



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 202305885 A

(43) 公開日：中華民國 112 (2023) 年 02 月 01 日

(21) 申請案號：111114403 (22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 10 月 27 日  
 (51) Int. Cl. : *H01L21/203 (2006.01)* *H01L21/363 (2006.01)*  
 (30) 優先權：2015/10/27 美國 62/246,967  
 (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：萊克 馬丁李 RIKER, MARTIN LEE (US)；張富宏 ZHANG, FUHONG (CN)；英  
 凡特 安東尼 INFANTE, ANTHONY (US)；王征 WANG, ZHENG (CN)  
 (74) 代理人：李世章；彭國洋  
 申請實體審查：有 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：6 共 43 頁

## (54) 名稱

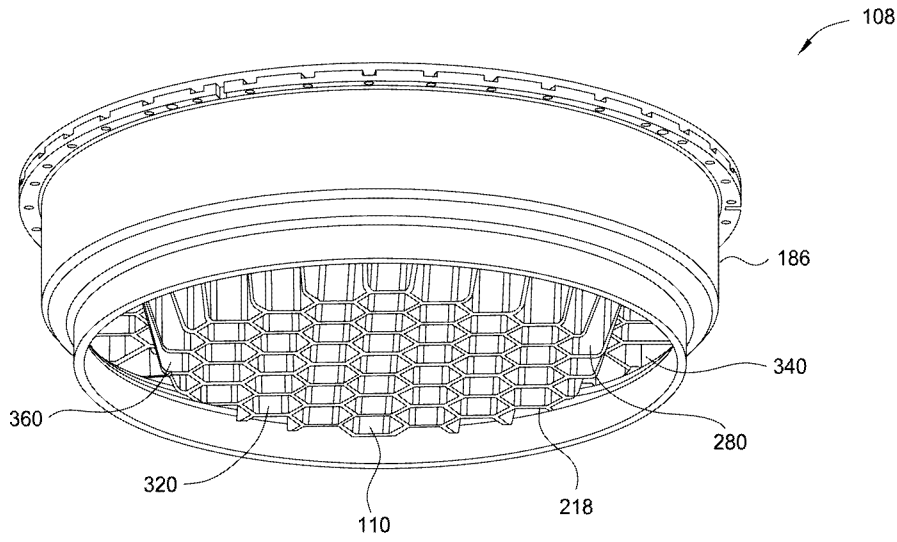
用於 PVD 濺射腔室的可偏壓通量優化器/準直器

## (57) 摘要

在本文描述的一些實施方式中，提供一種可偏壓準直器。使所述準直器偏壓的能力允許控制濺射物質所穿過的電場。在本公開內容的一些實施方式中，提供了一種具有高有效深寬比，同時維持沿所述準直器的六邊形陣列的所述準直器周邊的低深寬比的準直器。在一些實施方式中，提供了在六邊形陣列中帶有陡峭入口邊緣的準直器。已經發現，在所述準直器中使用陡峭入口邊緣減少了所述六邊形陣列的單元的沉積突懸和沉積堵塞。這些各種特徵使得薄膜均勻性得到改善並且延長了所述準直器和處理套組的壽命。

In some implementations described herein, a collimator that is biasable is provided. The ability to bias the collimator allows control of the electric field through which the sputter species pass. In some implementations of the present disclosure a collimator that has a high effective aspect ratio while maintaining a low aspect ratio along the periphery of the collimator of the hexagonal array of the collimator is provided. In some implementations, a collimator with a steep entry edge in the hexagonal array is provided. It has been found that use of a steep entry edge in the collimator reduces deposition overhang and clogging of the cells of the hexagonal array. These various features lead to improve film uniformity and extend the life of the collimator and process kit.

指定代表圖：



符號簡單說明：

108: 準直器組件

110: 準直器部分

186: 上部遮蔽部分

218: 蜂巢狀結構

280: 圓形輪廓

320: 第一多個孔

340: 第二多個孔

360: 第三多個孔

圖2A

## 【發明摘要】

【中文發明名稱】用於PVD濺射腔室的可偏壓通量優化器/準直器

【英文發明名稱】BIASABLE FLUX OPTIMIZER/COLLIMATOR FOR PVD  
SPUTTER CHAMBER

### 【中文】

在本文描述的一些實施方式中，提供一種可偏壓準直器。使所述準直器偏壓的能力允許控制濺射物質所穿過的電場。在本公開內容的一些實施方式中，提供了一種具有高有效深寬比，同時維持沿所述準直器的六邊形陣列的所述準直器周邊的低深寬比的準直器。在一些實施方式中，提供了在六邊形陣列中帶有陡峭入口邊緣的準直器。已經發現，在所述準直器中使用陡峭入口邊緣減少了所述六邊形陣列的單元的沉積突懸和沉積堵塞。這些各種特徵使得薄膜均勻性得到改善並且延長了所述準直器和處理套組的壽命。

### 【英文】

In some implementations described herein, a collimator that is biasable is provided. The ability to bias the collimator allows control of the electric field through which the sputter species pass. In some implementations of the present disclosure a collimator that has a high effective aspect ratio while maintaining a low aspect ratio along the periphery of the collimator of the hexagonal array of the collimator is provided. In some implementations, a collimator with a steep entry edge in the hexagonal array is provided. It has been found that use of a steep entry edge in the collimator reduces

deposition overhang and clogging of the cells of the hexagonal array. These various features lead to improve film uniformity and extend the life of the collimator and process kit.

【指定代表圖】第 ( 2A ) 圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 8 : 準直器組件

1 1 0 : 準直器部分

1 8 6 : 上部遮蔽部分

2 1 8 : 蜂巢狀結構

2 8 0 : 圓形輪廓

3 2 0 : 第一多個孔

3 4 0 : 第二多個孔

3 6 0 : 第三多個孔

【特徵化學式】

無

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】用於PVD濺射腔室的可偏壓通量優化器/準直器

【英文發明名稱】BIASABLE FLUX OPTIMIZER/COLLIMATOR FOR PVD  
SPUTTER CHAMBER

### 【技術領域】

【0001】 本公開內容的實施方式大體而言關於一種用於將材料均勻濺射沉積到基板上的高深寬比特徵的底部和側壁中的裝置和方法。

### 【先前技術】

【0002】 以可靠的方式產生亞半微米（sub-half micron）和更小的特徵是半導體元件的下一代超大型積體電路（VLSI）和巨大型積體電路（ULSI）的關鍵技術挑戰之一。然而，隨著電路技術不斷地最小化，VLSI和ULSI技術中不斷收縮尺寸的互連件已經對處理能力有額外的需求。例如，隨著下一代元件的電路密度的增加，互連件（諸如通孔、溝槽、觸點、閘極結構和其它特徵、以及在它們之間的介電材料）的寬度減小，而介電層的厚度保持基本上恆定，由此特徵的深寬比增加。

【0003】 濺射（也稱物理氣相沉積（PVD））廣泛用來在積體電路中沉積金屬特徵。濺射用於沉積用作擴散阻擋層、種晶層、主要導體、抗反射塗層和蝕刻停止層的層。源材料（諸如靶）被藉由電場強烈加速的離子轟擊。轟擊

使材料從靶射出，並且材料隨後沉積在基板上。在沉積過程中，射出的顆粒可沿不同方向行進，而非大體上正交於基板表面，這造成了在基板中的高深寬比特徵的拐角上形成的突懸結構。突懸可不利地造成形成在沉積材料內的孔洞或孔隙，從而造成所形成特徵的導電性減小。高深寬比幾何形狀更難實現無孔隙的填充。

**【0004】** 一種已發展成允許使用濺射在高深寬比特徵底部中沉積薄膜的技術是準直器濺射。準直器是定位在濺射源與基板之間的過濾板材。準直器通常具有均勻厚度，並且包括形成為穿過厚度的多個通道。濺射材料在準直器的從濺射源到基板的路徑上穿過準直器。準直器會濾出或收集本將以超過期望角度的銳角來撞擊工件的材料。

**【0005】** 藉由給定的準直器來完成的材料過濾的實際量是取決於穿過準直器的孔隙的深寬比。材料（諸如沿近似於垂直於基板的路徑來行進的顆粒）穿過準直器，並且沉積在基板上。這允許了在高深寬比特徵底部中實現改進的覆蓋。然而，在使用通常具有整體上六邊形的形狀的現有技術準直器時存在某些問題。不利的是，帶現有技術準直器的PVD腔室經常發生單元堵塞，並且由於六邊形準直器的拐角的遮擋而在基板邊緣附近留下六點沉積。

