



(21) 申請案號：110141818

(22) 申請日：中華民國 110 (2021) 年 11 月 10 日

(51) Int. Cl. :

*H01J37/32 (2006.01)**H01L21/683 (2006.01)*

(30) 優先權：2020/11/16

世界智慧財產權組織

PCT/CN2020/129029

(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：孫立中 SUN, LIZHONG (US)；楊毅 YANG, YI (CN)；陳建 CHEN, JIAN

JANSON (US)；馬沖 MA, CHONG (CN)；楊曉東 YANG, XIAODONG (CN)

(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：8 共 45 頁

(54) 名稱

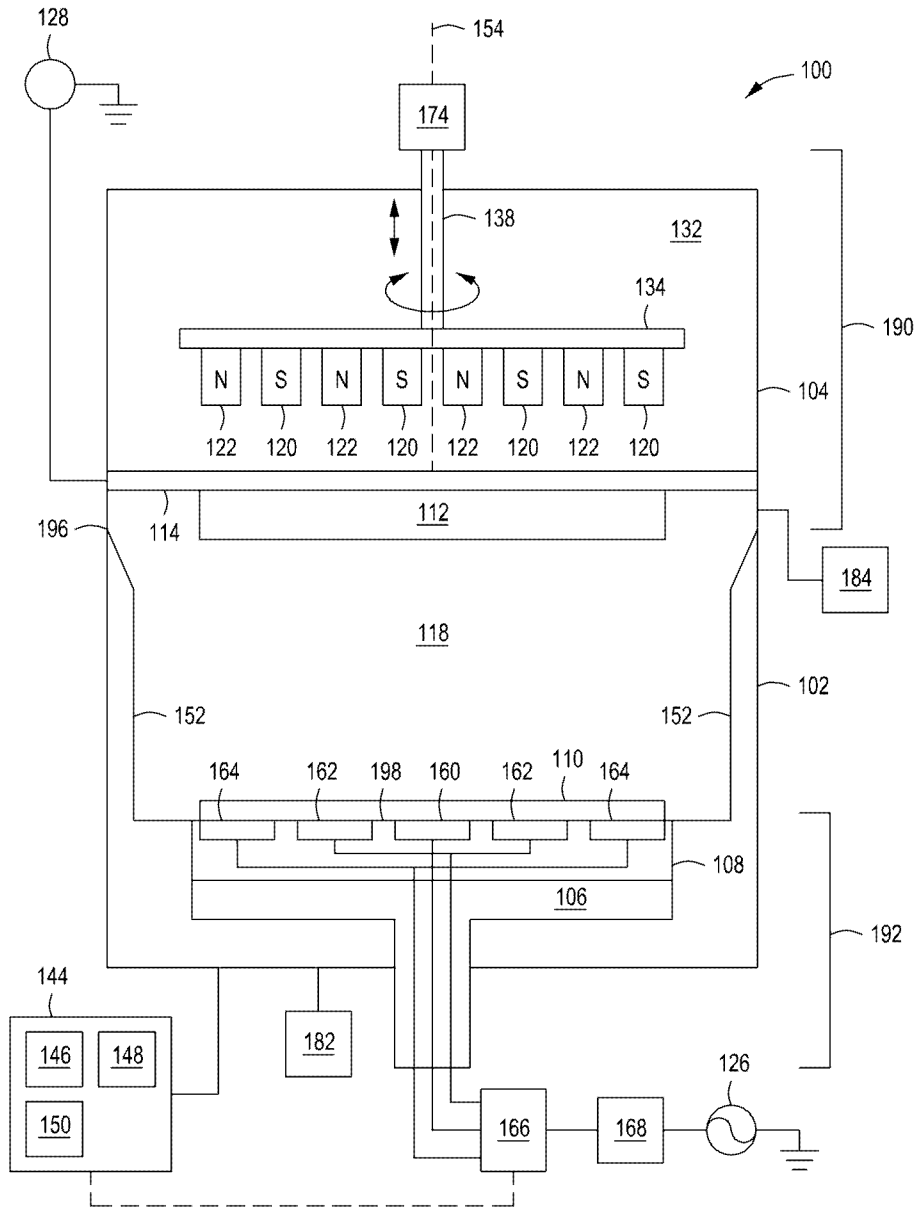
用於應力均勻之 RF 偏壓的區域控制之方法與設備

(57) 摘要

使用方法與設備來調節基板上的膜應力分佈。一種設備可包括具有基座的 PVD 腔室，該基座被配置為在處理期間在位於基座的最上表面上的蓋上支撐基板。該蓋構造有多個電極，諸如，例如第一電極、第二電極和第三電極。第二電極位於該第一電極與該第二電極之間，並且與該第一電極和該第二電極電分離。基板應力分佈調諧器電連接至該第一電極、該第二電極和該第三電極，並且被配置為獨立地調節至少該第二電極和該第三電極相對於 RF 接地的 RF 電壓位準，以產生更均勻的膜應力分佈。

Methods and apparatus are used for adjusting film stress profiles on substrates. An apparatus may include a PVD chamber with a pedestal configured to support a substrate during processing on a cover positioned on an uppermost surface of the pedestal. The cover is constructed with multiple electrodes such as, for example, a first electrode, a second electrode, and a third electrode. The second electrode is positioned between and electrically separated from the first electrode and the second electrode. A substrate stress profile tuner is electrically connected to the first electrode, the second electrode, and the third electrode and configured to independently adjust an RF voltage level of at least the second electrode and the third electrode relative to RF ground to produce a more uniform film stress profile.

指定代表圖：



第1圖

符號簡單說明：

- 100:PVD 腔室
- 102:腔室主體
- 104:磁控管組件
- 106:基座支撐件
- 108:蓋
- 110:基板
- 112:靶
- 114:上部電極
- 118:處理體積
- 120:磁體
- 122:磁體
- 126:RF 偏壓電源
- 128:DC 電源
- 132:磁控管空腔
- 134:背板
- 138:軸
- 144:控制器
- 146:中央處理單元 (CPU)
- 148:記憶體/電腦可讀取媒體
- 150:支援電路
- 152:屏蔽件
- 154:中心軸線
- 160:第一電極
- 162:第二電極
- 164:第三電極
- 166:應力分佈調諧器
- 168:匹配網路
- 174:馬達
- 182:泵
- 184:氣體源
- 190:源
- 192:基座
- 196:最上方點
- 198:最上表面

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於應力均勻之 RF 偏壓的區域控制之方法與設備

【英文發明名稱】METHODS AND APPARATUS FOR ZONE CONTROL OF RF BIAS FOR STRESS UNIFORMITY

【中文】

使用方法與設備來調節基板上的膜應力分佈。一種設備可包括具有基座的 PVD 腔室，該基座被配置為在處理期間在位於基座的最上表面上的蓋上支撐基板。該蓋構造有多個電極，諸如，例如第一電極、第二電極和第三電極。第二電極位於該第一電極與該第二電極之間，並且與該第一電極和該第二電極電分離。基板應力分佈調諧器電連接至該第一電極、該第二電極和該第三電極，並且被配置為獨立地調節至少該第二電極和該第三電極相對於 RF 接地的 RF 電壓位準，以產生更均勻的膜應力分佈。

【英文】

Methods and apparatus are used for adjusting film stress profiles on substrates. An apparatus may include a PVD chamber with a pedestal configured to support a substrate during processing on a cover positioned on an uppermost surface of the pedestal. The cover is constructed with multiple electrodes such as, for example, a first electrode, a second electrode, and a third electrode. The second electrode is positioned between and electrically separated from the first electrode and the second electrode. A substrate stress profile tuner is electrically connected to the first electrode, the second electrode, and the third electrode and configured to independently adjust an RF voltage

level of at least the second electrode and the third electrode relative to RF ground to produce a more uniform film stress profile.

