氣體/自由基源 119、氣體/自由基源 121 或任何其他氣源供應至腔室 102 的氫氣及/或氫氣（非自由基）淨化處理腔室 102。隨後可利用自遠端電漿源 104 輸送的氫自由基執行曝露。對於所沉積之介電薄膜，在氫自由基曝露製程期間，輸送至薄膜的氫自由基從介電薄膜之矽-氫及/或氮-氫鍵中提取氫原子。隨後可經由真空系統 140 例如自處理腔室 102 移除所得氫氣及過量氫自由基。在曝露製程期間，留在曝露薄膜中的自由基物

種組合以形成氫含量減少的薄膜。舉例而言，與氫自由基曝露之前的剛沉積薄膜相比較，曝露薄膜可包含減少量之矽-氫及氮-氫鍵以及增加量之矽-氮、矽-矽及氮-氮鍵。隨後可利用例如氫氣及/或氫氣淨化處理腔室102並隨後可執行第二沉積製程。隨後可執行第二曝露製程。重複形成、淨化、曝露、淨化、形成、淨化、曝露製程（例如，第5圖之方塊506）允許形成遍及薄膜具有減少氫含量的所欲厚度之薄膜。此外，可在相同腔室內執行形成及曝露，從而可改良總製程產量。

【0046】 在曝露期間使用處理腔室100的製程條件可如下。可將處理腔室100之溫度維持在約100℃與800℃之間，諸如在約100℃與350℃之間。可將處理腔室100之壓力維持在約10毫托與約20托之間，諸如在約0.8托與約6托之間。對於300 mm基板，可以範圍自約20 sccm至約8,000 sccm之流動速率將至少一種曝露氣體引入到自由基空腔110中。若使用一或更多種載氣，則對於300 mm基板，載氣之流動速率可範圍自約3,000 sccm至約10,000 sccm。可從自由基源104產生自由基。舉例而言，若自由基源104為電容耦合遠端電漿源，則對於300 mm基板，可自約50 W與約10,000 W之間的RF功率（諸如自約50 W至約500 W的RF功率）產生自由基。

【0047】 在使用處理腔室100曝露在300 mm基板上的介電薄膜之代表性實例中，以1500 sccm之流動速率

將氫引入到自由基源 104 並接著引入到自由基空腔 110。視情況，以 5000 sccm 之流動速率將氫引入到自由基空腔。處理腔室 100 之溫度與壓力分別為 350 °C 與 0.8 托。間距為 1000 密耳。實施曝露長達 120 秒，且所得介電薄膜具有與剛沉積薄膜相比減少的氫含量。

【0048】 在另一實施例中，將含有矽-氫、碳-氫及/或氮-氫鍵的材料置放在處理腔室（諸如處理腔室 100）內部。此後，可使材料曝露於上文所描述之實質上所產生的自由基（諸如氫自由基）中，以便減少薄膜中的矽-氫、碳-氫及氮-氫鍵的量。

【0049】 在腔室 102 之淨化期間處理腔室 100 的製程條件可如下。可將處理腔室 100 之溫度維持在約周圍溫度與 800 °C 之間，諸如在約 100 °C 與 350 °C 之間。可將處理腔室 100 之壓力維持在約 10 毫托與約 20 托之間，諸如在約 0.8 托與約 6 托之間。可以範圍自約 20 sccm 至約 10,000 sccm 之流動速率將至少一種淨化氣體（諸如氫氣及/或氫氣）引入到腔室 102 中。

【0050】 第 6a 圖圖示重疊 FTIR 光譜，此圖圖示與剛沉積薄膜之 N-H 及 Si-H 鍵相比經由遠端電漿系統（如上文所描述）曝露於氫自由基中的介電薄膜之氮-氫（N-H）及矽-氫（Si-H）鍵減少。如第 6a 圖（圖表 600）所示，自 TSA 前驅物的剛沉積 SiN 介電薄膜 608 包含可偵測量之 N-H 及 Si-H 鍵，如圖所示，峰值分別處於約 3400 nm 及約 2300 nm 處。藉由包含氮氣的遠端電漿系統之自由

基曝露產生具有減少氫含量的介電薄膜，由線 606 圖示。藉由包含氮氣的遠端電漿系統之自由基曝露亦產生具有減少氫含量的介電薄膜，由線 604 圖示。藉由包含氫的遠端電漿系統之自由基曝露產生具有實質上較低含量之 N-H 鍵的介電薄膜，由線 602 直觀圖示。第 6b 圖進一步圖示在遠端電漿系統中曝露於氫自由基中後的介電薄膜之氫含量減少。如第 6b 圖（圖表 610）所示，基於第 6a 圖之 FTIR 光譜，在使薄膜曝露於來自遠端電漿源（諸如自由基源 104）的氫自由基中後，剛沉積 SiN 薄膜之氫含量可自 21% 減少至 14%（條柱 602）。利用 H₂ 自由基的 PECVD 處理（亦即，原位形成之 H₂ 自由基）並未明顯減少 SiN 薄膜之氫含量（條柱 612）。然而，利用氫的 PECVD 處理將剛沉積 SiN 薄膜之氫含量自 21% 減少至 15%，分別如條柱 608 及 614 所示。

【0051】 第 6c 圖圖示曝露處理對所得薄膜使用稀釋氫氟酸(diluted hydrofluoric acid; DHF)之蝕刻速率的影響。如第 6c 圖（圖表 616）所示，可藉由利用 H₂ 自由基的遠端電漿處理（條柱 602）、利用 H₂ 自由基的 PECVD 處理（條柱 612）及利用氫的 PECVD 處理（條柱 614）減小 SiN 薄膜之 DHF 蝕刻速率（條柱 608）。第 6d 圖圖示曝露處理對所得薄膜之密度的影響。如第 6d 圖（圖表 618）所示，藉由利用 H₂ 自由基的遠端電漿處理（條柱 602）、利用 H₂ 自由基的 PECVD 處理（條柱

612) 或利用氫的PECVD處理(條柱614)並未實質上影響所沉積SiN薄膜之密度(條柱608)。

【0052】 第7圖圖示剛沉積及曝露SiN薄膜之電氣特性。如第7圖所示，與剛沉積SiN薄膜(條柱608)相比較，氫自由基曝露僅輕微影響擊穿，與經由遠端電漿系統還是導引PECVD(分別為條柱602及612)發生氫自由基曝露無關。然而，利用氫的PECVD處理劣化了SiN薄膜之擊穿電場(條柱614)。儘管如此，利用H₂自由基的遠端電漿處理(條柱602)、利用H₂自由基的PECVD處理(條柱612)及利用氫的PECVD處理(條柱614)各自減少了SiN薄膜之漏電流並減小了SiN薄膜之介電常數。

【0053】 視情況，可使曝露於氫自由基中的剛沉積薄膜曝露於紫外線(ultraviolet; UV)固化中。第8圖圖示剛沉積及氫自由基曝露SiN薄膜之電氣特性。如第8圖所示，剛沉積SiN薄膜之單獨UV固化減少了薄膜之漏電流(J_3 (A/cm²))(條柱608)。然而，在利用H₂自由基的遠端電漿處理或利用H₂自由基的PECVD處理後之UV固化並未進一步減少薄膜之漏電流(J_3 (A/cm²))(分別為條柱602及612)。此外，在利用H₂自由基的遠端電漿處理(602)後、利用H₂自由基的PECVD處理後(612)或剛沉積(條柱608)之UV固化並未減小SiN薄膜之DHF蝕刻速率(WER (Å/min))。