**【0006】** 因此，需要提高藉由PVD技術在基板上沉積源材料的均勻性。

### **【發明內容】**

【0007】 本公開內容的實施方式大體上關於一種用於將材料均勻濺射沉積到基板上的高深寬比特徵的底部和側壁中的裝置和方法。在一個實施方式中，提供一種準直器。所述準直器包括：主體，所述主體具有中心區域；周邊區域；和過渡區域，所述過渡區域設置在所述中心區域與所述周邊區域之間。所述準直器具有：第一多個孔，所述第一多個孔在所述中心區域中，具有第一深寬比；第二多個孔，所述第二多個孔在所述周邊區域中，具有第二深寬比，所述第二深寬比小於所述第一深寬比；以及第三多個孔，所述第三多個孔在所述過渡區域中。所述第三多個孔被切割成使得所述過渡區域形成將所述中心區域包圍的圓錐形狀。所述第一多個孔、所述第二多個孔和所述第三多個孔的上部部分包括入口角部分。

【0008】 在另一個實施方式中，提供一種準直器。所述準直器包括蜂巢狀結構，所述蜂巢狀結構具有有限定並分開六邊形孔的壁。所述六邊形孔包括：第一多個六邊形孔，所述第一多個六邊形孔在中心區域中，具有第一深寬比；第二多個六邊形孔，所述第二多個六邊形孔在周邊區域中，具有第二深寬比，所述第二深寬比小於所述第一深寬比；以及第三多個六邊形孔，所述第三多個六邊形孔在過渡區域中，所述過渡區域設置在所述中心區域與所述周邊區域之間。限定所述過渡區域的所述第三多個孔的壁形成將所述中心區域包圍的圓錐形狀，並且所述壁的上部部分包括入口角部分。

【0009】 在又一個實施方式中，提供一種用於將濺射靶包圍的準直器組件。所述準直器組件包括遮蔽部分，所述遮蔽部分耦接於準直器部分。所述準直器部分包括：主體，所述主體具有中心區域；周邊區域；和過渡區域，所述過渡區域設置在所述中心區域與所述周邊區域之間。所述中心區域具有第一多個孔，所述第一多個孔在所述中心區域中，具有第一深寬比。所述周邊區域具有第二多個孔，所述第二多個孔具有第二深寬比，所述第二深寬比小於所述第一深寬比。所述過渡區域具有第三多個孔，所述第三多個孔在所述過渡區域中，其中所述第三多個孔被切割成使得所述過渡區域形成將所述中心區域包圍的圓錐形狀。所述遮蔽部分包括：頂環；支撐凸緣，所述支撐凸緣位於所述頂環下方，所述支撐凸緣徑向向外延伸；以及圓柱形帶，所述圓柱形帶從所述支撐凸緣向下延伸。所述圓柱形帶具有：第一垂直或是基本垂直部分；徑向向內傾斜部分，所述徑向向內傾斜部分是從所述第一垂直或是基本垂直部分向下延伸；以及第二垂直或是基本垂直部分，所述第二垂直或是基本垂直部分是從所述徑向向內傾斜部分向下延伸，其中所述徑向向內傾斜部分跨所述周邊區域中的所述第二多個孔的一部分來延伸。

【0010】 在又一個實施方式中，提供一種用於將濺射靶包圍的準直器組件。所述準直器組件包括遮蔽部分，所述遮蔽部分耦接於準直器部分。所述準直器部分包括蜂巢狀結構，所述蜂巢狀結構具有有限定並分開六邊形孔的壁。所



述六邊形孔包括：第一多個六邊形孔，所述第一多個六邊形孔在中心區域中，具有第一深寬比；第二多個六邊形孔，所述第二多個六邊形孔在周邊區域中，具有第二深寬比，所述第二深寬比小於所述第一深寬比；以及第三多個六邊形孔，所述第三多個六邊形孔在過渡區域中，所述過渡區域設置在所述中心區域與所述周邊區域之間。限定所述過渡區域的所述第三多個孔的壁形成將所述中心區域包圍的圓錐形狀，並且所述壁的上部部分包括入口角部分。所述遮蔽部分包括：頂環；支撐凸緣，所述支撐凸緣位於所述頂環下方，所述支撐凸緣徑向向外延伸；以及圓柱形帶，所述圓柱形帶從所述支撐凸緣向下延伸到所述蜂巢狀結構下方的某個高度處。

**【0011】** 在又一個實施方式中，提供一種基板處理腔室。所述基板處理腔室包括：腔室主體，所述腔室主體限定內部容積；濺射靶，所述濺射靶被設置在所述內部容積的上部部分中；基板支撐件，所述基板支撐件被設置在所述濺射靶下方；以及準直器組件，所述準直器組件用於包圍所述濺射靶。遮蔽件包括遮蔽部分，所述遮蔽部分耦接於準直器部分。所述準直器部分包括：主體，所述主體具有中心區域；周邊區域；和過渡區域，所述過渡區域設置在所述中心區域與所述周邊區域之間。所述中心區域具有第一多個孔，所述第一多個孔在所述中心區域中，具有第一深寬比。所述周邊區域具有第二多個孔，所述第二多孔隙具有第二深寬比，所述第二深寬比小於所述第一深寬

比。所述過渡區域具有第三多個孔，所述第三多個孔在所述過渡區域中，其中所述第三多個孔被切割成使得所述過渡區域形成將所述中心區域包圍的圓錐形狀。所述遮蔽部分包括：頂環；支撐凸緣，所述支撐凸緣位於所述頂環下方，所述支撐凸緣徑向向外延伸；以及圓柱形帶，所述圓柱形帶從所述支撐凸緣向下延伸。所述圓柱形帶具有：第一垂直或是基本垂直部分；徑向向內傾斜部分，所述徑向向內傾斜部分是從所述第一垂直或是基本垂直部分向下延伸；以及第二垂直或是基本垂直部分，所述第二垂直或是基本垂直部分是從所述徑向向內傾斜部分向下延伸，其中所述徑向向內傾斜部分跨所述周邊區域中的所述第二多個孔的一部分來延伸。

**【0012】** 在又一個實施方式中，提供一種基板處理腔室。所述基板處理腔室包括：腔室主體，所述腔室主體限定內部容積；濺射靶，所述濺射靶被設置在所述內部容積的上部部分中；基板支撐件，所述基板支撐件被設置在所述濺射靶下方；以及準直器組件，所述準直器組件用於包圍所述濺射靶。所述準直器組件包括遮蔽部分，所述遮蔽部分耦接於準直器部分。所述準直器部分包括蜂巢狀結構，所述蜂巢狀結構具有有限定並分開六邊形孔的壁。所述六邊形孔包括：第一多個六邊形孔，所述第一多個六邊形孔在中心區域中，具有第一深寬比；第二多個六邊形孔，所述第二多個六邊形孔在周邊區域中，具有第二深寬比，所述第二深寬比小於所述第一深寬比；以及第三多個六邊

形孔，所述第三多個六邊形孔在過渡區域中，所述過渡區域設置在所述中心區域與所述周邊區域之間。限定所述過渡區域的所述第三多個孔的壁形成將所述中心區域包圍的圓錐形狀，並且所述壁的上部部分包括入口角部分。所述遮蔽部分包括：頂環；支撐凸緣，所述支撐凸緣位於所述頂環下方，所述支撐凸緣徑向向外延伸；以及圓柱形帶，所述圓柱形帶從所述支撐凸緣向下延伸到所述蜂巢狀結構下方的某個高度處。

#### 【圖式簡單說明】

【0013】 因此，上文所簡要總結的能夠詳細理解本公開內容的上述所引用的特徵的方式，對實施方式的更具體的描述可以參考實施方式獲得，一些實施方式示出在附圖中。然而，應當注意的是，附圖僅僅示出了本公開內容的典型實施方式，並且因此不應視為限制本公開內容的範圍，因為本公開內容可允許其它等效實施方式。

【0014】 圖1描繪根據本公開內容的實施方式的具有準直器組件的基板處理腔室的截面示意圖；

【0015】 圖2A描繪根據本公開內容的實施方式的準直器組件的透視圖；

【0016】 圖2B描繪根據本公開內容的實施方式的準直器組件的另一個透視圖；

【0017】 圖3描繪圖2A至圖2B的準直器組件的頂視圖；

【0018】 圖4描繪根據本公開內容的實施方式的圖2A至圖2B的準直器組件的截面圖；

【0019】 圖5A描繪圖2A至圖2B的準直器組件的一部分的截面圖；

【0020】 圖5B描繪圖2A至圖2B的準直器組件的另一個實施方式的一部分的截面圖；以及

【0021】 圖6描繪準直器組件的上部遮蔽件與下部遮蔽件的相交的局部截面圖。

【0022】 為了促進理解，已儘可能使用相同參考數位指代各圖所共通的相同元件。應預見到，一個實施方式的元件和特徵可有利地併入其它實施方式，而無需進一步敘述。

#### 【實施方式】

【0023】 以下公開內容描述一種用於PVD濺射的準直器/通量優化器。某些細節在以下描述和圖1-6中闡明，以便提供對本公開內容的各種實施方式的透徹理解。通常與準直器和PVD濺射相關的所熟知的結構和系統的其它細節描述並未在以下公開內容中闡明，以便避免不必要地模糊對各種實施方式的描述。