【指定代表圖】第（ 1 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 0 : P V D 腔 室

1 0 2 : 腔 室 主 體

1 0 4 : 磁 控 管 組 件

1 0 6 : 基 座 支 撐 件

1 0 8 : 蓋

1 1 0 : 基 板

1 1 2 : 靶

1 1 4 : 上 部 電 極

1 1 8 : 處 理 體 積

1 2 0 : 磁 體

1 2 2 : 磁 體

1 2 6 : R F 偏 壓 電 源

1 2 8 : D C 電 源

1 3 2 : 磁 控 管 空 腔

1 3 4 : 背 板

1 3 8 : 軸

1 4 4 : 控 制 器

1 4 6 : 中 央 處 理 單 元 (C P U)

1 4 8 : 記 憶 體 / 電 腦 可 讀 取 媒 體

1 5 0 : 支 援 電 路

- 152: 屏蔽件
- 154: 中心軸線
- 160: 第一電極
- 162: 第二電極
- 164: 第三電極
- 166: 應力分佈調諧器
- 168: 匹配網路
- 174: 馬達
- 182: 泵
- 184: 氣體源
- 190: 源
- 192: 基座
- 196: 最上方點
- 198: 最上表面

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於應力均勻之 RF 偏壓的區域控制之方法與設備

【英文發明名稱】METHODS AND APPARATUS FOR ZONE CONTROL OF RF BIAS FOR STRESS UNIFORMITY

【技術領域】

【0001】 本案原理的實施例大體而言係關於半導體製造。

【先前技術】

【0002】 基板上的沉積膜中的應力可能會不利地影響使用該等膜的元件的效能。例如，在壓電材料中，應力位準和均勻性對於壓電回應和所製造的元件的產量非常關鍵。當使用具有磁控濺射沉積的物理氣相沉積 (physical vapor deposition, PVD) 腔室來形成壓電膜時，可使用通用射頻 (RF) 偏壓來調變膜中的應力位準。然而，發明人已經發現，對普遍施加的 RF 偏壓功率的應力回應可能由於不均勻的磁場和電漿分佈而導致晶圓輪廓上的不均勻應力位準，從而導致寬晶圓內 (wide within wafer, WIW) 應力範圍。

【0003】 因此，本發明人已經提供了用於在於 PVD 腔室中沉積的膜內產生更均勻應力位準的方法與設備。

【發明內容】

【0004】 本文提供了用於在基板中形成更均勻的應力分佈的方法與設備。

【0005】 在一些實施例中，一種用於在沉積期間調節膜特性的設備可包括：物理氣相沉積 (PVD) 腔室，該 PVD 腔室

具有處理體積；上部電極，該上部電極連接至直流(direct current, DC)電源，位於該PVD腔室中的該處理體積上方，該DC電源被配置為在該處理體積內產生電漿；基座，該基座被配置為在該PVD腔室中處理期間支撐基板並且定位在該處理體積下方；蓋，該蓋被施加至該基座的最上表面上，其中該蓋包括複數個電極；基板應力分佈調諧器，該基板應力分佈調諧器電連接至該複數個電極中的每個電極並且被配置為獨立地調節該複數個電極中的至少一個電極相對於RF接地的RF電壓位準；以及RF偏壓源，該RF偏壓源經由匹配網路電連接至該基板應力分佈調諧器。

【0006】 在一些實施例中，該設備可進一步包括其中DC電源是脈衝DC電源，其中該PVD腔室包括磁控管組件，該磁控管組件被配置有位於該上部電極上方的至少一個旋轉永磁體，其中該基座由陶瓷材料形成，並且含有在該複數個電極與該基板應力分佈調諧器之間的電連接，其中該複數個電極包括第一電極、第二電極和第三電極，並且其中該第二電極位於該第一電極與該第二電極之間並且與該第一電極和該第二電極電分離，並且該基板應力分佈調諧器被配置為獨立地調節至少該第二電極和該第三電極相對於RF接地的該RF電壓位準；第一RF桿，該第一RF桿在該基座中，將該第一電極電連接至該基板應力分佈調諧器；第二RF桿，該第二RF桿在該基座中，將該第二電極電連接至該基板應力分佈調諧器；以及第三RF桿，該第三RF桿在該基座中，將該第三電極電連接至該基板應力分佈調諧器，

其中該基板應力分佈調諧器被配置為獨立地調節該第一電極、該第二電極和該第三電極相對於RF接地的RF偏壓電壓位準，其中該基板應力分佈調諧器包括：第一調諧電路，該第一調諧電路位於該基板應力分佈調諧器內部並且包括至少一個第一可調節電容器，其中該第一調諧電路電連接在該匹配網路與該第二電極之間，以及第二調諧電路，該第二調諧電路位於該基板應力分佈調諧器內部，該第二調諧電路包括至少一個第二可調節電容器，其中該第二調諧電路電連接在該匹配網路與該第三電極之間；第一電壓感測器，該第一電壓感測器電氣地定位在該第一可調節電容器與該第二電極之間；以及第二電壓感測器，該第二電壓感測器電氣地定位在該第二可調節電容器與該第三電極之間，其中該基板應力分佈調諧器進一步包括：第三調諧電路，該第三調諧電路位於該基板應力分佈調諧器內部，該第三調諧電路包括至少一個第三可調節電容器，其中該第三調諧電路電連接在該匹配網路與該第一電極之間，第三電壓感測器，該第三電壓感測器電氣地定位在該第三可調節電容器與該第一電極之間，其中該第一電極具有圓盤形狀，該第二電極具有比該圓盤形狀大的第一環形形狀，並且該第三電極具有比該第一環形形狀大的第三環形形狀；應力偵測器，該應力偵測器被配置為確定至少一個基板的至少一種應力分佈；以及應力控制器，該應力控制器被配置為從該應力偵測器接收該至少一個基板的該至少一種應力分佈，並且經由該基板應力分佈調諧器獨立地調節該複

數個電極中的每一個電極的RF偏壓電壓位準，及/或其中該應力偵測器原位位於該PVD腔室中，或者異位於該PVD腔室。

【0007】 在一些實施例中，一種用於在沉積期間調節膜特性的設備可包括：基座，該基座被配置為在PVD腔室中處理期間支撐基板，並且被配置為位於該PVD腔室的處理體積下方；第一電極，該第一電極具有圓盤形狀，位於該基座的中心區域中，靠近該基座的最上表面，其中該第一電極被配置為接受來自基板應力分佈調諧器的第一RF偏壓電壓調節；第二電極，該第二電極具有第一環形形狀，在該基座的最上表面附近圍繞該第一電極，並與該第一電極電隔離，其中該第二電極被配置為接受來自該基板應力分佈調諧器的第二RF偏壓電壓調節；以及第三電極，該第三電極具有第二環形形狀，在該基座的最上表面附近圍繞該第二電極，並與該第二電極電隔離，其中該第三電極被配置為接受來自該基板應力分佈調諧器的第三RF偏壓電壓調節。

【0008】 在一些實施例中，該設備可進一步包括其中第一電極、第二電極和第三電極藉由氣隙或電絕緣材料電隔離，第一RF桿，該第一RF桿在該基座中，該第一RF桿被配置為將該第一電極電連接至該基板應力分佈調諧器；第二RF桿，該第二RF桿在該基座中，該第二RF桿被配置為將該第二電極電連接至該基板應力分佈調諧器；以及第三RF桿，該第三RF桿在該基座中，該第三RF桿被配置為將

該第三電極電連接至該基板應力分佈調諧器，該基板應力分佈調諧器，該基板應力分佈調諧器電連接至該第一電極、該第二電極和該第三電極，並且被配置為獨立地調節至少該第二電極和該第三電極相對於RF接地的RF電壓位準，其中該基板應力分佈調諧器包括：第一調諧電路，該第一調諧電路位於該基板應力分佈調諧器內部，該第一調諧電路包括至少一個第一可調節電容器，其中該第一調諧電路被配置為電連接至該第二電極；以及第二調諧電路，該第二調諧電路位於該基板應力分佈調諧器內部，該第二調諧電路包括至少一個第二可調節電容器，其中該第二調諧電路被配置為電連接至該第三電極。

【0009】 在一些實施例中，一種調節基板的應力分佈的方法可包括：接收在物理氣相沉積(PVD)腔室中處理的至少一個基板的至少一種應力分佈；以及基於該至少一個基板的該至少一種應力分佈，獨立地調節靠近該PVD腔室的基座的表面的複數個電隔離的RF偏壓電極中的至少一個RF偏壓電極的至少一個RF偏壓電壓位準，使得該PVD腔室中的隨後處理的基板的應力分佈的均勻性增加。