【0054】應設想，對於任何所沉積之薄膜而不僅僅為本文所描述之介電薄膜，可使用本文所描述之設備及方法減少氫含量。此外，能夠形成氫自由基的任何供應氣體可用於本文所描述之設備及方法中。此外，氫自由基以外的其他原子自由基可用於本文所描述之設備及方法中。此外，可藉由利用例如氫的直接CCP緻密化所沉積及/或曝露之薄膜。

【0055】在一些實施例中，腔室可包含一個以上自由基源。第3圖係用於介電薄膜之基於自由基的形成及曝露的設備300之橫截面視圖。如第3圖所示，設備300實質上類似於第1圖之設備100，只不過設備300包含鄰近於自由基源104安置之第二自由基源304。兩個或更多個自由基源與腔室耦接使得允許例如在一個自由基源中形成矽前驅物電漿或基於氫-氧的電漿且在第二自由基源中形成基於氫自由基的電漿來增加總產量。如第3圖所示，設備300包括處理腔室102及與主體130耦接的自由基源104及304。自由基源104及304可為能夠產生自由基的任何適宜源。自由基源104及304可為相同類型之自由基源或為不同種類。自由基源104及304可為遠端電漿源，諸如射頻(radio frequency; RF)或特高射頻(very high radio frequency; VHRF)電容耦合電漿(capacitively coupled plasma; CCP)源、電感耦合電漿(inductively coupled plasma; ICP)源、微波感應(microwave induced; MW)電漿源、

直流輝光放電源、電子迴旋加速器諧振 (electron cyclotron resonance; ECR) 腔室或高密度電漿 (high density plasma; HDP) 腔室。或者，自由基源 104 及 304 之各者可為紫外線 (ultraviolet; UV) 源或熱線化學氣相沉積 (hot wire chemical vapor deposition; HW-CVD) 腔室之燈絲。自由基源 304 可包括一或更多個氣體入口 306 且可藉由自由基管道 308 將自由基源 304 與處理腔室 102 耦接。一或更多種製程氣體可為自由基形成氣體，該等製程氣體可經由一或更多個氣體入口 306 進入自由基源 304。一或更多種製程氣體可包含含氫氣體，諸如氫氣、 H_2O 及 / 或氨氣。一或更多種製程氣體可包含氧氣、氬氣或基於矽的氣體。自由基源 304 中產生的自由基 (諸如氫自由基) 經由自由基管道 308 行進至處理腔室 102 中。自由基管道 308 為蓋組件 112 的一部分。自由基管道 308 可包含先前關於自由基管道 108 所描述之塗層。

【0056】 在曝露製程期間，自由基源 104 及 304 之一或更多者內的自由基量可隨時間推移減少。因此，可需要停止曝露製程並利用調節氣體調節自由基源中的一或更多者。調節氣體可包含能夠調節遠端電漿源 (諸如自由基源 104 及 / 或 304) 的任何氣體。調節氣體可包含氧氣或氬氣。當基板在調節期間存在於腔室 102 中時，若調節氣體中存在氧氣，則基板可不當地經歷氧化。可藉由在調節自由基源 104 及 304 之一或更多者之前自腔室

102 移除基板然後在完成調節之後使基板再進入腔室 102 中來避免基板氧化。然而，為調節自由基源自腔室 102 移除基板將減緩薄膜形成之總產量。或者，可在調節自由基源期間阻擋調節氣體進入自由基空腔 110。第 4 圖係用於介電薄膜之基於自由基的形成及曝露的設備 400 之橫截面視圖。如第 4 圖所示，設備 400 實質上類似於第 1 圖之設備 100，只不過自由基管道 108 包含閥門 402，且藉由包含閥門 406 的旁路 404 使自由基源 104 及自由基管道 108 與真空泵 146 流體連通。在自由基源 104 之調節期間，閥門 402 處於關閉位置中且阻擋調節氣體進入自由基空腔 110。閥門 406 處於打開位置中並允許自由基源 104 與真空泵 146 的流體連通。在自由基源 104 之調節之前、期間或之後，真空泵 146 從自由基源 104 中抽空調節氣體。在形成及 / 或曝露製程期間，閥門 402 處於打開位置中及允許自由基源 104 與自由基空腔 110 之間的流體連通。閥門 406 處於關閉位置中並阻擋自由基源 104 與真空泵 146 經由旁路 404 的流體連通。視情況，自由基管道 108 進一步包含自旁路 404 之上游安置的第二閥門（未圖示）。自由基管道 108 之第二閥門防止自由基源 104 與腔室 102 及旁路 404 之各者的流體連通，因為第二閥門係安置在自由基管道 108 上相對於旁路 404 的上游處。

【0057】 在一些實施例中，可藉由旋轉料架製程執行形成及曝露製程。第 9a 圖係能夠執行形成及曝露製程的

旋轉料架製程腔室900之透視圖。製程腔室900可包括晶座組件930及氣體/電漿分配組件950。晶座組件930具有頂表面931及頂表面931中形成的複數個凹部943。每一凹部943可支撐一個基板960。在一些實施例中，晶座組件930具有六個凹部用於支撐六個基板960。每一凹部943之大小使得凹部943中所支撐之基板960具有頂表面961，此頂表面與晶座組件930之頂表面931實質上共面。在沉積/蝕刻製程期間或之間，可藉由支撐軸940旋轉晶座930。

【0058】 氣體/電漿分配組件950包括複數個餅狀區段952。移除氣體/電漿分配組件950的多個部分以展示下方安置之晶座組件930。氣體/電漿分配組件950可由與晶座組件930具有相同形狀的一個片材形成，而非由複數個區段952形成。

【0059】 製程腔室900進一步包括控制器920。在一些實施例中，當經操作以執行根據本揭示內容之實施例之方法時，可在控制器920中載入程式。

【0060】 第9b圖係氣體/電漿分配組件950的一部分之示意性仰視圖。氣體/電漿分配組件950具有面向晶座組件930的表面901。可在表面901中形成複數個氣體/電漿埠902。淨化氣體埠906圍繞每一氣體/電漿埠902。可在相鄰氣體/電漿埠902之間安置真空埠906。每一氣體/電漿埠902可經配置以輸送一或更多種製程

氣體以執行沉積、蝕刻、熱製程、表面處理、腔室處理或由待執行之製程配方指示的任何製程。

【0061】 在操作期間，基板960相對於氣體/電漿分配組件950旋轉，使得每一基板960依次面向複數個區段952以由複數個區段952處理。在一個實施例中，可同時啓動經配置用於兩個或更多個製程的兩個或更多個區段952，使得在每一旋轉期間對基板960執行兩個或更多個製程。在另一實施例中，在任何給定時間僅啓動經配置以執行相同製程的區段952，使得在任何給定時間在製程腔室900中僅執行一個製程且在製程期間藉由旋轉數目控制每一製程之長度。

【0062】 第9c圖係根據本揭示內容之一個實施例的第9b圖之氣體/電漿分配組件950之示意性平面視圖。如第9c圖所示，氣體/電漿組件950可包括跨表面901安置的八個氣體/電漿埠902。氣體/電漿組件950可包括八個區段952，每一區段具有一個氣體/電漿埠902。在第9c圖之配置中，氣體/電漿分配組件950包括四個形成（例如，沉積）區段952a，該等形成區段經配置以輸送用於形成製程的前驅物。氣體/電漿分配組件950可進一步包括四個曝露（例如，固化）區段952b，該等曝露區段經配置以輸送例如氫自由基。分配組件950允許提高例如所欲厚度之介電薄膜之產量，其中具有減少氫含量的所欲介電薄膜之形成包含多個形成及曝露製程。