【0024】 附圖中示出的許多細節、尺寸、角度和其它特徵僅為示例性的特定實施方式。因此，其它實施方式在不背離本公開內容的精神或範圍的情況下，可以具有其它細

節、部件、尺寸、角度和特徵。另外，本公開內容的進一步的實施方式可以在無若干下述細節的情況下實踐。

【0025】 本文所描述的實施方式將在下文中參照PVD處理系統進行描述，諸如可購自加利福尼亞州聖克拉拉市應用材料公司（Applied Materials, Inc. of Santa Clara, California）的EnCoRe® PVD處理腔室。有能力執行濺射製程的其它工具還可適於從本文所描述的實施方式中受益。另外，使本文所描述濺射製程能夠進行的任何系統可有利地使用。本文所描述的裝置描述僅是示例性的，而不應當理解或解釋為本文所描述的實施方式的範圍的限制。

【0026】 對PVD濺射電漿的物理準直已用來藉由在中性濺射物質到達基板前過濾偏角來改進基板上的濺射結果。在本文中描述的一些實施方式中，提供一種可偏壓準直器。使所述準直器偏壓的能力允許對濺射物質所穿過的磁場的控制。在本公開內容的一些實施方式中，提供一種此類準直器：具有高有效深寬比，同時維持沿所述準直器的六邊形的陣列的所述準直器的周邊的低深寬比。在一些實施方式中，提供一種在所述六邊形的陣列中帶陡峭入口邊緣的準直器。已經發現，相較現有技術準直器設計來說，在所述準直器中使用陡峭入口邊緣實質上減少了所述六邊形的陣列中的單元的沉積突懸和沉積堵塞。相較現有技術準直器設計來說，這些各種特徵實質上提高了薄膜均

勻性並且延長了準直器和處理套組的壽命，同時減少了清潔持續時間。

【0027】 圖1描繪了具有能夠處理基板154的處理套組140的一個實施方式的基板處理腔室100的示例性的實施方式。處理腔室與控制器101耦接。處理套組140包括一件式的下部遮蔽件180以及準直器組件108。準直器組件108包括與準直器部分110耦接的一件式的上部遮蔽部分186。在所示的實施方式中，處理腔室100包括濺射腔室，濺射腔室也稱物理氣相沉積（PVD）腔室，能夠在基板上沉積例如鈦、氧化鋁、鋁、銅、鈹、氮化鈹、鎢或氮化物。合適的PVD腔室的實例包括ALPS® Plus和SIP EnCore® PVD處理腔室，兩者均可購自加利福尼亞州聖克拉拉市應用材料公司。預見的是，可購自其它的製造商的處理腔室可受益於本文所描述的實施方式。

【0028】 處理腔室100具有腔室主體105，所述腔室主體限定內部處理容積106。腔室主體105包括腔室壁150、接地的導電配接器144和導電凸緣184，所述導電凸緣被設置在腔室壁150上方。腔室壁150可以是接地的。導電凸緣184定位在第一介電隔離環143與第二介電隔離環147之間。一或更多個RF電源151將偏壓電位透過匹配網路155提供到導電凸緣184，以便向一件式的上部遮蔽部分186和準直器部分110通電。

【0029】 處理腔室100包括：濺射源，諸如具有濺射表面145的濺射靶142；以及基板支撐基座152，用於將基

板 154 (例如, 半導體基板) 接收在其上, 支撐基座 152 具有周邊邊緣 153。基板支撐基座 152 可位於腔室壁 150 內。

【0030】 在一個實施方式中, 處理腔室 100 包括由接地的導電配接器 144 穿過介電隔離器 146 支撐的濺射靶 142。濺射靶 142 包括將在濺射過程中沉積在基板 154 的表面上的材料, 並且可以包括用於在形成於基板 154 中的高深寬比特徵中沉積作為種晶層的銅。在一個實施方式中, 濺射靶 142 還可包括可濺射的材料 (諸如銅) 的金屬表面層與結構材料 (諸如鋁) 的背襯層 (backing layer) 的粘結的組合物。

【0031】 在一個實施方式中, 基板支撐基座 152 支撐基板 154, 基板具有要濺射塗佈的高深寬比特徵, 高深寬比特徵的底部與濺射靶 142 的主要表面平面相對。基板支撐基座 152 具有設置成大體上平行於濺射靶 142 的濺射表面 145 的平面基板接收表面。基板支撐基座 152 可垂直地移動通過連接到底腔室壁 160 的波紋管 158, 以便允許基板 154 藉由處理腔室 100 的下部部分中的負載鎖定閥 (未示出) 傳送到基板支撐基座 152 上。基板支撐基座 152 隨後可升高至沉積位置, 如圖所示。

【0032】 在一個實施方式中, 處理氣體可從氣源 162 藉由品質流量控制器 164 供應到處理腔室 100 的下部部分中。在一個實施方式中, 耦接到處理腔室 100 的可控直流 (DC) 電源 148 可以用來將負電壓或偏壓施加到濺射

靶 142。射頻(RF)電源 156 可耦接到基板支撐基座 152，以便在基板 154 上引起 DC 自偏壓。在一個實施方式中，基板支撐基座 152 是接地的。在一個實施方式中，基板支撐基座 152 是電浮動的。

【0033】 在一個實施方式中，磁控管 170 被定位在濺射靶 142 上方。磁控管 170 可以包括由連接到軸 176 的基底板材 174 支撐的多個磁體 172，軸可與處理腔室 100 和基板 154 的中心軸軸向對準。在一個實施方式中，磁體 172 以腎臟形的圖案來對準。磁體 172 在處理腔室 100 內靠近濺射靶 142 的前面的位置產生磁場，以便生成電漿，使得大通量的離子撞擊濺射靶 142，從而導致靶材濺射發射。磁體 172 可圍繞軸 176 旋轉以增加在濺射靶 142 的表面上的磁場的均勻性。在一個實施方式中，磁控管 170 是小磁體磁控管。在一個實施方式中，磁體 172 可旋轉並在平行或基本平行於濺射靶 142 的面的線性方向上往復移動，以便產生螺旋運動。在一個實施方式中，磁體 172 可圍繞中心軸和獨立地控制的第二軸兩者來旋轉，以便控制它們的徑向和角位置。

【0034】 在一個實施方式中，第一組磁體 194 可設置成鄰近腔室壁 150，以有助於生成脫離濺射靶 142 的金屬離子的電場。此外，第二組磁體 195 可設置成鄰近濺射靶 142，以有助於生成使材料脫離濺射靶 142 的電極場。值得注意的是，設置在處理腔室 100 周圍的磁體數量可為如需要的那樣多，以便改善電漿離解和濺射效率。



【0035】 在一個實施方式中，處理腔室100包括一件式的下部遮蔽件180，所述一件式的下部遮蔽件可以是接地的，具有由腔室壁150支撐並電耦接到腔室壁150上的支撐凸緣182。一件式的上部遮蔽部分186由接地的導電配接器144的導電凸緣184支撐並電耦接至導電凸緣184上。一件式的上部遮蔽部分186和一件式的下部遮蔽件180被電耦接，就像接地的導電配接器144和腔室壁150那樣。在一個實施方式中，一件式的上部遮蔽部分186和一件式的下部遮蔽件180兩者是由不銹鋼構成。在另一個實施方式中，一件式的上部遮蔽部分186和一件式的下部遮蔽件180兩者是由鋁構成。在一個實施方式中，處理腔室100包括中間的遮蔽件（未示出），中間的遮蔽件被耦接到一件式的上部遮蔽部分186。在一個實施方式中，一件式的上部遮蔽部分186和一件式的下部遮蔽件180在處理腔室100內電浮動。在一個實施方式中，一件式的上部遮蔽部分186和一件式的下部遮蔽件180可耦接到電源。

【0036】 在一個實施方式中，一件式的上部遮蔽部分186具有上部部分，所述上部部分密切配合濺射靶142的環狀的側凹槽，其中在一件式的上部遮蔽部分186與濺射靶142之間存在狹窄間隙188，所述狹窄間隙窄至足以防止電漿穿透並足以濺射塗佈介電隔離器146。

【0037】 在一個實施方式中，一件式的下部遮蔽件180向下延伸到圓柱形的外帶196中，所述圓柱形的外帶大體

上沿腔室壁 150 延伸到基板支撐基座 152 的頂表面下方。一件式的下部遮蔽件 180 可以具有從圓柱形的外帶 196 向內徑向延伸的基底板材 198。基底板材 198 可以包括包圍基板支撐基座 152 的周邊的向上延伸的圓柱形的內帶 103。在一個實施方式中，蓋環 102 在基板支撐基座 152 處於下部裝載位置時擱置在圓柱形的內帶 103 的頂部，並且在基板支撐基座 152 處於上部沉積位置時擱置在基板支撐基座 152 的外周邊上，以便保護基板支撐基座 152 免受濺射沉積。