【0010】 在一些實施例中，該方法可進一步包括：藉由改變串聯定位在複數個電隔離的RF偏壓電極中的至少一個電隔離的RF偏壓電極與RF偏壓電源之間的可調諧電容器的電容值，來獨立地調節該至少一個RF偏壓電壓位準；或者相對於該複數個電隔離的RF偏壓電極中的不可調節的一個電隔離的RF偏壓電極，獨立地調節該複數個電隔離的

R F 偏壓電極中的一或多個電隔離的 R F 偏壓電極的至少一個 R F 偏壓電壓位準中的一或多個 R F 偏壓電壓位準，以歸一化該應力分佈。

【0011】 下面揭示了其他及進一步的實施例。

【圖式簡單說明】

【0012】 藉由參考附圖中描繪的本案原理的說明性實施例，可以理解上面簡要總結並且下面更詳細論述的本案原理的實施例。然而，附圖僅示出了本案原理的典型實施例，因此不應被認為是對範疇的限制，因為本案原理可以允許其他同等有效的實施例。

【0013】 第 1 圖描繪了根據本案原理的一些實施例的 P V D 腔室的剖視圖。

【0014】 第 2 圖描繪了根據本案原理的一些實施例的具有多個 R F 偏壓區域的基座的等距視圖。

【0015】 第 3 圖描繪了根據本案原理的一些實施例的在基座中具有多個 R F 偏壓區域的 P V D 腔室的剖視圖。

【0016】 第 4 圖描繪了根據本案原理的一些實施例的具有可單獨調諧的中間和外部 R F 偏壓區域的 P V D 腔室的剖視圖。

【0017】 第 5 圖描繪了根據本案原理的一些實施例的晶圓應力位準的曲線圖。

【0018】 第 6 圖是根據本案原理的一些實施例的偏壓晶圓以歸一化應力位準的方法。

【0019】 第7圖描繪了根據本案原理的一些實施例的PVD腔室的等效電路。

【0020】 第8圖描繪了根據本案原理的一些實施例的晶圓應力位準的曲線圖。

【0021】 為了促進理解，在可能的情況下，使用相同的附圖標記來表示附圖中共用的元件。附圖不是按比例繪製的，並且為了清楚起見可以簡化。一個實施例的元件和特徵可以有益地結合到其他實施例中，而無需進一步敘述。

【實施方式】

【0022】 該方法與設備使得能夠在以物理氣相沉積(PVD)方式沉積的材料中實現更均勻的應力位準。均勻的應力位準的存在對於藉由磁控濺射沉積生產壓電材料尤其重要，但不限於此。本案原理藉由利用基座設計產生了均勻的應力位準，該基座設計使用由嵌入到基座加熱器的上表面中或基座的蓋中的多個RF偏壓電極產生的多個RF偏壓區域。在一些實施例中，PVD濺射沉積工具中的基座蓋被分成幾個區域，該等區域藉由大小為約幾毫米的間隙彼此電分離。來自RF偏壓電源的RF偏壓功率經由獨立的RF偏壓控制系統或調諧器施加至每個區域，該獨立的RF偏壓控制系統或調諧器的功率係藉由調諧每個區域的系統阻抗可調節的。獨立的RF偏壓功率區域控制提供了基於需求的RF偏壓，並且主動改變了每個區域的RF偏壓功率。因此，RF偏壓區域控制有效地使應力分佈變平，並減小了應力範圍。

【0023】 在大多數使用單個電極來偏壓基板的PVD腔室中，本發明人發現形成了「W」應力分佈512，諸如第5圖的曲線圖500所示。使用單個電極，可以為整個基板調節RF偏壓。因為基板表面上的電漿能量分佈不均勻並且磁場強度不同，所以結果是具有峰和谷的應力分佈，如曲線圖500中所示。豎直軸線504表示在方向520上增加的以MPa為單位的應力。水平軸線502表示距基板的中心軸線506的不斷增加的徑向距離522。在基板的中心區域或零點中，圖示了第一應力峰514。第一應力峰514通常是基板中發現的最高應力位準。在距基板中心的中點508處，發現了應力的最低位準516。該應力位準朝著基板的邊緣510再次上升至第二應力峰518，從而形成「W」分佈形狀。在一些單電極PVD腔室中，本發明人發現了類似於第8圖的曲線圖800中所示的邊緣高應力分佈812。豎直軸線804表示在方向820上增加的以MPa為單位的應力。水平軸線802表示距基板中心軸線806的不斷增加的徑向距離822。在基板的中心區域或零點中，第一應力峰814的應力比基板的外邊緣要低得多。第一應力峰814通常接近基板中發現的最低應力位準。在中點808附近發現了應力的最低位準816。在高邊緣應力分佈中，應力位準實質上在基板的邊緣810處上升至第二應力峰818，從而形成邊緣高分佈形狀。

【0024】 扁平或均勻的線524和均勻的線824代表期望的應力均勻性位準（減少的峰）。理想地，均勻的線524和

均勻的線 8 2 4 將是均勻的，並且處於可能的最低總應力位準。本發明人試圖藉由首先確定應力背後的影響力並探索如何使應力位準更均勻來解決非均勻的應力分佈的技術問題。本發明人發現，不穩定的應力位準是由多種因素引起的，包括不均勻的電漿、磁控管中磁體的旋轉產生不均勻的磁場，以及整個基板的單一源 R F 偏壓。本發明人發現，應力位準直接受到 R F 偏壓的量的影響，並且藉由實施 R F 偏壓「區域」，可成型出不穩定的應力位準，從而使得基板的應力分佈更加均勻。簡而言之，增加區域中的 R F 偏壓會減少基板中該點處的應力的量，而減少區域中的 R F 偏壓會增加基板中的該點處的應力的量。

【0025】 若使用例如但不限於三個區域，則中心區域可以具有增加的 R F 偏壓以降低第一應力峰 5 1 4 的應力位準，而外部區域可以具有稍微小一些的增加的 R F 偏壓以降低第二應力峰 5 1 8 的應力位準，從而增加了第 5 圖中「W」應力分佈情況的應力位準均勻性。在一些情況下，若需要，則中點區域可以具有降低的 R F 偏壓位準以允許應力位準略微增加，從而有助於獲得均勻的應力分佈以提高基板上的結構的效能。例如，若使用三個區域並將其應用於第 8 圖的實例，則中心區域可以具有略微減小的 R F 偏壓以提高第一應力峰 8 1 4 的應力位準，而外部區域可以具有增大的 R F 偏壓以降低基板邊緣處的第二應力峰 8 1 8 的應力位準，從而提高邊緣高應力分佈情況下第 8 圖中的應力位準均勻性。若需要，中點區域可以具有降低的 R F 偏壓位準以允許應力位

準略微增加，從而有助於獲得更均勻的應力分佈以提高基板上的結構的效能。

【0026】 熟習此項技術者將會理解，儘管為了解釋概念的簡潔和簡單起見，所圖示和描述的實例使用了三個區域，但是任何數量的區域都可以用於本文所述的方法與設備。第1圖描繪了根據一些實施例的PVD腔室100的剖視圖。PVD腔室100代表示例性腔室（不意欲為限制性的），本案原理的方法與設備可以結合在該示例性腔室中。PVD腔室100可用於例如但不限於將基於氮化鋁的材料（對於微機電系統（microelectromechanical system, MEMS）型元件等）和其他材料沉積至可包含半導體結構的基板110上。PVD腔室100包括腔室主體102和源190，該源包括磁控管組件104和靶112。基板110擱置在基座192的頂部上的蓋108上，該基座具有或不具有由基座支撐件106支撐的靜電卡盤（electrostatic chuck, ESC）。一或多種氣體可以從氣體源184供應至PVD腔室100的處理體積118中。泵182連接至PVD腔室100，以用於排空PVD腔室100的內部並有助於維持PVD腔室100內部的期望壓力。