【0063】 減少薄膜之氫含量的設備可具有腔室主體、耦接至升降機構的支撐構件及氫自由基源。腔室可具有在第一端處與氫自由基源耦接及在第二端處與腔室主體耦接之自由基管道。腔室可具有與蓋邊緣耦接的雙通道淋噴頭。雙通道淋噴頭可經安置在自由基源與支撐構件之間。淋噴頭可面向支撐構件。減少薄膜之氫含量之方法可包括：在腔室中的基板上形成具有約1%至約50%之氫含量的第一薄膜；以及使第一薄膜曝露於氫自由基中以形成具有減少氫含量的第二薄膜。

【0064】 本文所揭示之設備及方法提供諸多優勢，諸如以下優勢。自由基源之使用產生實質上或完全無薄膜損壞效應的生長條件，諸如帶電粒子轟擊及高能紫外線照射，此等薄膜損壞效應通常發生在習知技術中且下一代裝置特別容易產生此等效應。另外，在形成期間以及在曝露期間產生的自由基從前驅物及/或所沉積薄膜之Si-H、C-H及N-H鍵中提取氫，從而允許在給定溫度下薄膜之形成及/或曝露具有比習知技術更低的氫含量。較低氫含量改良了氫自由基處理薄膜之蝕刻速率及電氣特性。此外，與形成含矽介電薄膜之當前採用方法相比較，使用本文所揭示之方法形成的含矽介電薄膜呈現較少缺陷、較低收縮率、較佳蝕刻選擇性、機械穩定性及熱穩定性。此外，根據本文所揭示之方法沉積及曝露之薄膜提供比例如習知電漿增強化學氣相沉積(plasma enhanced chemical vapor deposition; PECVD)

技術更大的保形性。然而，本揭示內容之方法及設備可仍包含PECVD方法及設備。前述優勢為說明性且並非限制。本揭示內容之所有實施例不一定需要具有本揭示內容之所有優勢或實現本揭示內容之所有目的。

【0065】 儘管上文所述係針對本揭示內容之實施例，但是可在不脫離本揭示內容之基本範疇的情況下設計出本發明之其他及進一步實施例。

【符號說明】

【0066】

- 100 設備 / 處理腔室
- 102 腔室
- 104 自由基源
- 106 氣體入口
- 108 自由基管道
- 110 自由基空腔
- 112 蓋組件
- 114 頂板
- 116 蓋邊緣
- 118 淋噴頭
- 119 氣體 / 自由基源
- 120 自由基管道支撐構件
- 121 氣體 / 自由基源
- 122 襯層
- 123 自由基分配板

- 1 2 4 孔洞
- 1 2 6 開口
- 1 2 8 處理區域
- 1 3 0 主體
- 1 3 2 支撐組件
- 1 3 4 襯層
- 1 3 5 流量閥
- 1 3 6 孔
- 1 3 8 泵送通道
- 1 4 0 真空系統
- 1 4 2 真空埠
- 1 4 4 閥門
- 1 4 6 真空泵
- 1 4 8 下表面
- 1 5 0 上表面
- 1 5 2 支撐構件
- 1 5 4 升降機構
- 1 5 6 軸
- 1 5 8 中心定位的開口
- 1 6 0 波紋管
- 1 6 2 加熱元件
- 1 6 4 冷卻通道
- 2 0 2 第一表面
- 2 0 4 第二表面

2 0 6 內 部 體 積
2 0 8 環 形 通 道
2 1 0 環 形 通 道
2 1 2 第 一 入 口
2 1 4 第 二 入 口
2 1 6 連 接 通 道
3 0 0 設 備
3 0 4 自 由 基 源
3 0 6 氣 體 入 口
3 0 8 自 由 基 管 道
4 0 0 設 備
4 0 2 閥 門
4 0 4 旁 路
4 0 6 閥 門
5 0 2 方 塊
5 0 4 方 塊
5 0 6 方 塊
6 0 0 圖 表
6 0 2 條 柱 / 線
6 0 4 線
6 0 6 線
6 0 8 條 柱
6 1 0 圖 表
6 1 2 條 柱

- 6 1 4 條柱
- 6 1 6 圖表
- 6 1 8 圖表
- 9 0 0 製程腔室
- 9 0 1 表面
- 9 0 2 氣體 / 電漿埠
- 9 0 6 淨化氣體埠 / 真空埠
- 9 2 0 控制器
- 9 3 0 晶座
- 9 3 1 頂表面
- 9 4 0 支撐軸
- 9 4 3 凹部
- 9 5 0 分配組件
- 9 5 2 區段
- 9 5 2 a 區段
- 9 5 2 b 區段
- 9 6 0 基板
- 9 6 1 頂表面

【生物材料寄存】

【 0 0 6 7 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 6 8 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種減少一薄膜之氫含量之方法，該方法包含以下步驟：

在一腔室中的一基板上形成具有約1%至約50%之一氫含量的一第一薄膜；以及

使該第一薄膜曝露於氫自由基中以形成具有減少氫含量的一第二薄膜。

【第2項】 如請求項1所述之方法，其中該等氫自由基由一遠端電漿源中的H₂氣形成。

【第3項】 如請求項1所述之方法，進一步包含以下步驟：

形成具有約1%至約50%之一氫含量的一第三薄膜，其中在該第二薄膜上沉積該第三薄膜；以及

使該第三薄膜曝露於氫自由基中以形成具有減少氫含量的一第四薄膜。

【第4項】 如請求項1所述之方法，進一步包含以下步驟：利用選自由氫氣及氧氣組成之群組中的一調節氣體調節耦接至該腔室的一自由基源，其中該自由基源係用於產生氫自由基。

【第5項】 如請求項1所述之方法，其中在該腔室中執行該形成步驟及該曝露步驟。

【第6項】 如請求項1所述之方法，其中該腔室為一旋

轉料架腔室，且在該旋轉料架腔室中執行該形成步驟及該曝露步驟。

【第7項】如請求項1所述之方法，其中使用一雙通道淋噴頭執行該形成步驟。

【第8項】如請求項1所述之方法，其中該第一薄膜為選自由 SiO_2 、 SiN 、 SiC 、 SiO 、 SiCN 、 SiOC 、 SiON 及 SiCON 組成之群組之一介電薄膜。

【第9項】如請求項1所述之方法，其中在包含一自由基源及自由基管道的一腔室中執行該曝露步驟，其中經由一旁路使該自由基源及該自由基管道與一真空泵流體連通。

【第10項】如請求項1所述之方法，其中使用一遠端電漿源執行使該第一薄膜曝露於氫自由基中之步驟。

【第11項】如請求項1所述之方法，其中該第一薄膜具有小於約 20 \AA 之一厚度。

【第12項】如請求項11所述之方法，其中該第一薄膜具有約 1 \AA 之一厚度。

【第13項】如請求項1所述之方法，其中該第二薄膜具有約 15% 之一氫含量。

【第14項】一種減少一薄膜之氫含量的設備，該設備包含：

一腔室主體；

與一升降機構耦接的一支撐構件；

與一自由基管道耦接的一氫自由基源，其中該自由基管道在一第一端處與該氫自由基源耦接及在一第二端處與該腔室主體耦接；以及

與一蓋邊緣耦接的一雙通道淋噴頭，其中在該自由基源與該支撐構件之間安置該雙通道淋噴頭，其中該淋噴頭面向該支撐構件。

【第15項】 如請求項14所述之設備，進一步包含與該蓋邊緣耦接的一自由基分配板，其中該自由基分配板面向該淋噴頭。

【第16項】 如請求項14所述之設備，進一步包含一第二自由基源及一第二自由基管道，其中該自由基管道在一第一端處與該第二自由基源耦接及在一第二端處與該腔室主體耦接。

【第17項】 如請求項14所述之設備，其中經由一旁路使該自由基源及該自由基管道與一真空泵流體連通，其中該旁路在一第一端處與該自由基管道耦接及在一第二端處與該真空泵耦接。