**【0038】** 一件式的下部遮蔽件 180 包圍濺射靶 142 的面對基板支撐基座 152 並包圍基板支撐基座 152 的周邊壁的濺射表面 145。一件式的下部遮蔽件 180 覆蓋並遮蔽處理腔室 100 的腔室壁 150，以便減少源自濺射靶 142 的濺射表面 145 的濺射的沉積物沉積到一件式的下部遮蔽件 180 後方的部件和表面上。例如，一件式的下部遮蔽件 180 可以保護基板支撐基座 152 的表面、基板 154 的部分、腔室壁 150 和處理腔室 100 的底腔室壁 160。

**【0039】** 在一個實施方式中，定向濺射可藉由將準直器組件 108 定位在濺射靶 142 與基板支撐基座 152 之間來實現。

**【0040】** 圖 2A 描繪了根據本公開內容的實施方式的準直器組件 108 的透視圖。圖 2B 描繪了根據本公開的實施方式的準直器組件 108 的另一個透視圖。圖 3 描繪了可設置在圖 1 的處理腔室 100 中的圖 2A 至圖 2B 的準直器組件

108的頂視圖。準直器組件108包括與準直器部分110耦接的一件式的上部遮蔽部分186。準直器部分110包括多個孔，用以引導處理腔室100內的氣體和/或材料通量。

【0041】 準直器部分110可機械地和電性地耦接到一件式的上部遮蔽部分186。在一個實施方式中，準直器部分110可耦接到在處理腔室100中定位在下部的中間的遮蔽件（未示出）。在一個實施方式中，準直器部分110可整合到一件式的上部遮蔽部分186，如圖2A至圖2B所示。在一個實施方式中，準直器部分110被焊接到一件式的上部遮蔽部分186。在一個實施方式中，準直器部分110和一件式的上部遮蔽部分186從單塊材料加工成。在一個實施方式中，準直器部分110和一件式的上部遮蔽部分186是由選自鋁、銅和不銹鋼的材料構成。或者，一件式的上部遮蔽部分186和準直器部分110被形成為單件，並使用合適的附接手段（諸如焊接）耦接在一起。在一個實施方式中，準直器部分110可以在處理腔室100內電浮動。在一個實施方式中，準直器部分110可耦接到電源。

【0042】 準直器部分110通常為具有限定和分開呈密排佈置的六邊形孔128的壁126的主體或是蜂巢狀結構218。六邊形孔128的深寬比可限定為六邊形孔128的深度（等於準直器的厚度）除以六邊形孔128的寬度129。在一個實施方式中，壁126的厚度在約0.06英寸（1.524毫米）與約0.18英寸（4.572毫米）之間。在一個實施

方式中，壁 126 的厚度在約 0.12 英寸（3.048 毫米）與約 0.15 英寸（3.81 毫米）之間。在一個實施方式中，準直器部分 110 是由選自鋁、銅和不銹鋼的材料構成。

【0043】 準直器部分 110 的蜂巢狀結構 218 可以用作集成式通量優化器，用以改進穿過準直器部分 110 的離子的流路、離子份額和離子軌跡行為。在一個實施方式中，與遮蔽部分相鄰的壁 126 具有入口角部分 406 和半徑。準直器部分 110 的一件式的上部遮蔽部分 186 可有助於將準直器部分 110 安裝到處理腔室 100 中。

【0044】 在一個實施方式中，準直器部分 110 可從單塊鋁加工而成。準直器部分 110 可任選地被塗佈或陽極化。或者，準直器部分 110 可由與處理環境相容的其它材料製成，並且可由一或更多個部分構成。在一些實施方式中，準直器部分 110 的壁 126 可紋理化（例如，噴丸處理），以便提高高應力薄膜（例如，銅合金）對壁 126 的黏附性。

【0045】 在一個實施方式中，準直器部分 110 可以在雙極模式下電偏壓，以便控制穿過準直器部分 110 的離子的方向。例如，可控直流（DC）或 AC 準直器電源 390 可耦接到準直器部分 110，以便將交流脈衝的正電壓或負電壓提供到準直器部分 110 來對準直器部分 110 進行偏壓。在一些實施方式中，電源 390 是 DC 電源。

【0046】 準直器部分 110 用作篩檢程式來捕集以超過所選角度的角度從來自濺射靶 142 的材料射出的、近似於垂直於基板 154 的離子和中性物質。準直器部分 110 的六

邊形孔 128 被設計成允許從來自濺射靶 142 的材料的中心區域或周邊區域射出的不同的百分比的離子穿過準直器部分 110。由此，沉積到基板 154 的周邊區域和中心區域上的離子數量和離子到達角度兩者被調整和控制。因此，材料可以更均勻地濺射沉積在基板 154 的表面上。另外，材料可以更均勻地沉積在高深寬比特徵的底部和側壁上，尤其是位於基板 154 的周邊附近的高深寬比的通孔和溝槽。

【0047】 圖 4 描繪了根據本公開內容的實施方式的圖 2A 至圖 2B 的準直器組件 108 的截面圖。準直器部分 110 包括主體或是蜂巢狀結構 218，所述主體或是蜂巢狀結構具有中心區域 220，所述中心區域具有第一多個孔 320，所述第一多個孔具有高深寬比，諸如從約 2.5:1 至約 3:1。在一個實施方式中，中心區域 220 的深寬比為從約 2.6:1 至約 2.7:1。準直器部分 110 在外周區域 240 中的第二多個孔 340 的深寬比相對於中心區域 220 中的第一多個孔 320 而減小。在一個實施方式中，外周區域 240 中的第二多個孔 340 具有從約 1:1 至約 2:1 的深寬比。在一個實施方式中，外周區域 240 中的第二多個孔 340 具有約 1:1 的深寬比。高深寬比允許在準直器部分 110 的中心區域 220 中存在更多孔隙。在一個實施方式中，中心區域包括 61 個孔隙。

【0048】 在一個實施方式中，六邊形孔 128 的徑向減小藉由在設置於中心區域 220 與外周區域 240 之間的過渡

區域 260 中提供第三多個孔 360 實現。限定第三多個孔 360 的壁 126 沿預定角度「 $\alpha$ 」來切割，使得過渡區域 260 形成將第一多個孔 320 包圍的圓錐形狀。在一個實施方式中，預定角度在 15 度與 45 度之間。過渡區域有利地提供了中心區域 220 中的孔隙的圓形輪廓 280，這克服了由於常規六邊形準直器的拐角造成的遮蔽而在基板 154 的邊緣附近出現的六點沉積。

【0049】 限定六邊形孔 128 的壁 126 的上部部分具有入口角部分 406，以便減小六邊形孔 128 被濺射材料堵塞的速率。入口角部分 406 向六邊形孔 128 中延伸預定距離 402，並形成為處於預定角度 404。在一個實施方式中，預定距離 402 在約 0.15 英寸（3.81 毫米）至約 1 英寸（2.54 厘米）之間，並且預定角度在約 2 度與約 16 度之間。在一個實施方式中，預定距離 402 和預定角度 404 分別為約 0.15 英寸（3.81 毫米）和 15 度。在一個實施方式中，預定距離 402 和預定角度 404 分別為約 1 英寸（2.54 厘米）和 2.5 度。

【0050】 圖 5A 描繪了圖 2A 至圖 2B 的準直器組件 108 的一部分的截面圖。一件式的上部遮蔽部分 186 具有的直徑的大小適於包圍濺射靶 142 的濺射表面 145，所述濺射表面面對基板支撐基座 152、基板支撐基座 152 的周邊邊緣 153，並且遮蔽處理腔室 100 的接地的導電配接器 144 和腔室壁 150。一件式的上部遮蔽部分 186 用於減少源自濺射靶 142 的濺射表面 145 的濺射的沉積物沉積到處理

腔室 100 的基板支撐基座 152、基板 154 的突懸邊緣、接地的導電配接器 144、腔室壁 150 和底腔室壁 160 的表面上。

【0051】 一件式的上部遮蔽部分 186 包括頂環 516。緊挨頂環 516 下方存在支撐凸緣 526。支撐凸緣 526 朝處理腔室 100 的導電凸緣 184 徑向向外延伸。支撐凸緣 526 包括頂表面 528a 和底表面 528b。支撐凸緣 526 的底表面 528b 可以包括多個突起（未示出），以便將一件式的上部遮蔽部分 186 與支撐一件式的上部遮蔽部分 186 的導電凸緣 184 對準。在一個實施方式中，一件式的上部遮蔽部分 186 的支撐凸緣 526 具有多個沉孔（未示出），這些沉孔的形狀和大小適於接收緊固件，以便將一件式的上部遮蔽部分 186 附連到導電凸緣 184。一件式的上部遮蔽部分 186 的支撐凸緣 526 可藉由多個緊固件（例如，螺桿）固定到導電凸緣 184。在一個實施方式中，多個緊固件為從 30 個至 40 個（例如，36 個）。增加將一件式的上部遮蔽部分 186 固定到導電凸緣 184 的緊固件的數量提供對一件式的上部遮蔽部分 186 的改良的溫度控制。