【0027】 在處理體積118的頂部處是帶有背板或上部電極114的靶112。在一些實施例中，靶112可以是鋁或導電金屬或導電金屬化合物，其中靶112亦可以充當上部電極。DC電源128經由上部電極114向靶112提供DC功率，以在處理期間濺射靶112。在一些實施例中，脈衝DC電源128

可以提供脈衝DC功率等。上部電極114可包含導電材料，諸如Mo、Mo-Ti、Ru、Ru-Ti、Pt、Pt-Ti、銅-鋅、銅-銻、或與靶112相同的材料，使得DC功率可以經由上部電極114耦接至靶112。或者，上部電極114可以是非導電的，並且可以包括導電元件（未圖示），諸如電氣饋通等。上部電極114可以是盤形、矩形、正方形、或PVD腔室100可以容納的任何其他形狀。上部電極114被配置為支撐靶112，使得靶112的前表面在存在時與基板110相對。靶112可以任何合適的方式耦接至上部電極114。例如，在一些實施例中，靶112可以擴散結合至上部電極114。

【0028】 為了提供有效的濺射，將磁控管組件104設置在靶112上方。磁控管組件104可以設置在位於靶112上方的磁控管空腔132中。磁控管組件104包括複數個磁體120、122，以在腔室主體102內產生磁場。複數個磁體120、122可以藉由背板134耦接。每個磁體120可以被佈置為使得一個極面向靶112，並且每個磁體122可以被佈置為使得另一個極面向靶112。例如，如第1圖所示，每個磁體120被佈置為使得南極面向靶112，並且每個磁體122被佈置為使得北極面向靶112。如第1圖所示，磁體120和磁體122可以沿著磁控管組件104的縱向尺寸（在X軸線方向上）交替佈置。在一些實施例中，一對相鄰的磁體120、122可以用單個U形磁體代替，並且磁控管組件104包括複數個U形磁體。在一個實施例中，磁控管組件104圍繞中心軸線154旋轉，使得中心軸線154亦是磁控管組件104的旋轉軸線。

磁控管組件 104 耦接至由馬達 174 驅動的軸 138。馬達 174 亦能夠沿著 Z 軸線移動磁控管組件 104。在一個實施例中，如第 1 圖所示，磁控管組件 104 被定位為使得中心軸線 154 是磁控管組件 104 的縱向尺寸的對稱軸線。

【0029】 RF 偏壓電源 126 可以耦接至第一電極 160、第二電極 162 和第三電極 164，以便在基板 110 上感應分區的偏壓控制。第一電極 160、第二電極 162 和第三電極 164 被經由應力分佈調諧器 166 饋送 RF 偏壓功率，該應力分佈調諧器經由匹配網路 168 控制由來自 RF 偏壓電源 126 的 RF 偏壓功率饋送至每個單獨區域的偏壓功率的量，該匹配網路例如是自動匹配，該自動匹配自動補償阻抗負載以最大化 RF 偏壓電源 126 的功率傳輸。例如，由 RF 偏壓電源 126 供應的 RF 能量的頻率可以在從約 2 MHz 至約 60 MHz 的範圍內，例如，可以使用諸如 2 MHz、13.56 MHz、或 60 MHz 的非限制性頻率。在一些實施例中，RF 功率可以由 RF 偏壓電源 126 在從約幾十瓦至幾百瓦的範圍內供應。在一些實施例中，由 RF 偏壓電源 126 供應的 RF 功率可以是約幾千瓦至 10 kW。在一些實施例中，DC 或脈衝 DC 電源 128 可以提供範圍從約 1 kW 至約 20 kW 的 DC 或脈衝 DC 功率。在一些實施例中，DC 或脈衝 DC 電源 128 可以提供範圍從約 20 kW 至約 60 kW 的 DC 或脈衝 DC 功率。在其他應用中，基座 192 可以接地或保持電浮置。

【0030】 PVD 腔室 100 亦包括處理套件屏蔽件或屏蔽件 152，以圍繞 PVD 腔室 100 的處理體積 118，並以保護其

他腔室部件免受處理的損壞及/或污染。在一些實施例中，屏蔽件 152 可以在最上方點 196 處接地至腔室主體，以提供 RF 接地返回路徑。屏蔽件 152 向下延伸，並且可包括具有大致恆定的直徑的大致管狀部分，該大致管狀部分大致圍繞處理體積 118。屏蔽件 152 沿著腔室主體 102 的壁向下延伸至蓋 108 的最上表面 198。

【0031】 控制器 144 可以被提供並耦接至 PVD 腔室 100 的各種部件，以控制該 PVD 腔室的操作。控制器 144 包括中央處理單元 (central processing unit, CPU) 146、記憶體 148、和支援電路 150。控制器 144 可以直接控制 PVD 腔室 100，或者經由與特定處理腔室及/或支援系統部件相關聯的電腦 (或控制器) 來控制 PVD 腔室。控制器 144 可以係可在工業環境中用於控制各種腔室和子處理器的任何形式的通用電腦處理器中的一種通用電腦處理器。控制器 144 的記憶體或電腦可讀取媒體 148 可以是一或多個容易獲得的記憶體，諸如隨機存取記憶體 (random access memory, RAM)、唯讀記憶體 (read only memory, ROM)、軟磁碟、硬碟、光學儲存媒體 (例如，光盤或數位視訊光碟)、快閃驅動器、或任何其他形式的本端或遠端數位儲存裝置。支援電路 150 耦接至 CPU 146 以用於以習知方式支援處理器。該等電路包括快取、電源、時鐘電路、輸入/輸出電路系統和子系統等。控制 PVD 腔室 100 的方法及/或過程可以作為軟體常式儲存在記憶體 148 中，該軟體常式可以被執行或調用來以本文所述的方式控制 PVD

腔室 100 的操作。軟體常式亦可以由遠離由 CPU 146 控制的硬體定位的第二 CPU (未圖示) 儲存及 / 或執行。例如，在一些實施例中，配方及 / 或應力分佈可以儲存在控制器 144 中，並且控制器 144 可以與應力分佈調諧器 166 介面連接以促進控制施加至基板 110 的分區 RF 偏壓。

【0032】 第 2 圖描繪了根據一些實施例的具有多個 RF 偏壓區域的基座 192 的等距視圖 200。基座 192 包括蓋 108，該蓋 108 被配置為支撐基板 110 並容納第一電極 160、第二電極 162 和第三電極 164。在一些實施例中 (未圖示)，第一電極 160、第二電極 162 和第三電極 164 可以包括在基座支撐件 106 頂上的基座加熱器組件中。第一電極 160、第二電極 162 和第三電極 164 分別經由電連接 202、204、206 電連接至應力分佈調諧器 166。在一些實施例中，第一電極與第二電極 210 之間間距為約幾毫米。在一些實施例中，第二電極與第三電極之間間距 212 為約幾毫米。在一些實施例中，間距 212 是氣隙或填充有電絕緣材料。該間距經選擇為使得該間距足夠大，以確保在第一電極、第二電極與第三電極之間維持電絕緣，但不會相距太遠而使得在各電極之間出現偏壓「死區」或減小的偏壓區域。

【0033】 第 3 圖描繪了根據一些實施例的在基座中具有多個 RF 偏壓區域的 PVD 腔室 302 的剖視圖 300。PVD 腔室 302 包括上部電極 304，該上部電極連接至用於產生電漿 312 的 DC 電源 306；處理體積 308；和基座 310。基座 310 包括第一電極 314、第二電極 316 和第三電極 318。第一電