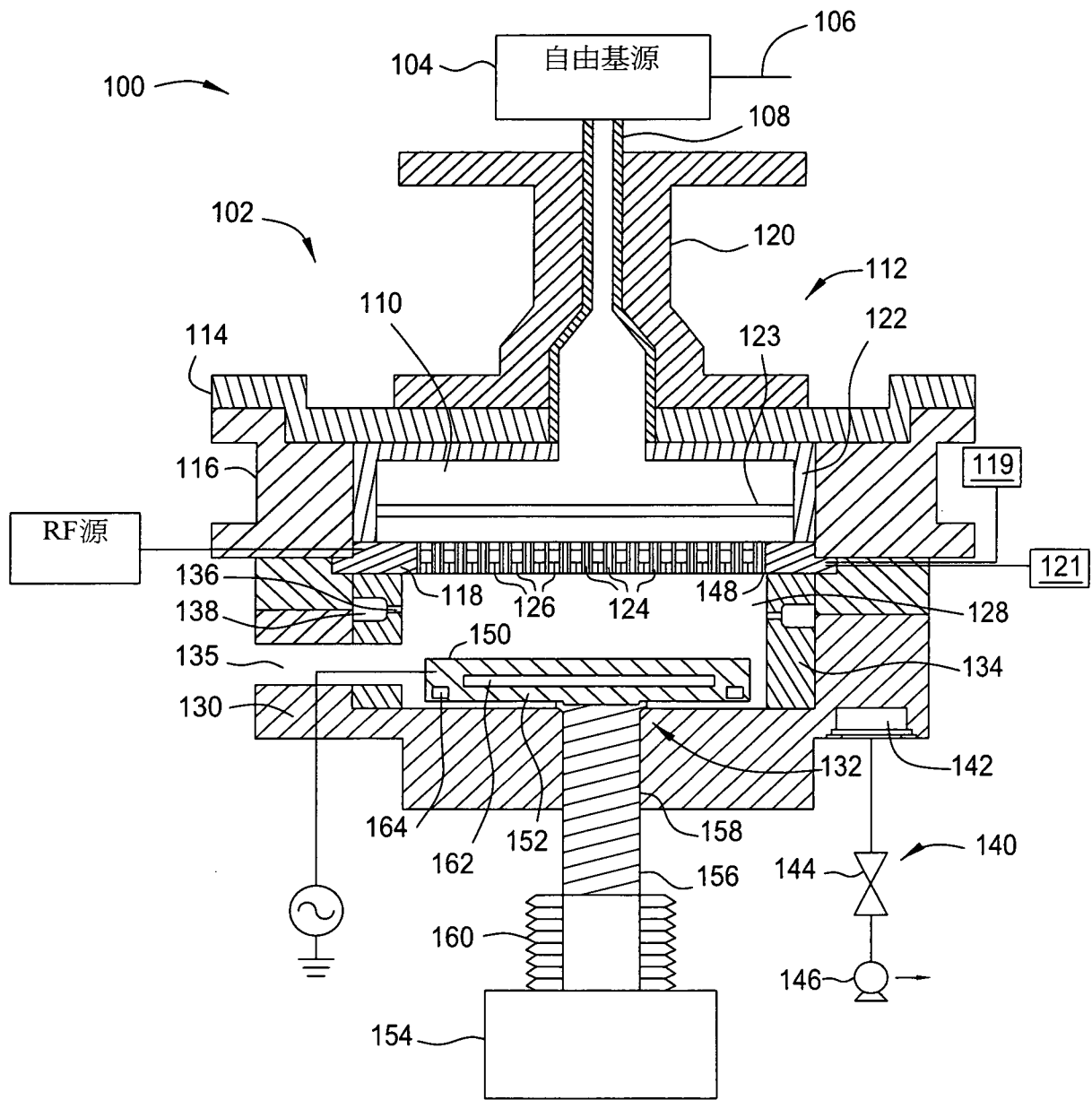
【第18項】 如請求項14所述之設備，其中該腔室主體、該雙通道淋噴頭及該自由基管道之一或更多者包含一塗層，該塗層選自由 AlN 、 SiO_2 、 Y_2O_3 、 MgO 、陽極化 Al_2O_3 、藍寶石及含有 Al_2O_3 、藍寶石、

AlN、Y₂O₃、MgO 之一或更多者的陶瓷或塑膠組成之群組。

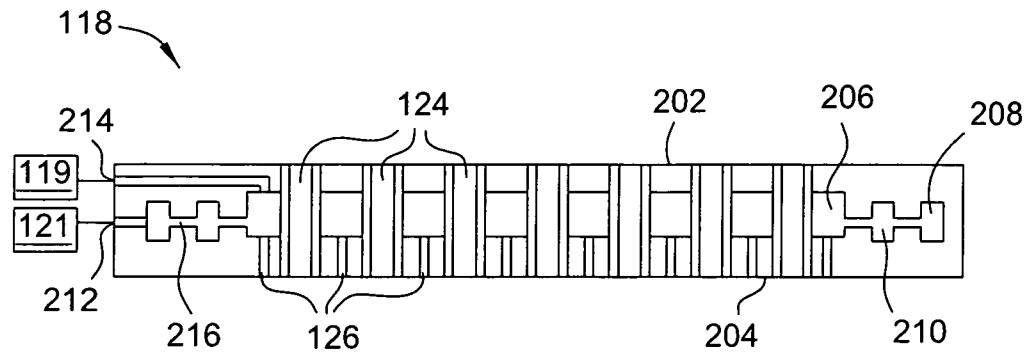
【第19項】 如請求項14所述之設備，其中該升降機構包含耦接至該支撐構件的一轉子。

【第20項】 如請求項16所述之設備，其中經由一旁路使該第二自由基源及該第二自由基管道與一真空泵流體連通，其中該旁路在一第一端處與該第二自由基管道耦接及在一第二端處與該真空泵耦接。