【0052】 從一件式的上部遮蔽部分 186 的頂環 516 向下延伸的是圓柱形帶 514，所述圓柱形帶具有第一垂直或是基本垂直部分 521、徑向向內傾斜部分 522 和第二垂直或是基本垂直部分 523。第一垂直或是基本垂直部分 521 從頂環 516 向下延伸到徑向向內傾斜部分 522。徑向向內傾斜部分 522 具有相對於圓柱形帶 514 的第一基本垂直

部分 5 2 1 的從約 4 0 度至約 5 0 度(例如,從約 4 5 °至約 5 0 °)的角度「 $\beta$ 」。如圖 5 A 所描繪的,徑向向內傾斜部分 5 2 2 跨外周區域 2 4 0 中的第二多個孔 3 4 0 的一部分來延伸。第二垂直或是基本垂直部分 5 2 3 從徑向向內傾斜部分 5 2 2 向下延伸並在修圓邊緣 5 2 5 處終止。圓柱形帶 5 1 4 的徑向向內傾斜部分 5 2 2 例如提供用於已從頂環 5 1 6 剝離的濺射的沉積物和用於來自濺射靶 1 4 2 的周邊的濺射的沉積物的表面來附接至其上。這會有效地最小化基板 1 5 4 的污染,尤其是在邊緣周圍的污染。

【0 0 5 3】 在一個實施方式中,準直器部分 1 1 0 與圓柱形帶 5 1 4 的第一垂直或是基本垂直部分 5 2 1 耦接。在一個實施方式中,準直器部分 1 1 0 和第一垂直或是基本垂直部分 5 2 1 從單塊材料加工而成。

【0 0 5 4】 在一些實施方式中,圓柱形帶 5 1 4 從支撐凸緣 5 2 6 向下延伸到蜂巢狀結構 2 1 8 下方的某個高度處。例如,如圖 5 A 所描繪的,圓柱形帶 5 1 4 延伸到準直器部分 1 1 0 的外周區域 2 4 0 下方的某個高度處。在一個實施方式中,第一垂直或是基本垂直部分 5 2 1 延伸到準直器部分 1 1 0 的外周區域 2 4 0 的第二多個孔 3 4 0 下方的某個高度處。在一個實施方式中,第二垂直或是基本垂直部分 5 2 3 延伸到準直器部分 1 1 0 的中心區域 2 2 0 的第一多個孔 3 2 0 下方的某個高度處。

【0 0 5 5】 圖 5 B 描繪了圖 2 A 至圖 2 B 的準直器組件 5 4 8 的另一個實施方式的一部分的截面圖。圖 5 B 的準直器組



件 548 類似於準直器組件 108，不同之處在於，圖 5B 的圓柱形帶 514 短於圖 5A 的圓柱形帶 514。類似於圖 5A 的準直器組件 108，準直器組件 548 的圓柱形帶 514 具有第一垂直或是基本垂直部分 521、徑向向內傾斜部分 522 和第二垂直或是基本垂直部分 553。然而，準直器組件 548 的第二垂直或是基本垂直部分 553 短於準直器組件 108 的第二垂直或是基本垂直部分 523。在一個實施方式中，準直器組件 548 的第二垂直或是基本垂直部分 553 短於蜂巢狀結構 218 的中心區域 220。例如，第二垂直或是基本垂直部分 553 延伸到外周區域 240 的第二多個孔 340 下方的某個高度處，但是不延伸到中心區域 220 的第一多個孔 320 下方的某個高度處。

【0056】圖 6 描繪了一件式的上部遮蔽部分 186 與一件式的下部遮蔽件 180 的相交的局部截面圖。第二垂直或是基本垂直部分 523 可定位成覆蓋一件式的下部遮蔽件 180 與一件式的上部遮蔽部分 186 之間的介面，從而在一件式的下部遮蔽件 180 與一件式的上部遮蔽部分 186 之間形成迷宮式間隙 602。迷宮式間隙 602 防止導電材料在一件式的下部遮蔽件 180 與一件式的上部遮蔽部分 186 之間形成表面彌合 (surface bridge)，由此維持電間斷性。

【0057】總的來說，本公開內容的一些益處如下。在本文中描述的一些實施方式中，提供一種可偏壓準直器組件。使所述準直器組件偏壓的能力允許對濺射物質所穿過

的電場的控制。在本公開內容的一些實施方式中，提供一種此類準直器組件：具有高有效深寬比，同時維持沿所述準直器組件的六邊形的陣列的所述準直器組件的周邊的低深寬比。在一些實施方式中，提供一種在所述六邊形的陣列中帶陡峭入口邊緣的準直器組件。已經發現，相較現有技術準直器設計來說，在所述準直器組件中使用陡峭入口邊緣實質上減少了所述六邊形的陣列中的單元的沉積突懸和沉積堵塞。在一些實施方式中，提供一種準直器組件，所述準直器組件具有帶徑向向內傾斜部分的圓柱形帶。徑向向內傾斜部分提供用於已從準直器組件的其它部分剝離的濺射的沉積物和用於來自濺射靶的周邊的濺射的沉積物附接至其上的表面。易於向內傾斜部分有效地最小化基板污染，尤其是在邊緣周圍的污染。相較於現有技術準直器設計來說，這些各種特徵實質上提高了薄膜均勻性並且延長了準直器組件和處理套組的壽命，同時減少了清潔持續時間。

**【0058】** 在介紹本公開內容的元件或本公開內容的實施方式的示例性的方面時，冠詞「一種」、「一個」、「該」和「所述」意欲表示存在一或更多個這種元件。

**【0059】** 術語「包含」、「包括」、「具有」意欲將是包括性的，並且表示除了所列元件之外，還可存在另外的元件。

**【0060】** 儘管上述內容針對本公開內容的實施方式，但也可在不脫離本公開內容的基本範圍的情況下設計本發

明的其它和進一步的實施方式，並且本公開內容的範圍是由以下權利要求書確定。

**【符號說明】**

**【 0 0 6 1 】**

1 0 0 : 處 理 腔 室

1 0 1 : 控 制 器

1 0 2 : 蓋 環

1 0 3 : 內 帶

1 0 5 : 腔 室 主 體

1 0 6 : 內 部 處 理 容 積

1 0 8 : 準 直 器 組 件

1 1 0 : 準 直 器 部 分

1 2 6 : 壁

1 2 8 : 六 邊 形 孔

1 2 9 : 寬 度

1 4 0 : 處 理 套 組

1 4 2 : 濺 射 靶

1 4 3 : 第 一 介 電 隔 離 環

1 4 4 : 導 電 配 接 器

1 4 5 : 濺 射 表 面

1 4 6 : 介 電 隔 離 器

1 4 7 : 第 二 介 電 隔 離 環

1 4 8 : 可 控 直 流 ( D C ) 電 源

- 150: 腔室壁
- 151: RF 電源
- 152: 基板支撐基座
- 153: 周邊邊緣
- 154: 基板
- 155: 匹配網路
- 156: 射頻 (RF) 電源
- 158: 波紋管
- 160: 底腔室壁
- 162: 氣源
- 164: 品質流量控制器
- 170: 磁控管
- 172: 磁體
- 174: 基底板材
- 176: 軸
- 180: 下部遮蔽件
- 182: 支撐凸緣
- 184: 導電凸緣
- 186: 上部遮蔽部分
- 188: 狹窄間隙
- 194: 第一組磁體
- 195: 第二組磁體
- 196: 外帶
- 198: 基底板材

- 2 1 8 : 蜂 巢 狀 結 構
- 2 2 0 : 中 心 區 域
- 2 4 0 : 外 周 區 域
- 2 6 0 : 過 渡 區 域
- 2 8 0 : 圓 形 輪 廓
- 3 2 0 : 第 一 多 個 孔
- 3 4 0 : 第 二 多 個 孔
- 3 6 0 : 第 三 多 個 孔
- 3 9 0 : 電 源
- 4 0 2 : 預 定 距 離
- 4 0 4 : 預 定 角 度
- 4 0 6 : 入 口 角 部 分
- 5 1 4 : 圓 柱 形 帶
- 5 1 6 : 頂 環
- 5 2 1 : 第 一 基 本 垂 直 部 分
- 5 2 2 : 徑 向 向 內 傾 斜 部 分
- 5 2 3 : 第 二 垂 直 或 是 基 本 垂 直 部 分
- 5 2 5 : 修 圓 邊 緣
- 5 2 6 : 支 撐 凸 緣
- 5 2 8 a : 頂 表 面
- 5 2 8 b : 底 表 面
- 5 4 8 : 準 直 器 組 件
- 5 5 3 : 第 二 垂 直 或 是 基 本 垂 直 部 分
- 6 0 2 : 迷 宮 式 間 隙