極 314、第二電極 316 和第三電極 318 分別電連接至第一 RF 桿 320、第二 RF 桿 322 和第三 RF 桿 324。第一 RF 桿 320、第二 RF 桿 322 和第三 RF 桿 324 電連接至應力分佈調諧器 326，該應力分佈調諧器經由匹配網路 330（諸如自動匹配）電連接至 RF 偏壓電源 328。在一些實施例中，應力分佈調諧器 326 包括第一調諧電路，該第一調諧電路包括與第一 RF 桿 320 和匹配網路 330 電串聯的第一電感器 332 和第一可調諧電容器 334。應力分佈調諧器 326 亦包括第二調諧電路，該第二調諧電路包括與第二 RF 桿 322 和匹配網路 330 電串聯的第二電感器 336 和第二可調諧電容器 338。應力分佈調諧器 326 亦包括第三調諧電路，該第三調諧電路包括與第三 RF 桿 324 和匹配網路 330 電串聯的第三電感器 340 和第三可調諧電容器 342。應力分佈調諧器 326 藉由調節電容來改變施加到電極中的每個電極的偏壓功率的量，從而獨立地調節每個電極的諧振。通常，在給定頻率下諧振越多，則提供的 RF 偏壓功率就越大。為了確定用可調諧電容器調節諧振的程度，使用電壓 / 電流 (voltage/current, VI) 感測器來確定每個電極的 RF 電壓。第一 VI 感測器 344 電連接在第一 RF 桿 320 與第一電感器 332 之間，第二 VI 感測器 346 電連接在第二 RF 桿 322 與第二電感器 336 之間，並且第三 VI 感測器 348 電連接在第三 RF 桿 324 與第三電感器 340 之間。在一些實施例中，應力分佈調諧器 326 可以僅具有用於調節第一電極 314 的第一可調諧電容器 334、用於調節第二電極 316 的第二可調諧

電容器 338 和用於調節第三電極 318 的第三可調諧電容器 342，而沒有第一電感器 332、第二電感器 336 和第三電感器 340。

【0034】 應力分佈調諧器 326 使用每個電極的 RF 電壓位準來單獨調節施加到電極的 RF 偏壓以形成更均勻的應力分佈。每個電極上的 RF 偏壓的單獨調節可以基於先前的應力分佈、配方要求或膜沉積要求等而手動或自動調節。例如，在一些實施例中，可以使用伺服機構，該伺服機構接受來自控制器（例如，應力控制器 350、控制器 144 等）的電信號，並隨後機械地調節與電極電串聯的可變電容器以改變電極的阻抗。亦可以基於腔室參數等（所使用的磁控管、靶至晶圓的距離、功率範圍、功率類型等）進行調節。在一些實施例中，可以使用應力控制器 350。應力控制器 350 可以用於應力分佈變化的專用控制器，其包括 CPU 352、記憶體 354 和支援電路 356。在一些實施例中，應力控制器 350 亦可以駐留於系統控制器，諸如第 1 圖所示的控制器 144 內。在一些實施例中，應力控制器 350 可以嵌入應力分佈調諧器 326 中。在一些實施例中，壓力控制器 350 可以諸如從配方過程、測試資料等接受關於壓力分佈的使用者輸入及 / 或系統輸入。在一些實施例中，應力控制器 350 亦可以從應力偵測器 358 接收應力分佈及 / 或關於應力的資訊。應力偵測器 358 可以異位於 PVD 腔室 302。換言之，樣品基板可以被送出進行分析，且隨後資訊可以被反饋至應力控制器 350 中以確定所基於的電極的 RF 偏壓變化。壓

力控制器 350 亦可以在做出調節決定之前將接收到的資訊與歷史資料進行比較。在一些實施例中，應力偵測器 358 可以原位處於 PVD 腔室中。如此，可以或多或少地即時獲得應力分佈及 / 或資訊，並反饋至應力控制器 350 以用於評估和確定 RF 偏壓的變化，從而在 PVD 腔室中隨後處理的基板中產生快得多的應力分佈變化。

【0035】 第 4 圖描繪了根據一些實施例的 PVD 腔室 402 的剖視圖 400，其中中間和外部 RF 偏壓區域是單獨可調諧的。PVD 腔室 402 包括上部電極 404，該上部電極連接至用於產生電漿 412 的 DC 電源 406；處理體積 408；和基座 410。基座 410 包括第一電極 414、第二電極 416 和第三電極 418。第一電極 414、第二電極 416 和第三電極 418 分別電連接至第一 RF 桿 420、第二 RF 桿 422 和第三 RF 桿 424。第一 RF 桿 420、第二 RF 桿 422 和第三 RF 桿 424 電連接至應力分佈調諧器 426，該應力分佈調諧器 426 經由匹配網路 430（諸如自動匹配）電連接至 RF 偏壓電源 428。在一些實施例中，應力分佈調諧器 426 包括第一調諧電路，該第一調諧電路包括與第二 RF 桿 422 和匹配網路 430 電串聯的第一電感器 436 和第一可調諧電容器 438。應力分佈調諧器 426 亦包括第二調諧電路，該第二調諧電路包括與第三 RF 桿 424 和匹配網路 430 電串聯的第二電感器 440 和第二可調諧電容器 442。應力分佈調諧器 426 藉由調節電容以改變施加到第二電極 416 和第三電極 418 中的每一者的偏壓功率的量，來相對於第一電極 414 中的 RF 偏壓功率的

量，獨立地調節第二電極 416 和第三電極 418 中的每一者的諧振。通常，在給定頻率下諧振越多，則提供的 RF 偏壓功率就越大。為了確定用可調諧電容器調節諧振的程度，使用電壓 / 電流 (VI) 感測器來確定第二電極 416 和第三電極 418 中的每一者的 RF 電壓。第一 VI 感測器 446 電連接在第二 RF 桿 422 與第一電感器 436 之間，並且第二 VI 感測器 448 電連接在第三 RF 桿 424 與第二電感器 440 之間。在一些實施例中，應力分佈調諧器 426 可以僅具有用於調節第二電極 416 的第一可調諧電容器 438 和用於調節第三電極 418 的第二可調諧電容器 442，而沒有第一電感器 436 和第二電感器 440。

【0036】 應力分佈調諧器 426 使用第二電極 416 和第三電極 418 中的每一者的 RF 電壓位準來單獨調節施加到第二電極 416 和第三電極 418 的 RF 偏壓，以形成相對於第一電極 414（非電容可調 RF 偏壓電極）的更均勻應力分佈。第二電極 416 和第三電極 418 中每一者上的 RF 偏壓的單獨調節可以基於先前的應力分佈、配方要求或薄膜沉積要求等手動或自動地調節。例如，在一些實施例中，可以使用伺服機構，該伺服機構接受來自控制器（例如，應力控制器 450、控制器 144 等）的電信號，並隨後機械地調節與電極電串聯的可變電容器以改變電極的阻抗。亦可以基於腔室參數等（所使用的磁控管、靶至晶圓的距離、功率範圍、功率類型等）進行調節。在一些實施例中，可以使用應力控制器 450。壓力控制器 450 可以用於應力分佈變化的專

用控制器，其包括 CPU 452、記憶體 454 和支援電路 456，如上文針對第 1 圖的控制器 144 所述。在一些實施例中，應力控制器 450 亦可以駐留於系統控制器（諸如控制器 144）內。在一些實施例中，應力控制器 450 可以嵌入應力分佈調諧器 426 中。在一些實施例中，壓力控制器 450 可以諸如從配方過程、測試資料等接受關於壓力分佈的使用者輸入及/或系統輸入。在一些實施例中，應力控制器 450 亦可以從應力偵測器 458 接收應力分佈及/或關於應力的資訊。應力偵測器 458 可以異位於 PVD 腔室 402。換言之，樣品基板可以被送出進行分析，且隨後資訊可以被反饋至應力控制器 450 中以確定所基於的電極的 RF 偏壓變化。壓力控制器 450 亦可以在做出調節決定之前將接收到的資訊與歷史資料進行比較。在一些實施例中，應力偵測器 458 可以原位處於 PVD 腔室中。如此，可以或多或少地即時獲得應力分佈及/或資訊，並反饋至應力控制器 450 以用於評估和確定 RF 偏壓的變化，從而在 PVD 腔室中隨後處理的基板中產生快得多的應力分佈變化。

【0037】 為了更好地理解應力分佈調諧器 702 的操作，在第 7 圖中描繪了 PVD 腔室的等效電路 700。為了簡潔起見，等效電路描繪了經由單個 RF 桿 704 調諧單個電極的應力分佈調諧器 702。應力分佈調諧器 702 包括可調諧電容 (C_t) 710、電感 (L_t) 712、和電阻 (R_t) 714。RF 桿 704 具有電感 (L_r) 718 和電阻 (R_r) 720。晶圓 706 具有電容 (C_w) 722 和電阻 (R_w) 746。PVD 腔室的處理體積 708 具有帶