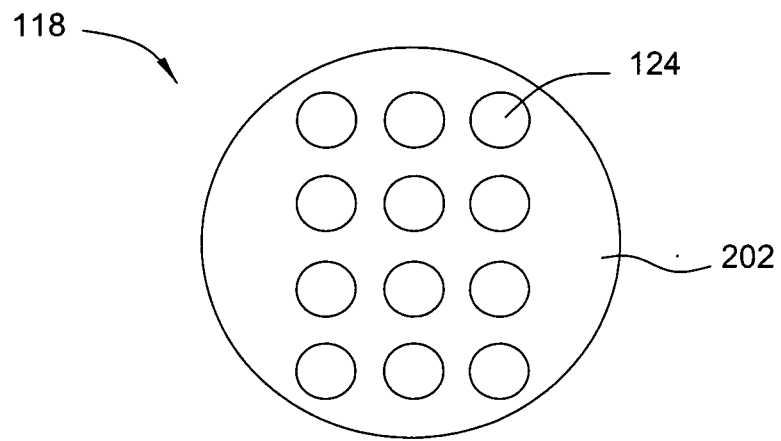
圖式



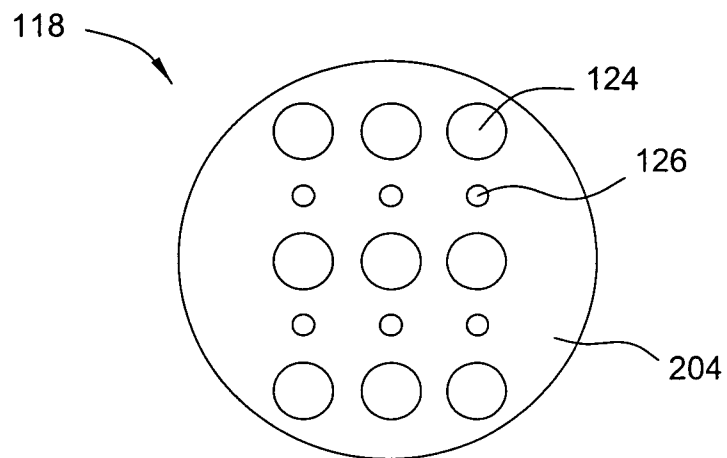
第1圖



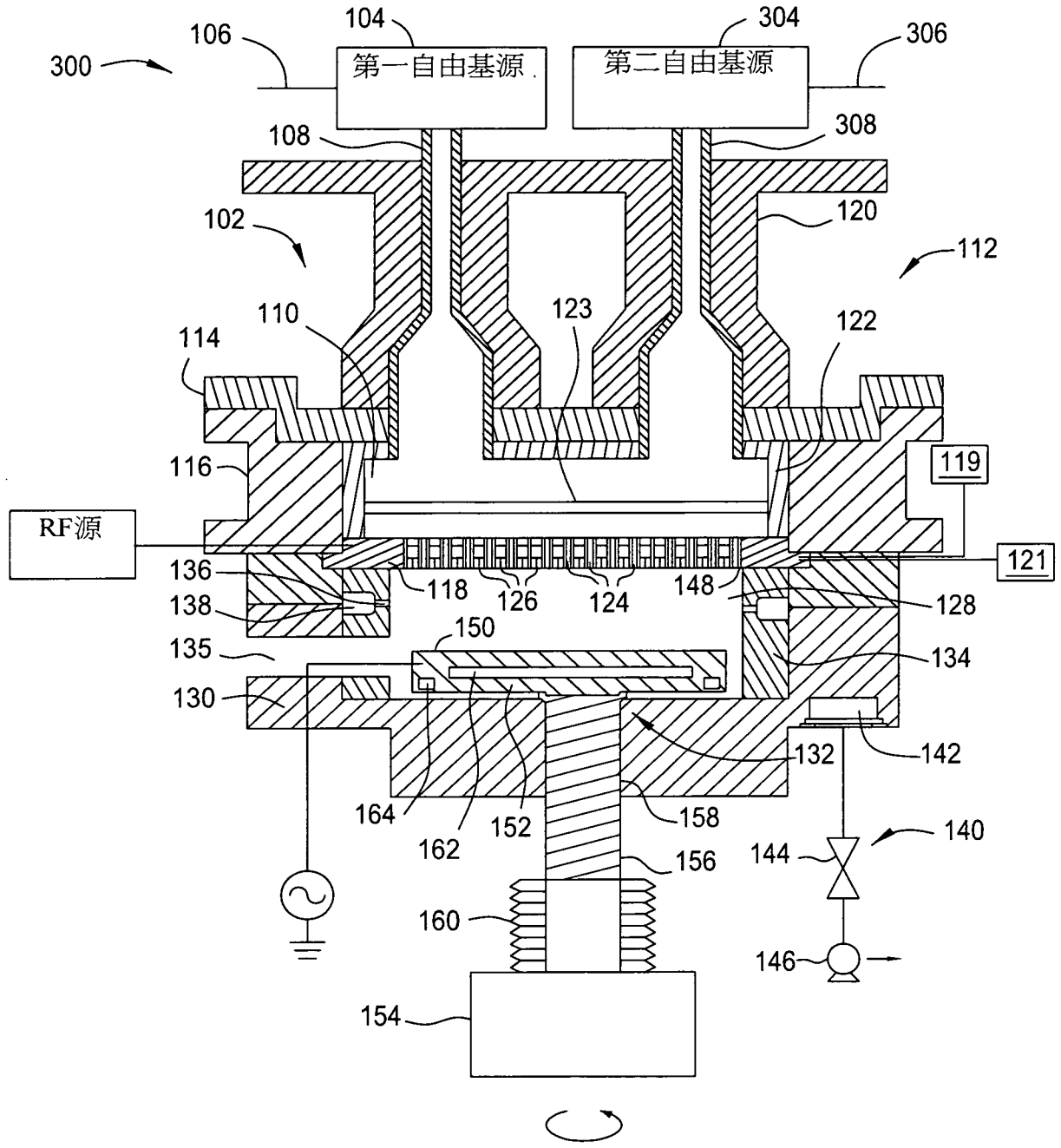
第2A圖



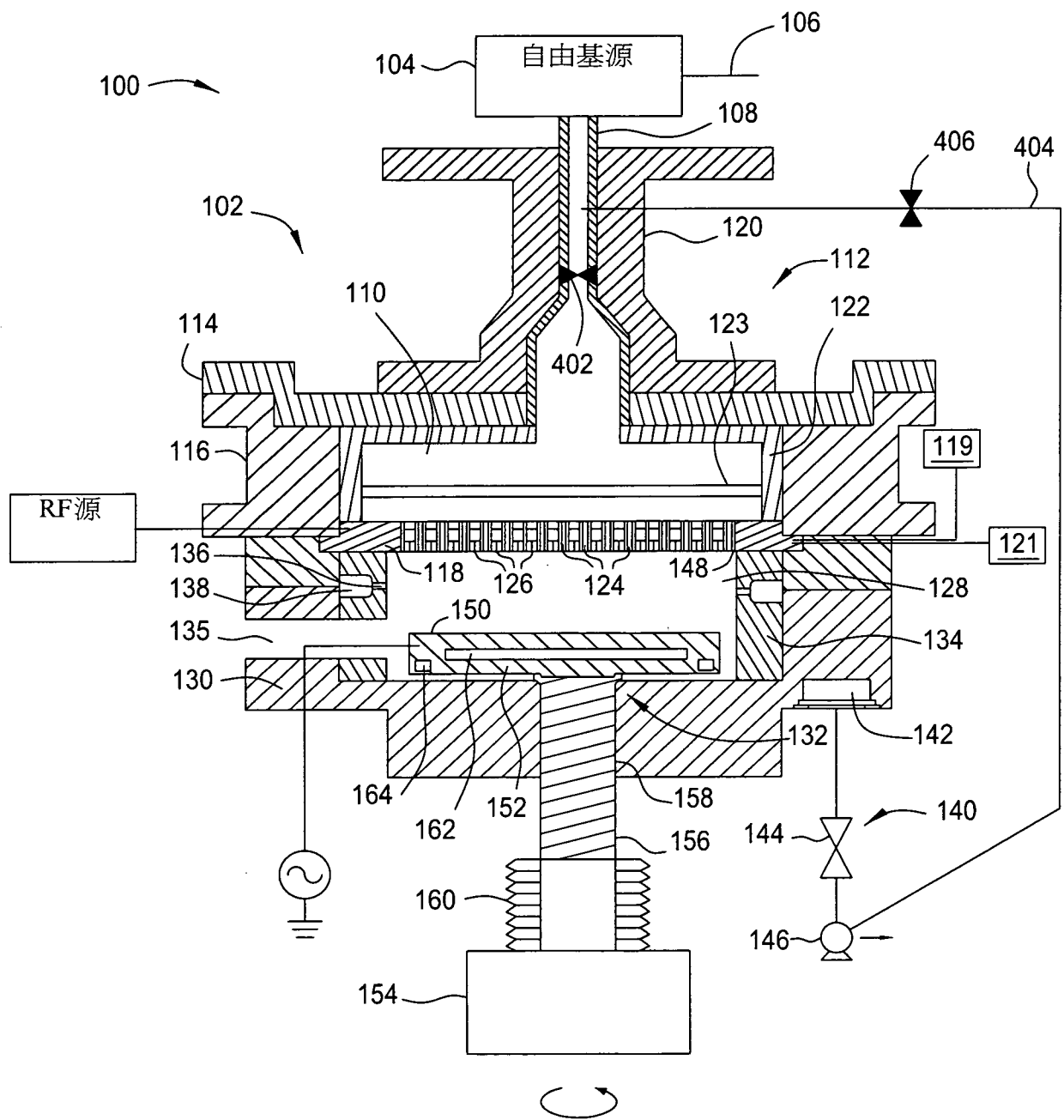