【生物材料寄存】

【 0 0 6 2 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 6 3 】 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】** 一種準直器，包含：

一第一表面與背對該第一表面的相對的一第二表面，該第二表面具有距離該第一表面一第一距離的一第一部分、距離該第一表面一第二距離的一第二部分、及延伸於該第一部分與該第二部分之間的一第三部分；

一蜂巢狀結構，該蜂巢狀結構具有有限定並分開從該第一表面延伸到該第二表面的獨立孔的壁，其中該等獨立孔包括：

第一多個六邊形孔，該等第一多個六邊形孔在一中心區域中，該等第一多個六邊形孔中之每一者具有一第一深寬比，並從該第一表面延伸至該第二表面的該第二部分；

第二多個非六邊形孔，該等第二多個非六邊形孔在一周邊區域中，該等第二多個非六邊形孔中之每一者具有一第二深寬比，並從該第一表面延伸至該第二表面的該第一部分，該第二深寬比小於該第一深寬比；以及

第三多個孔，該第三多個孔在一過渡區域中，該過渡區域係設置於從該周邊區域到該中心區域。

**【請求項 2】** 如請求項 1 所述的準直器，其中限定該過渡區域的該等第三多個孔中之每一者的該等壁中之至

少一者包含該第二表面的該第三部分。

【請求項3】 如請求項1所述的準直器，其中該第二表面的該第三部分係沿著一圓錐投射定位。

【請求項4】 如請求項1所述的準直器，其中該等第一多個六邊形孔、該等第二多個非六邊形孔、及該等第三多個孔是有紋理的。

【請求項5】 如請求項1所述的準直器，其中該等壁的一上部部分包括一入口角部分，且其中該入口角部分具有從約2度至約16度的一預定角度。

【請求項6】 如請求項1所述的準直器，其中該等第一多個六邊形孔的該第一深寬比為從約2.5:1至約3:1，且其中該第二深寬比為從約1:1至約2:1。

【請求項7】 如請求項1所述的準直器，其中該第一深寬比係藉由一第一深度除以一第一寬度所限定，該第一深度係為從該第一表面到該第二表面的該第一部分的該第一距離，該第一寬度係為該等第一多個六邊形孔的該六邊形孔的相對壁之間的一距離。

【請求項8】 如請求項7所述的準直器，其中該第二深寬比係藉由一第二深度除以一第二寬度所限定，該第二深度係為從該第一表面延伸到該第二表面的該第二部分的該第二距離，該第二寬度係位於該等第二多個非六邊形孔的該孔的相對壁之間。



【請求項9】 一種準直器組件，包含：

一準直器部分，包含：

一第一表面與背對該第一表面的相對的一第二表面，該第二表面具有距離該第一表面一第一距離的一第一部分、距離該第一表面一第二距離的一第二部分、及延伸於該第一部分與該第二部分之間的一第三部分；

一蜂巢狀結構，該蜂巢狀結構具有有限定並分開從該第一表面延伸到該第二表面的獨立孔的壁，其中該等獨立孔包括：

第一多個六邊形孔，該等第一多個六邊形孔在一中心區域中，該等第一多個六邊形孔中之每一者具有一第一深寬比，並從該第一表面延伸至該第二表面的該第二部分；

第二多個非六邊形孔，該等第二多個非六邊形孔在一周邊區域中，該等第二多個非六邊形孔中之每一者具有一第二深寬比，並從該第一表面延伸至該第二表面的該第一部分，該第二深寬比小於該第一深寬比；以及

第三多個孔，該第三多個孔在一過渡區域中，該過渡區域係設置於從該周邊區域到該中心區域，以及

一遮蔽部分，該遮蔽部分與該準直器部分耦接，該遮蔽部分包含：

一頂環；

一支撐凸緣，該支撐凸緣位於該頂環下方，該支撐凸緣徑向向外延伸；以及

一圓柱形帶，該圓柱形帶從該支撐凸緣向下延伸到該等第一多個六邊形孔下方的一高度處。

【請求項 10】如請求項 9 所述的準直器，其中限定該過渡區域的該等第三多個孔中之每一者的該等壁中之至少一者包含該第二表面的該第三部分。

【請求項 11】如請求項 9 所述的準直器，其中該第二表面的該第三部分係沿著一圓錐投射定位。

【請求項 12】如請求項 9 所述的準直器組件，其中該圓柱形帶包含：

一第一基本垂直部分；

一徑向向內傾斜部分，該徑向向內傾斜部分從該第一基本垂直部分向下延伸；以及

一第二基本垂直部分，該第二基本垂直部分從該徑向向內傾斜部分向下延伸。

【請求項 13】如請求項 12 所述的準直器組件，其中該徑向向內傾斜部分跨該周邊區域中的該等第二多個非六邊形孔的一部分延伸。

【請求項 14】如請求項 9 所述的準直器組件，其中該等第一多個六邊形孔、該等第二多個非六邊形孔、及該等第三多個孔是有紋理的。

【請求項 15】如請求項 9 所述的準直器組件，其中該等壁的一上部部分包括一入口角部分，且其中該入口角部分具有從約 2 度至約 16 度的一預定角度。

【請求項 16】如請求項 9 所述的準直器組件，其中該等第一多個六邊形孔的該第一深寬比為從約 2.5:1 至約 3:1，且其中該第二深寬比為從約 1:1 至約 2:1。

【請求項 17】如請求項 9 所述的準直器組件，其中該第一深寬比係藉由一第一深度除以一第一寬度所限定，該第一深度係為從該第一表面到該第二表面的該第一部分的該第一距離，該第一寬度係為該等第一多個六邊形孔的該六邊形孔的相對壁之間的一距離。

【請求項 18】如請求項 17 所述的準直器組件，其中該第二深寬比係藉由一第二深度除以一第二寬度所限定，該第二深度係為從該第一表面延伸到該第二表面的該第二部分的該第二距離，該第二寬度係位於該等第二多個非六邊形孔的該孔的相對壁之間。

【請求項 19】一種用於使用物理氣相沉積來處理基板的方法，包含以下步驟：

從一靶朝向一基板的一表面提供一第一材料的一

流；

將一偏壓功率施加至設置於該靶與該基板之間的一準直器；

產生基本上垂直於該準直器的一磁場；

將該第一材料的該流引導通過該準直器；以及

從具有並未垂直於該基板的人射角的該第一材料的該流中過濾原子及分子，該準直器包含：

一第一表面與背對該第一表面的相對的一第二表面，該第二表面具有距離該第一表面一第一距離的一第一部分、距離該第一表面一第二距離的一第二部分、及延伸於該第一部分與該第二部分之間的一第三部分；