有電阻 (R_p) 734 的電漿 732。電漿 732 具有帶有並聯的電容 (C_{s2}) 730 和電阻 (R_{s2}) 728 的上部電漿鞘。電漿 732 具有帶有並聯的電容 (C_{s1}) 726 和電阻 (R_{s1}) 724 的下部電漿鞘。

【0038】 應力分佈調諧器 702 調變至電極中的每個電極的 RF 路徑阻抗，從而導致至不同電極中的每個電極的 RF 電壓不同。例如，當可調諧電容 (C_t) 710 改變時，總阻抗 Z_{tot} 736 (總輸入阻抗) 改變，而阻抗 Z_{wpG} 738 (晶圓頂部至電漿至接地) 保持相對不變(電漿 732 主要由施加到 PVD 腔室中的上部電極的 DC 功率 744 驅動和確定)。經由分壓器， V_{wft} 740 (晶圓頂部處的電壓) 除以 V_0 742 (輸入電壓) 等於阻抗 Z_{wpG} 738 除以總阻抗 Z_{tot} 736。因此，直接施加至沉積的膜上的 V_{wft} 740 相應地改變。當沿著從輸入電壓 V_0 742 指示的位置經由應力分佈調諧器 702 和 RF 桿 704 到達晶片 706 的頂部的 RF 路徑的電容阻抗等於沿著相同路徑的電感阻抗的幅值時，達到串聯諧振，使得該兩個阻抗被抵消，此導致沿著該路徑的最低阻抗。由於總阻抗 Z_{tot} 被調諧至最低，所以 V_{wft} 740 上的最大 RF 電壓由 Z_{wpG} 738 比 Z_{tot} 736 (分母) 的分壓器實現。 V_I 感測器 716 可用於量測 RF 電極的基部的電壓，該電壓可用於外推 V_{wft} 740，而不需要將 V_I 感測器嵌入基座中，從而降低了基座的複雜性並降低了成本。 V_I 感測器 716 藉由允許應力分佈調諧器 702 在應力達到峰值的區域維持較高的電壓並在應力下降的區域保持較低的電壓，從而允許

對膜應力分佈的閉環控制。施加在基板或晶圓的頂部上的 R F 電壓將直接驅動離子轟擊進入沉積的膜，從而使膜緻密化並改變膜的應力。較高的 R F 電壓值傾向於壓縮地驅動膜應力（降低或變為負的）。較低的 R F 電壓值傾向於使膜應力拉伸（增加或變為正的）。因此，晶圓上的膜應力可以在與每個電極相關聯的區或區域中被局部調變。當應力分佈在每個區域中被單獨地調變和補償時，可以獲得更好的膜應力均勻性。

【0039】 第 6 圖是根據一些實施例的使晶圓偏壓以歸一化應力位準的方法 600。在方塊 602 中，接收在物理氣相沉積 (PVD) 腔室中處理的至少一個基板的至少一種應力分佈。應力分佈圖可能來自測試量測設置，該測試量測設置異位於 PVD 腔室或原位處於 PVD 腔室內。測試量測設置可包括 X 光螢光 (X-ray fluorescence, XRF) 光譜過程等。使用原位 XRF 測試的優點是在單獨電極中的 R F 偏壓調節與給定基板中實現的應力分佈之間接近即時的反饋。應力分佈資訊可用於手動或自動調節各個電極。在方塊 604 中，基於至少一種應力分佈，獨立地調節靠近 PVD 腔室的基座的表面的複數個電隔離的 R F 偏壓電極中的至少一個電隔離的 R F 偏壓電極的至少一個 R F 偏壓電壓位準，使得 PVD 腔室中隨後處理的基板的應力分佈的均勻性增加。在一些實施例中，方法 600 可進一步包括藉由改變串聯定位在複數個電隔離的 R F 偏壓電極中的至少一個電隔離的 R F 偏壓電極與 R F 偏壓電源之間的可調諧電容器的值，來獨立地調

節該至少一個RF偏壓電壓位準。在一些實施例中，方法600可包括相對於該複數個電隔離的RF偏壓電極中的不可調節的一個電隔離的RF偏壓電極，獨立地調節該複數個電隔離的RF偏壓電極中的至少一者的一或多個電隔離的RF偏壓電極的至少一個RF偏壓電壓位準中的一或多個RF偏壓電壓位準，以歸一化該應力分佈。在一些實施例中，VI感測器可以用於每個單獨的電極，以確定電極中的每個電極上的RF電壓位準。

【0040】 根據本案原理的實施例可以用硬體、軟體、軟體或其任意組合來實施。實施例亦可以實施為使用一或多個電腦可讀取媒體儲存的指令，該等指令可以由一或多個處理器讀取及執行。電腦可讀取媒體可以包括用於以機器（例如，計算平臺或在一或多個計算平臺上運行的「虛擬機」）可讀的形式儲存或傳輸資訊的任何機構。例如，電腦可讀取媒體可包括任何合適形式的揮發性或非揮發性記憶體。在一些實施例中，電腦可讀取媒體可以包括非暫時性電腦可讀取媒體。

【0041】 儘管前面是針對本案原理的實施例，但是在不脫離本案原理的基本範疇的情況下，可以設計本案原理的其他及進一步的實施例。

【符號說明】

【0042】

100：PVD腔室

102：腔室主體

- 1 0 4 : 磁 控 管 組 件
- 1 0 6 : 基 座 支 撐 件
- 1 0 8 : 蓋
- 1 1 0 : 基 板
- 1 1 2 : 靶
- 1 1 4 : 上 部 電 極
- 1 1 8 : 處 理 體 積
- 1 2 0 : 磁 體
- 1 2 2 : 磁 體
- 1 2 6 : R F 偏 壓 電 源
- 1 2 8 : D C 電 源
- 1 3 2 : 磁 控 管 空 腔
- 1 3 4 : 背 板
- 1 3 8 : 軸
- 1 4 4 : 控 制 器
- 1 4 6 : 中 央 處 理 單 元 (C P U)
- 1 4 8 : 記 憶 體 / 電 腦 可 讀 取 媒 體
- 1 5 0 : 支 援 電 路
- 1 5 2 : 屏 蔽 件
- 1 5 4 : 中 心 軸 線
- 1 6 0 : 第 一 電 極
- 1 6 2 : 第 二 電 極
- 1 6 4 : 第 三 電 極
- 1 6 6 : 應 力 分 佈 調 諧 器

- 168: 匹配網路
- 174: 馬達
- 182: 泵
- 184: 氣體源
- 190: 源
- 192: 基座
- 196: 最上方點
- 198: 最上表面
- 200: 等距視圖
- 202: 電連接
- 204: 電連接
- 206: 電連接
- 210: 第二電極
- 212: 間距
- 300: 剖視圖
- 302: PVD腔室
- 304: 上部電極
- 306: DC電源
- 308: 處理體積
- 310: 基座
- 312: 電漿
- 314: 第一電極
- 316: 第二電極
- 318: 第三電極

- 3 2 0 : 第一 R F 桿
- 3 2 2 : 第二 R F 桿
- 3 2 4 : 第三 R F 桿
- 3 2 6 : 應力分佈調諧器
- 3 2 8 : R F 偏壓電源
- 3 3 0 : 匹配網路
- 3 3 2 : 第一電感器
- 3 3 4 : 第一可調諧電容器
- 3 3 6 : 第二電感器
- 3 3 8 : 第二可調諧電容器
- 3 4 0 : 第三電感器
- 3 4 2 : 第三可調諧電容器
- 3 4 4 : 第一 V I 感測器
- 3 4 6 : 第二 V I 感測器
- 3 4 8 : 第三 V I 感測器
- 3 5 0 : 應力控制器
- 3 5 2 : C P U
- 3 5 4 : 記憶體
- 3 5 6 : 支援電路
- 3 5 8 : 應力偵測器
- 4 0 0 : 剖視圖
- 4 0 2 : P V D 腔室
- 4 0 4 : 上部電極
- 4 0 6 : D C 電源