第2B圖

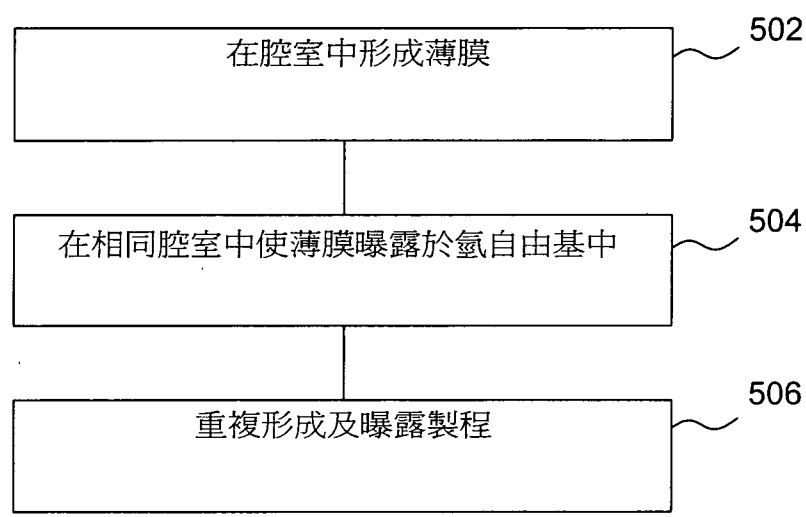


第2C圖

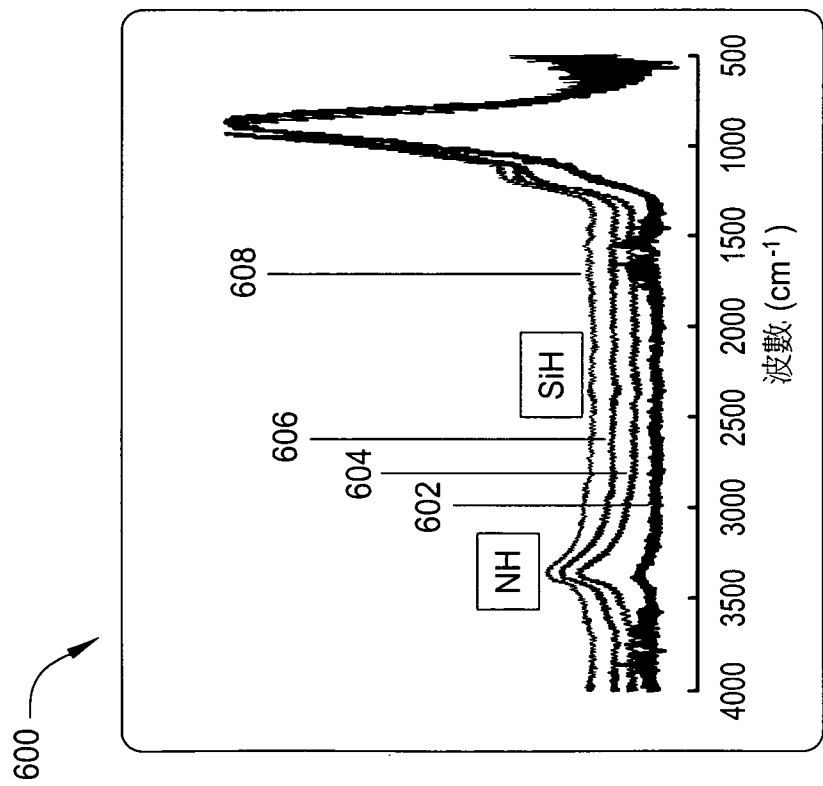


第3圖

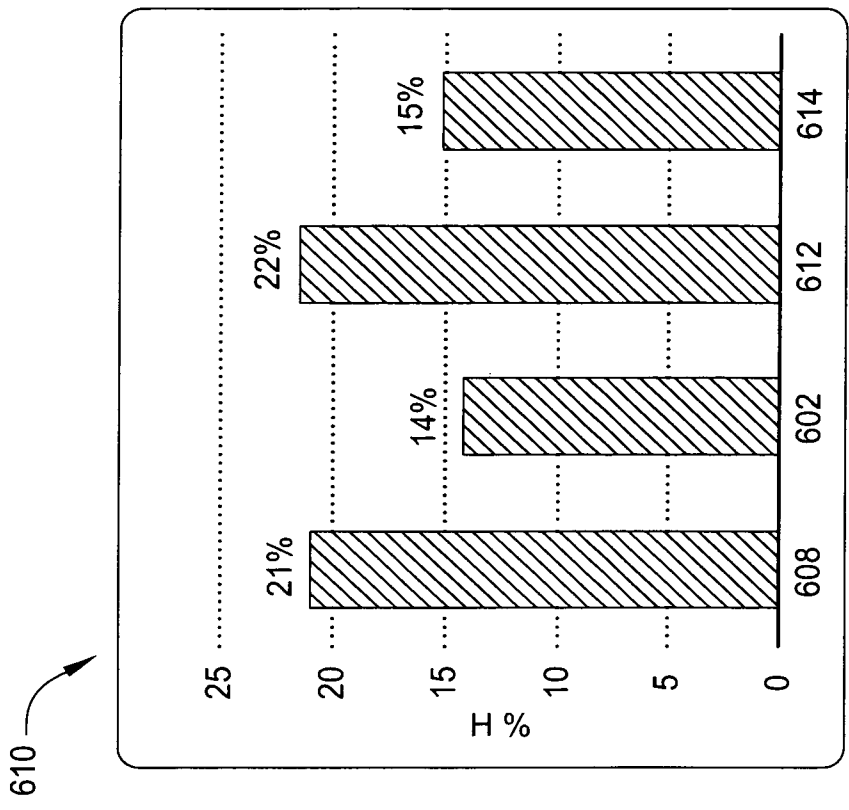




第5圖