一蜂巢狀結構，該蜂巢狀結構具有有限定並分開從該第一表面延伸到該第二表面的獨立孔的壁，其中該等獨立孔包括：

第一多個六邊形孔，該等第一多個六邊形孔在一中心區域中，該等第一多個六邊形孔中之每一者具有一第一深寬比，並從該第一表面延伸至該第二表面的該第二部分；

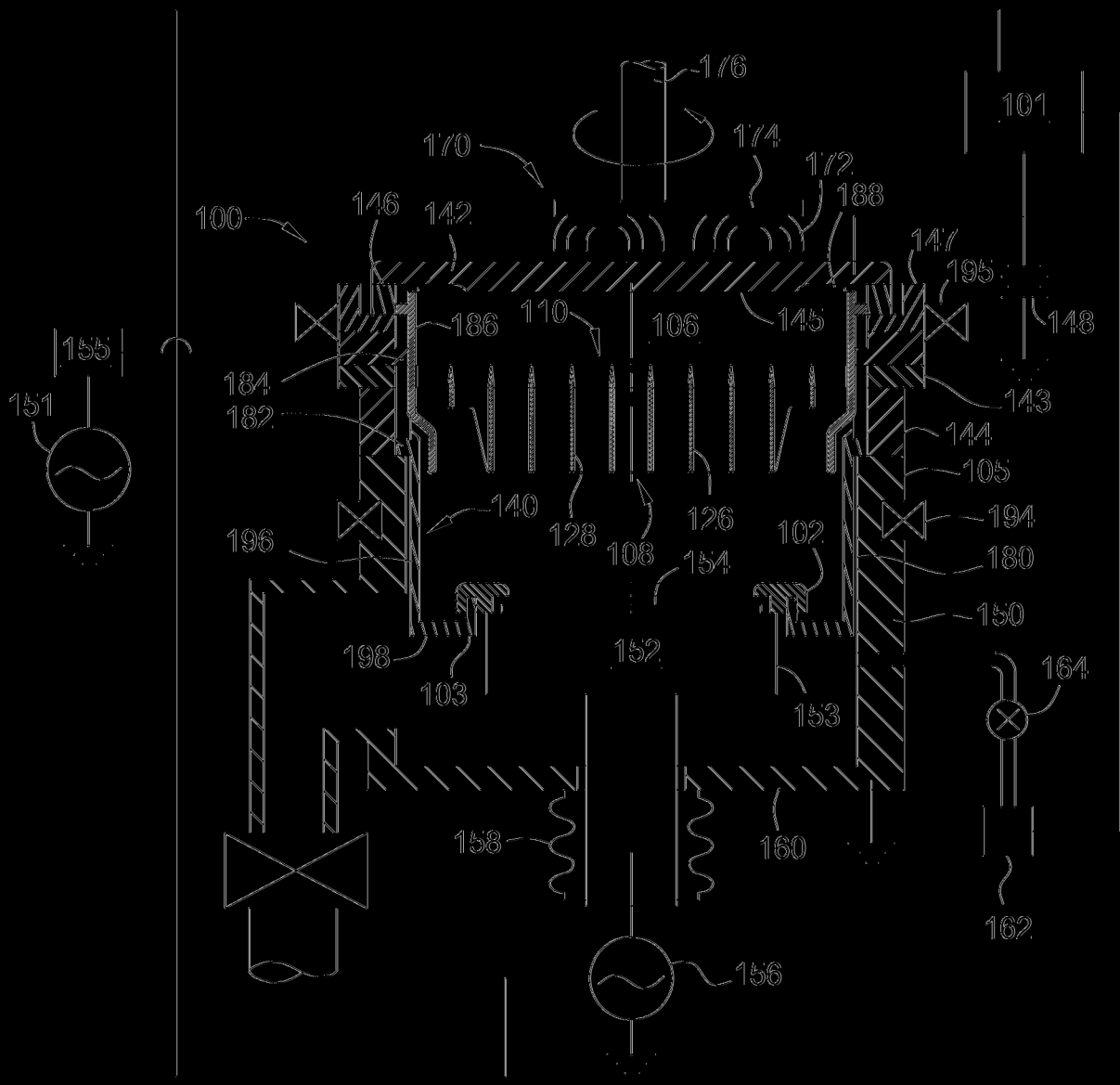
第二多個非六邊形孔，該等第二多個非六邊形孔在一周邊區域中，該等第二多個非六邊形孔中之每一者具有一第二深寬比，並從該第一表面延

伸至該第二表面的該第一部分，該第二深寬比小於該第一深寬比；以及

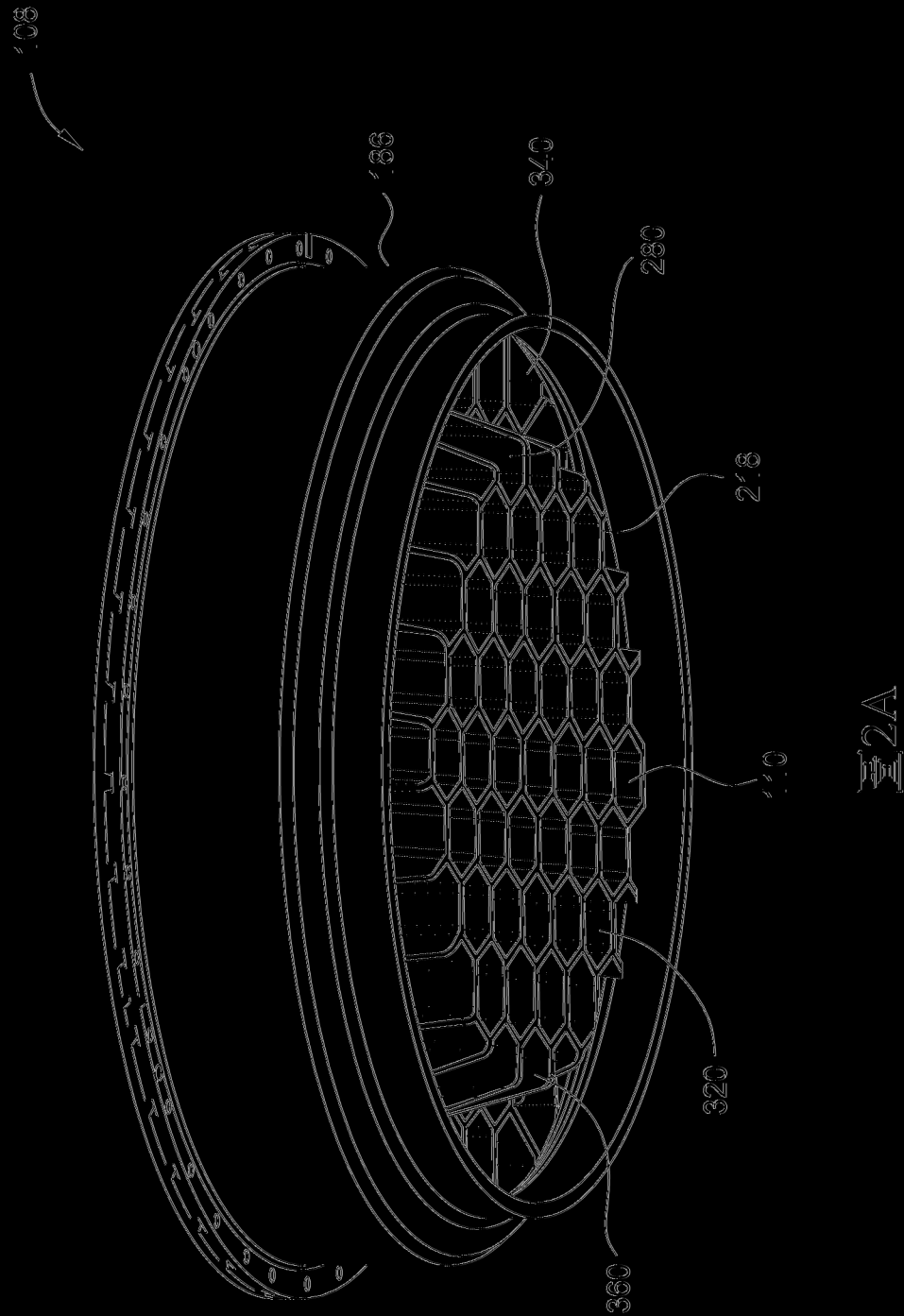
第三多個孔，該第三多個孔在一過渡區域中，該過渡區域係設置於從該周邊區域到該中心區域。

【請求項 20】如請求項 19 所述的方法，其中將該偏壓功率施加至該準直器之步驟進一步包含將一正電壓及一負電壓以交流脈衝方式施加至該準直器。

(發明圖式)



(圖 1)