4 0 8 : 處 理 體 積
4 1 0 : 基 座
4 1 2 : 電 漿
4 1 4 : 第 一 電 極
4 1 6 : 第 二 電 極
4 1 8 : 第 三 電 極
4 2 0 : 第 一 R F 桿
4 2 2 : 第 二 R F 桿
4 2 4 : 第 三 R F 桿
4 2 6 : 應 力 分 佈 調 諧 器
4 2 8 : R F 偏 壓 電 源
4 3 0 : 匹 配 網 路
4 3 6 : 第 一 電 感 器
4 3 8 : 第 一 可 調 諧 電 容 器
4 4 0 : 第 二 電 感 器
4 4 2 : 第 二 可 調 諧 電 容 器
4 4 6 : 第 一 V I 感 測 器
4 4 8 : 第 二 V I 感 測 器
4 5 0 : 應 力 控 制 器
4 5 2 : C P U
4 5 4 : 記 憶 體
4 5 6 : 支 援 電 路
4 5 8 : 應 力 偵 測 器
5 0 0 : 曲 線 圖

5 0 2 : 水 平 軸 線
5 0 4 : 豎 直 軸 線
5 0 6 : 中 心 軸 線
5 0 8 : 中 點
5 1 0 : 邊 緣
5 1 2 : 「 W 」 應 力 分 佈
5 1 4 : 第 一 應 力 峰
5 1 6 : 最 低 位 準
5 1 8 : 第 二 應 力 峰
5 2 0 : 方 向
5 2 2 : 徑 向 距 離
5 2 4 : 線
6 0 0 : 方 法
6 0 2 : 方 塊
6 0 4 : 方 塊
7 0 0 : 等 效 電 路
7 0 2 : 應 力 分 佈 調 諧 器
7 0 4 : R F 桿
7 0 6 : 晶 圓
7 0 8 : 處 理 體 積
7 1 0 : 可 調 諧 電 容 (C t)
7 1 2 : 電 感 (L t)
7 1 4 : 電 阻 (R t)
7 1 6 : V I 感 測 器

- 7 1 8 : 電 感 (L_r)
- 7 2 0 : 電 阻 (R_r)
- 7 2 2 : 電 容 (C_w)
- 7 2 4 : 電 阻 (R_{s1})
- 7 2 6 : 電 容 (C_{s1})
- 7 2 8 : 電 阻 (R_{s2})
- 7 3 0 : 電 容 (C_{s2})
- 7 3 2 : 電 漿
- 7 3 4 : 電 阻 (R_p)
- 7 3 6 : 總 阻 抗 Z_{tot}
- 7 3 8 : 阻 抗 Z_{wpG}
- 7 4 0 : V_{wft}
- 7 4 2 : V_0
- 7 4 4 : D C 功 率
- 7 4 6 : 電 阻 (R_w)
- 8 0 0 : 曲 線 圖
- 8 0 2 : 水 平 軸 線
- 8 0 4 : 豎 直 軸 線
- 8 0 6 : 中 心 軸 線
- 8 0 8 : 中 點
- 8 1 0 : 邊 緣
- 8 1 2 : 邊 緣 高 應 力 分 佈
- 8 1 4 : 第 一 應 力 峰
- 8 1 6 : 最 低 位 準

818: 第二應力峰

820: 方向

822: 徑向距離

824: 線

【生物材料寄存】

國內寄存資訊(請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

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】 一種用於在沉積期間調節膜特性的設備，包括：

一物理氣相沉積 (PVD) 腔室，該 PVD 腔室具有一處理體積；

一上部電極，該上部電極位於該 PVD 腔室中的該處理體積上方並且連接至一直流 (DC) 電源，該 DC 電源被配置為在該處理體積內產生電漿；

一基座，該基座被配置為在該 PVD 腔室中處理期間支撐一基板並且定位在該處理體積下方；

一蓋，該蓋被配置為支撐一基板，該基板定位在該基座的一最上表面上，其中該蓋包括複數個電極；

一基板應力分佈調諧器，該基板應力分佈調諧器電連接至該複數個電極中的每個電極並且被配置為獨立地調節該複數個電極中的至少一個電極相對於 RF 接地的一 RF 電壓位準；以及

一 RF 偏壓源，該 RF 偏壓源經由一匹配網路電連接至該基板應力分佈調諧器。

【請求項 2】 如請求項 1 所述之設備，其中該 DC 電源係一脈衝 DC 電源。

【請求項 3】 如請求項 1 所述之設備，其中該 PVD 腔室包括一磁控管組件，該磁控管組件被配置有位於該上部電極上方的至少一個旋轉永磁體。

【請求項 4】 如請求項 1 所述之設備，其中該基座由一陶

瓷材料形成，並且含有在該複數個電極與該基板應力分佈調諧器之間的電連接。

【請求項 5】 如請求項 1 所述之設備，其中該複數個電極包括一第一電極、一第二電極和一第三電極，並且其中該第二電極位於該第一電極與該第二電極之間並且與該第一電極和該第二電極電分離，並且該基板應力分佈調諧器被配置為獨立地調節至少該第二電極和該第三電極相對於 RF 接地的該 RF 電壓位準。

【請求項 6】 如請求項 5 所述之設備，進一步包括：

一第一 RF 桿，該第一 RF 桿在該基座中，將該第一電極電連接至該基板應力分佈調諧器；

一第二 RF 桿，該第二 RF 桿在該基座中，將該第二電極電連接至該基板應力分佈調諧器；以及

一第三 RF 桿，該第三 RF 桿在該基座中，將該第三電極電連接至該基板應力分佈調諧器。

【請求項 7】 如請求項 5 所述之設備，其中該基板應力分佈調諧器被配置為獨立地調節該第一電極、該第二電極和該第三電極相對於 RF 接地的一 RF 偏壓電壓位準。

【請求項 8】 如請求項 5 所述之設備，其中該基板應力分佈調諧器包括：

一第一調諧電路，該第一調諧電路位於該基板應力分佈調諧器內部並且包括至少一個第一可調節電容器，其中該第一調諧電路電連接在該匹配網路與該第二電極之間；以及

一 第二調諧電路，該第二調諧電路位於該基板應力分佈調諧器內部，該第二調諧電路包括至少一個第二可調節電容器，其中該第二調諧電路電連接在該匹配網路與該第三電極之間。

【請求項 9】 如請求項 8 所述之設備，進一步包括：

一 第一電壓感測器，該第一電壓感測器電氣地定位在該第一可調節電容器與該第二電極之間；以及

一 第二電壓感測器，該第二電壓感測器電氣地定位在該第二可調節電容器與該第三電極之間。

【請求項 10】 如請求項 8 所述之設備，其中該基板應力分佈調諧器進一步包括：

一 第三調諧電路，該第三調諧電路位於該基板應力分佈調諧器內部，該第三調諧電路包括至少一個第三可調節電容器，其中該第三調諧電路電連接在該匹配網路與該第一電極之間。

【請求項 11】 如請求項 10 所述之設備，進一步包括：

一 第三電壓感測器，該第三電壓感測器電氣地定位在該第三可調節電容器與該第一電極之間。

【請求項 12】 如請求項 5 所述之設備，其中該第一電極具有一圓盤形狀，該第二電極具有比該圓盤形狀大的一第一環形形狀，並且該第三電極具有比該第一環形形狀大的一第三環形形狀。

【請求項 13】 如請求項 1 所述之設備，進一步包括：

一 應力偵測器，該應力偵測器被配置為確定至少一個

基板的至少一種應力分佈；以及

一應力控制器，該應力控制器被配置為從該應力偵測器接收該至少一個基板的該至少一種應力分佈，並且經由該基板應力分佈調諧器獨立地調節該複數個電極中的每一個電極的一 R F 偏壓電壓位準。

【請求項 14】如請求項 13 所述之設備，其中該應力偵測器原位位於該 P V D 腔室中，或者異位於該 P V D 腔室。

【請求項 15】一種用於在沉積期間調節膜特性的設備，包括：

一基座，該基座被配置為在一 P V D 腔室中處理期間支撐一基板，並且被配置為位於該 P V D 腔室的一處理體積下方；

一第一電極，該第一電極具有一圓盤形狀，位於該基座的一中心區域中，靠近該基座的一最上表面，其中該第一電極被配置為接受來自一基板應力分佈調諧器的一第一 R F 偏壓電壓調節；