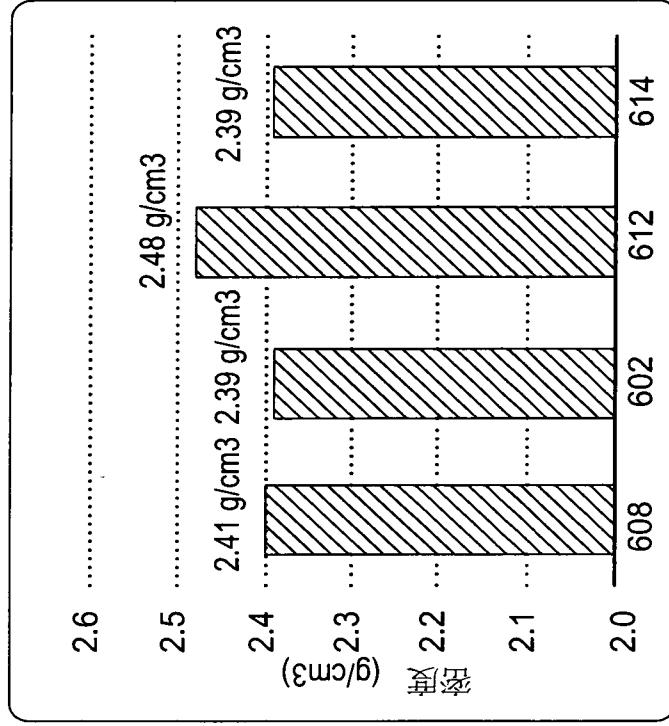


第6A圖

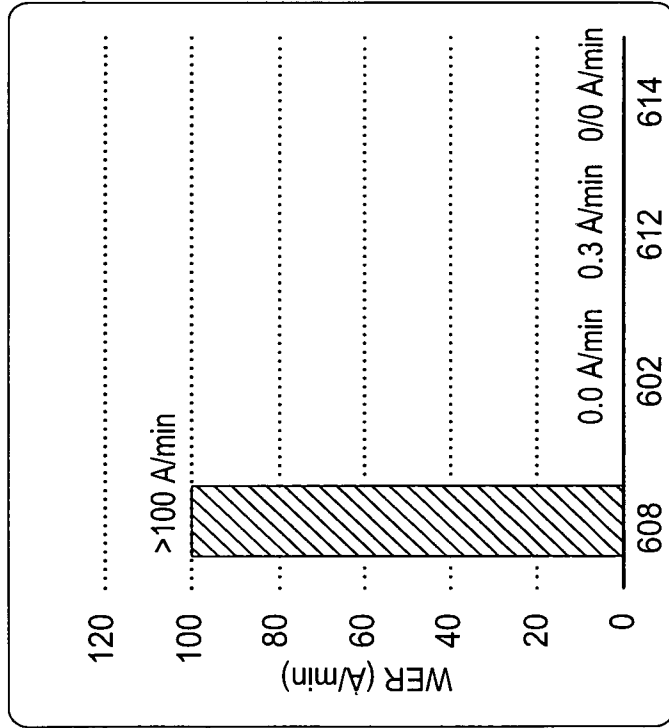


第6B圖

618

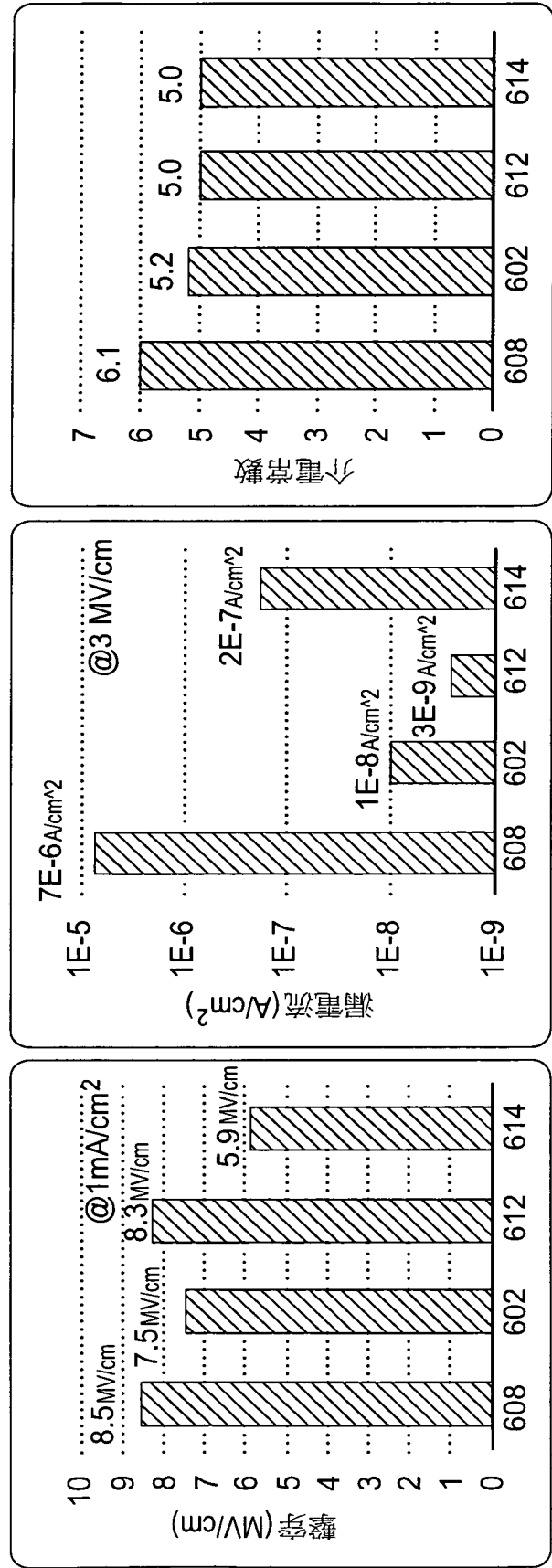


616

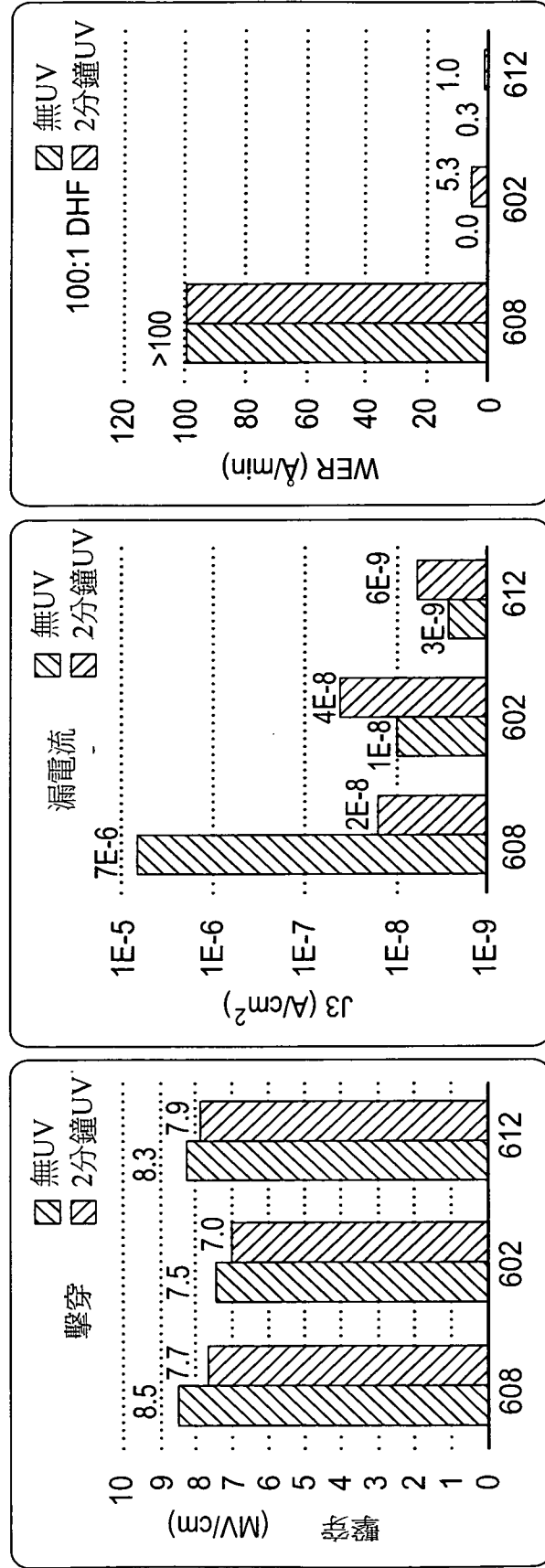