一第二電極，該第二電極具有一第一環形形狀，在該基座的一最上表面附近圍繞該第一電極，並與該第一電極電隔離，其中該第二電極被配置為接受來自該基板應力分佈調諧器的一第二 R F 偏壓電壓調節；以及

一第三電極，該第三電極具有一第二環形形狀，在該基座的一最上表面附近圍繞該第二電極，並與該第二電極電隔離，其中該第三電極被配置為接受來自該基板應力分佈調諧器的一第三 R F 偏壓電壓調節。

【請求項 16】如請求項 15 所述之設備，其中該第一電極、該第二電極和該第三電極藉由一氣隙或一電絕緣材料電隔離。

【請求項 17】如請求項 15 所述之設備，進一步包括：

一第一 RF 桿，該第一 RF 桿在該基座中，該第一 RF 桿被配置為將該第一電極電連接至該基板應力分佈調諧器；

一第二 RF 桿，該第二 RF 桿在該基座中，該第二 RF 桿被配置為將該第二電極電連接至該基板應力分佈調諧器；以及

一第三 RF 桿，該第三 RF 桿在該基座中，該第三 RF 桿被配置為將該第三電極電連接至該基板應力分佈調諧器。

【請求項 18】如請求項 15 所述之設備，進一步包括：

該基板應力分佈調諧器，該基板應力分佈調諧器電連接至該第一電極、該第二電極和該第三電極，並且被配置為獨立地調節至少該第二電極和該第三電極相對於 RF 接地的一 RF 電壓位準，並且

其中該基板應力分佈調諧器包括：

一第一調諧電路，該第一調諧電路位於該基板應力分佈調諧器內部，該第一調諧電路包括至少一個第一可調節電容器，其中該第一調諧電路被配置為電連接至該第二電極；以及

一第二調諧電路，該第二調諧電路位於該基板應力

分佈調諧器內部，該第二調諧電路包括至少一個第二可調節電容器，其中該第二調諧電路被配置為電連接至該第三電極。

【請求項 19】一種調節一基板的一應力分佈的方法，包括以下步驟：

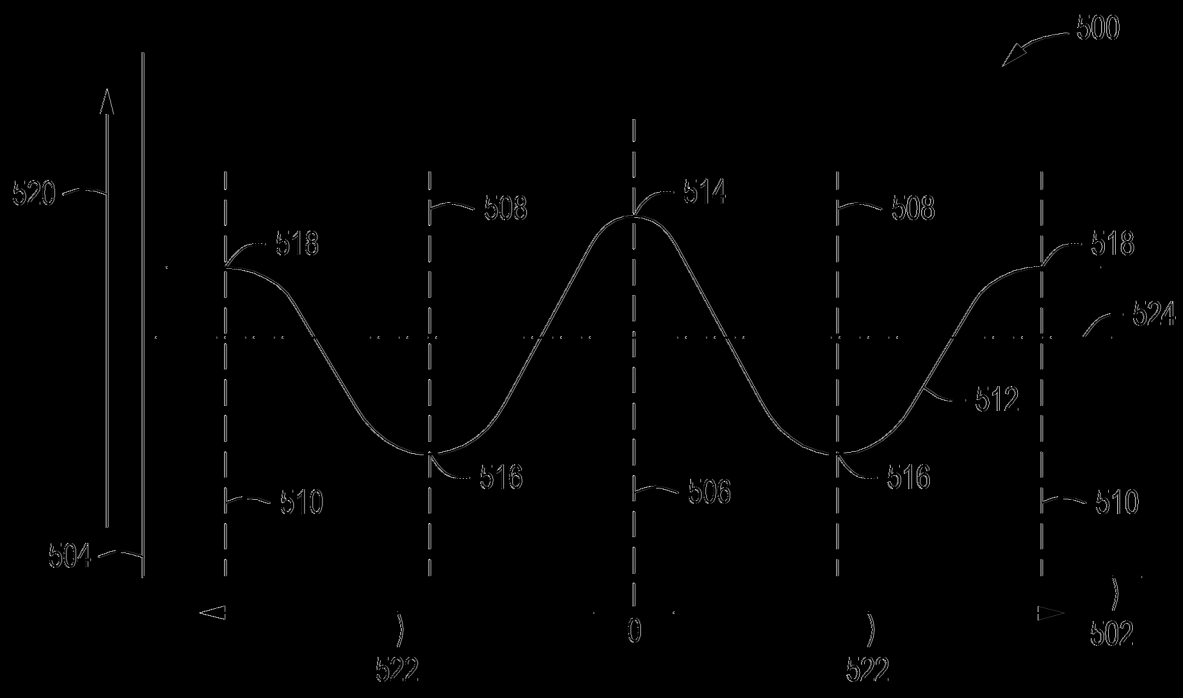
接收在一物理氣相沉積 (PVD) 腔室中處理的至少一個基板的至少一種應力分佈；以及

基於該至少一個基板的該至少一種應力分佈，獨立地調節靠近該 PVD 腔室的一基座的一表面的複數個電隔離的 RF 偏壓電極中的至少一個 RF 偏壓電極的至少一個 RF 偏壓電壓位準，使得該 PVD 腔室中的隨後處理的基板的一應力分佈的一均勻性增加。

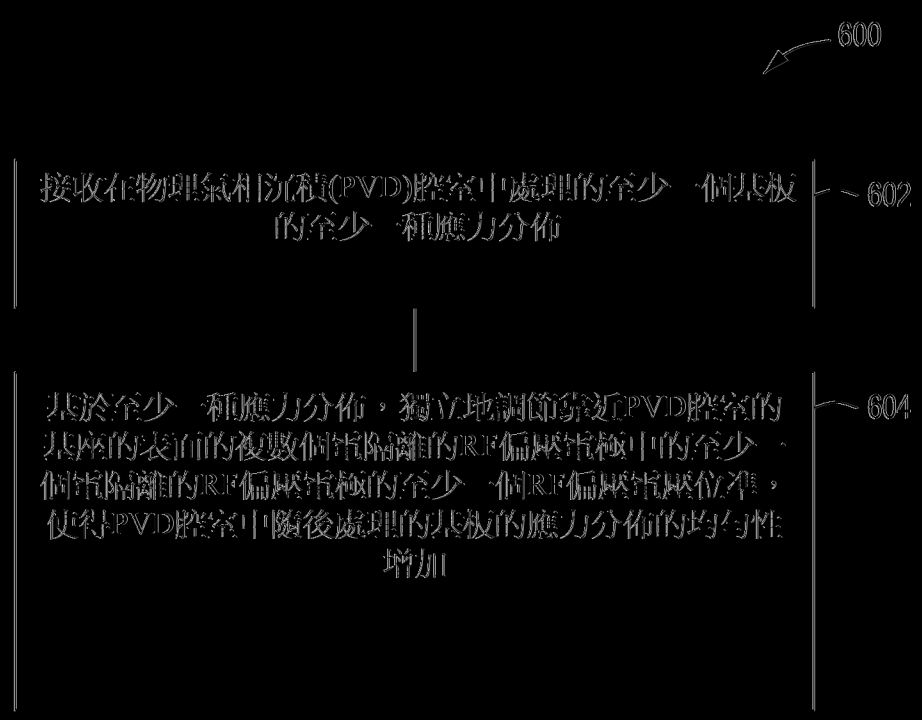
【請求項 20】如請求項 19 所述的方法，進一步包括以下步驟：

藉由改變串聯定位在複數個電隔離的 RF 偏壓電極中的至少一個電隔離的 RF 偏壓電極與 RF 偏壓電源之間的一可調諧電容器的一電容值，來獨立地調節該至少一個 RF 偏壓電壓位準；或者

相對於該複數個電隔離的 RF 偏壓電極中的不可調節的一個電隔離的 RF 偏壓電極，獨立地調節該複數個電隔離的 RF 偏壓電極中的一或多個電隔離的 RF 偏壓電極的至少一個 RF 偏壓電壓位準中的一或多個 RF 偏壓電壓位準，以歸一化該應力分佈。



第5圖



第6圖