第6D圖

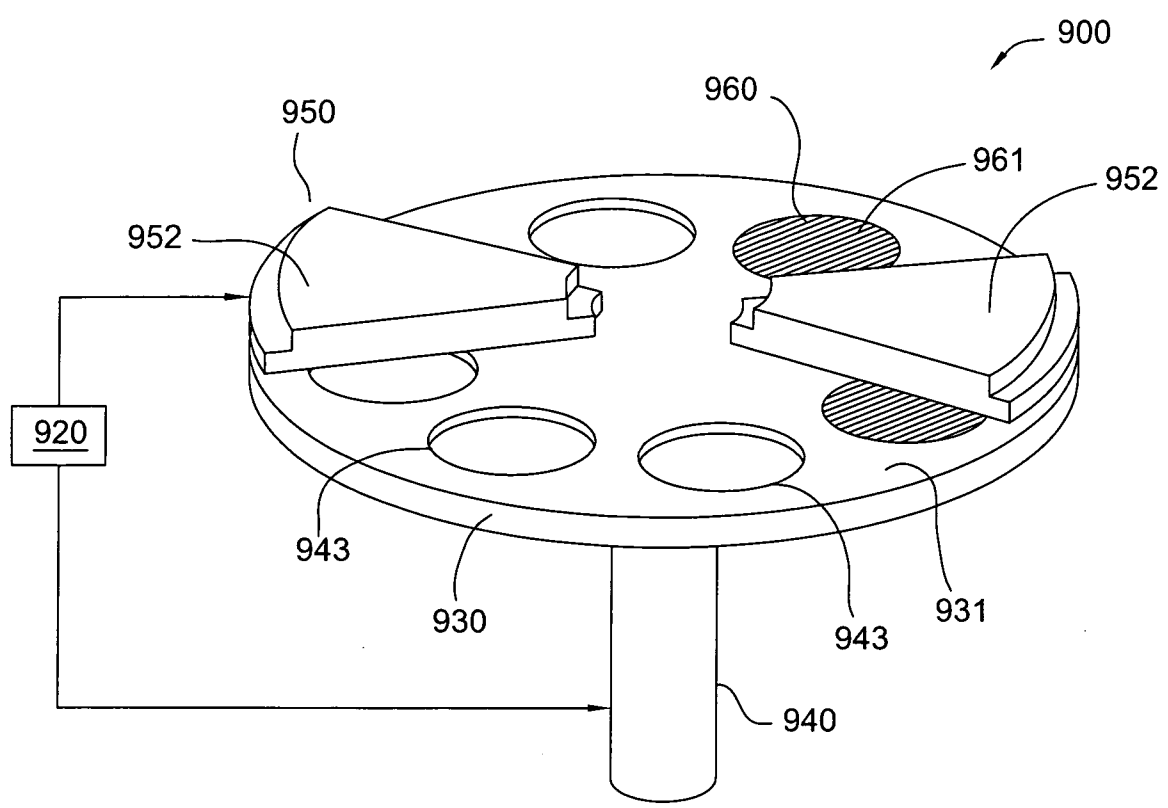
第6C圖



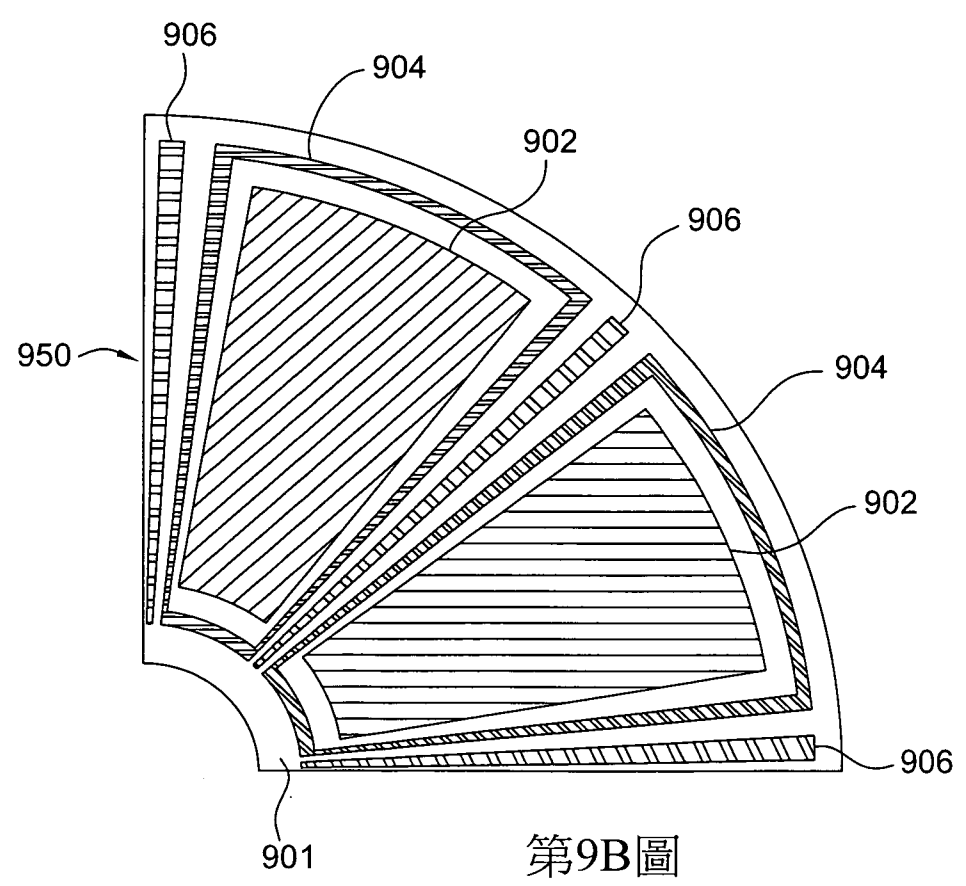
第7圖



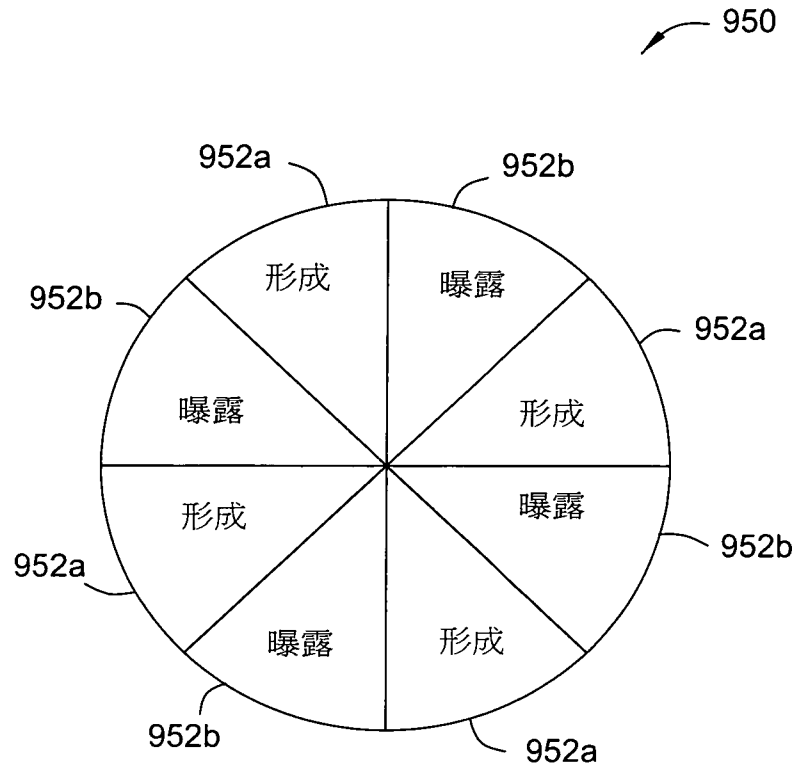
第8圖



第9A圖



第9B圖



第9C圖