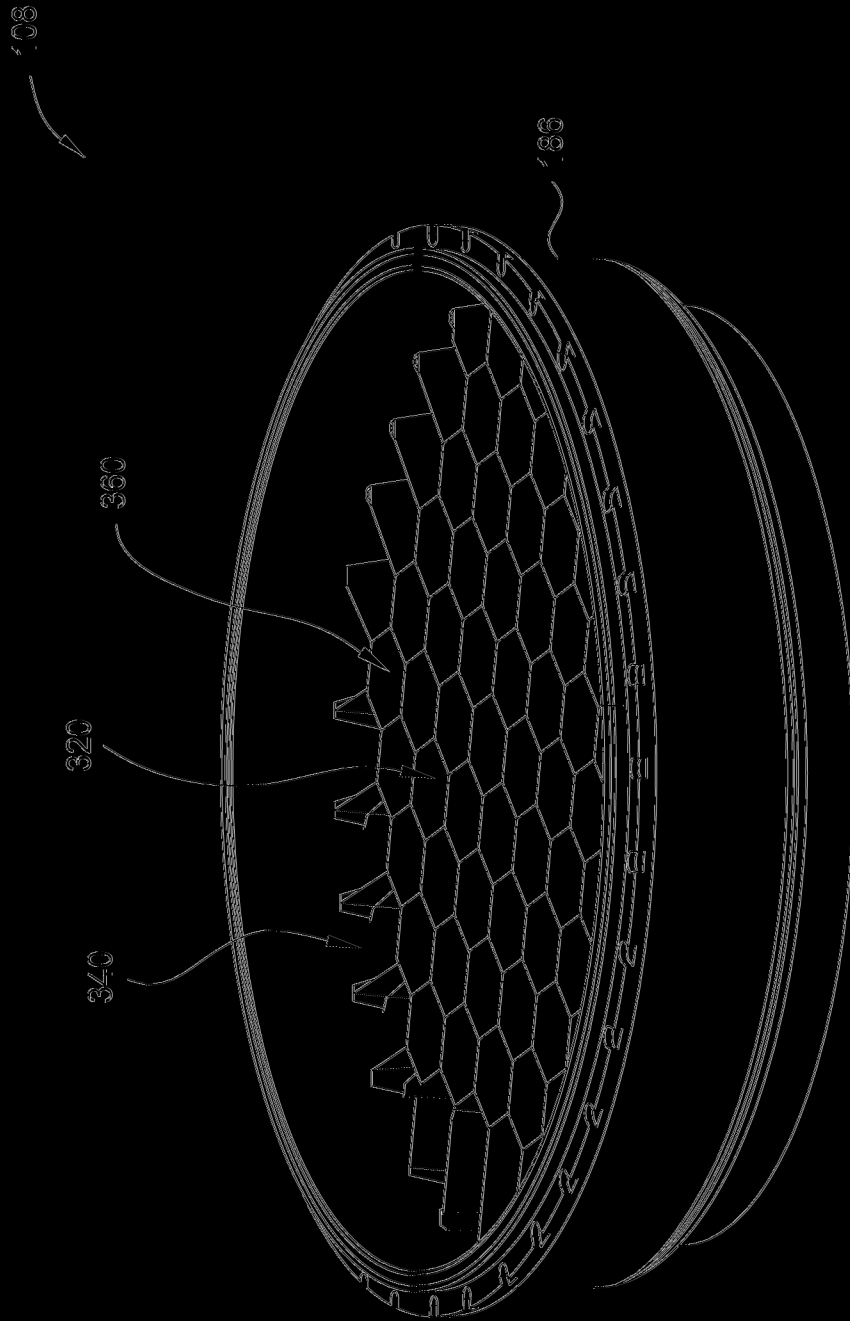


圖 23



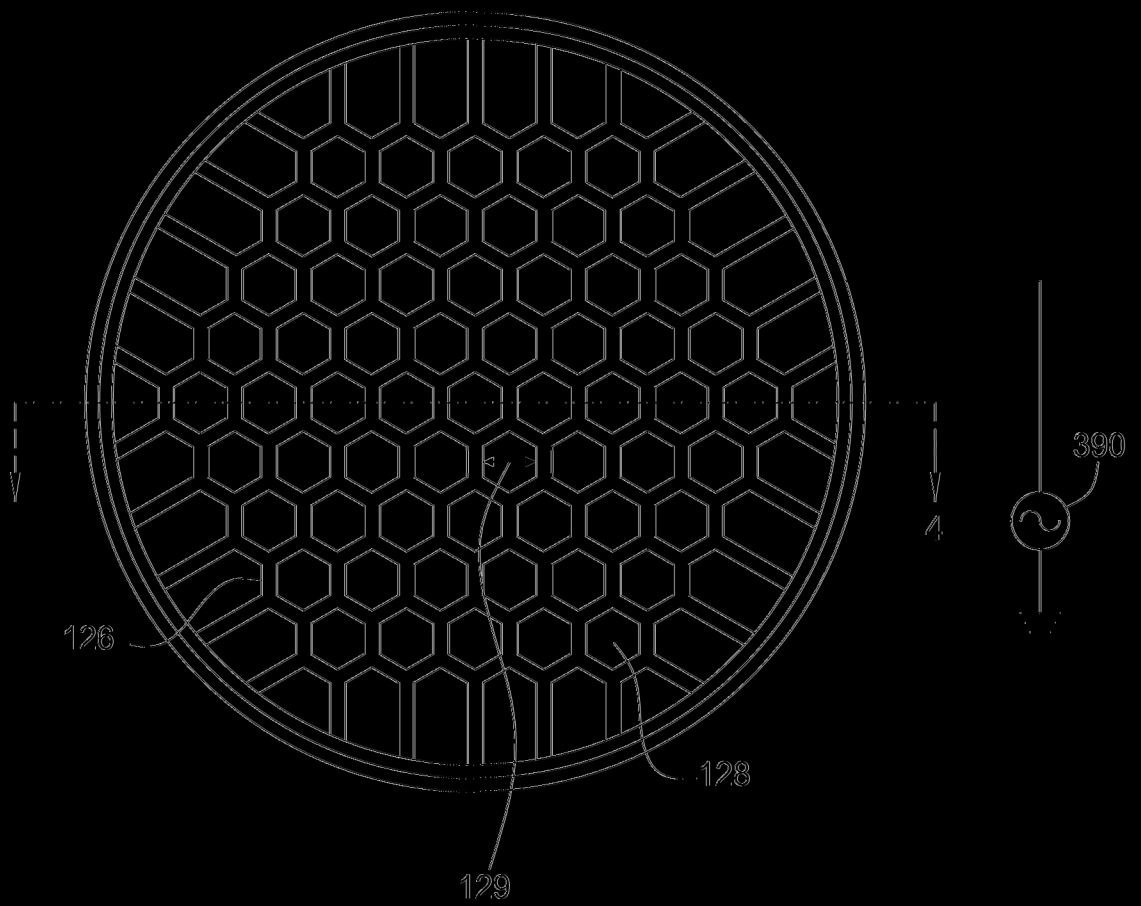


圖3

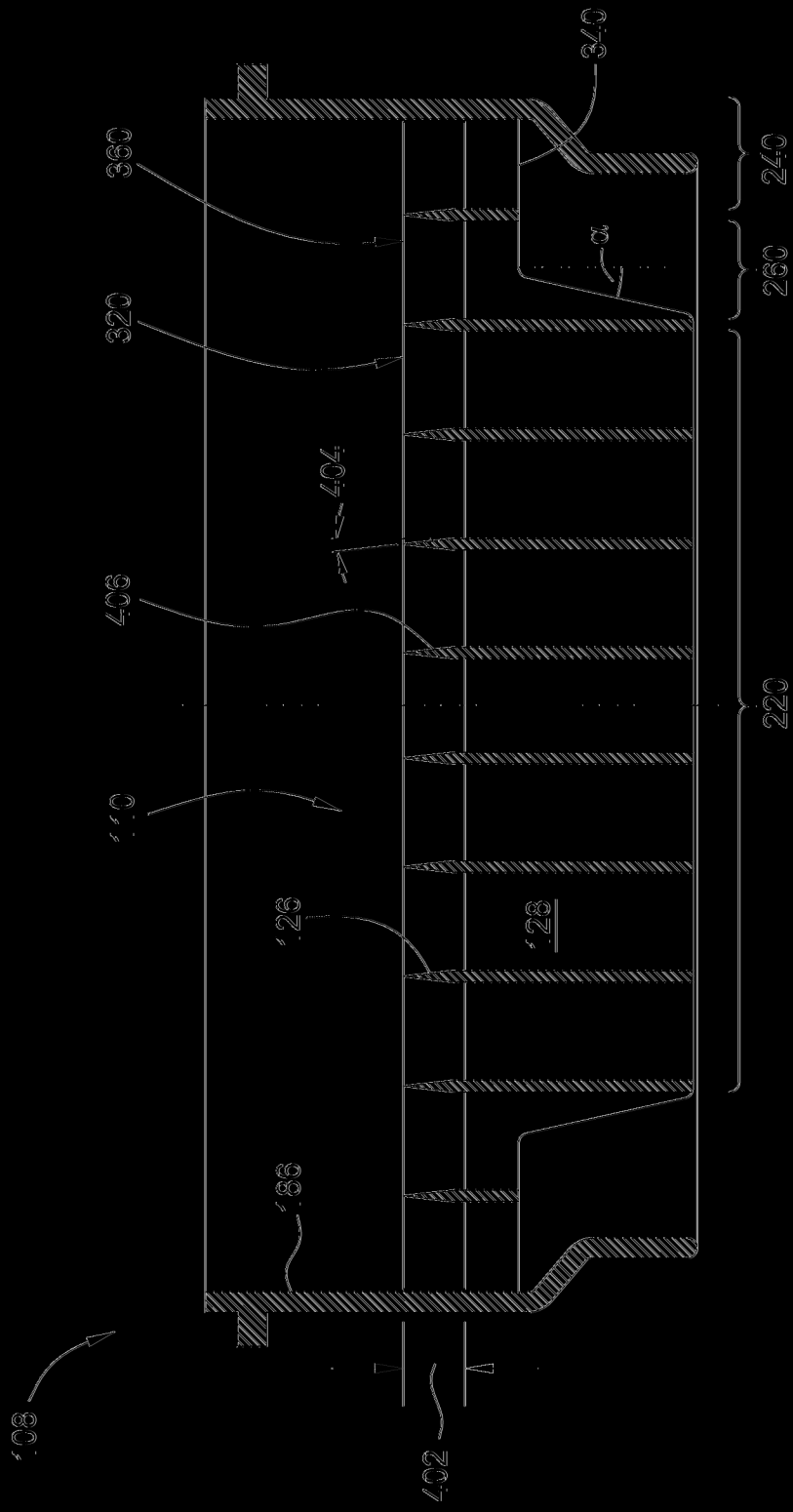


圖 7





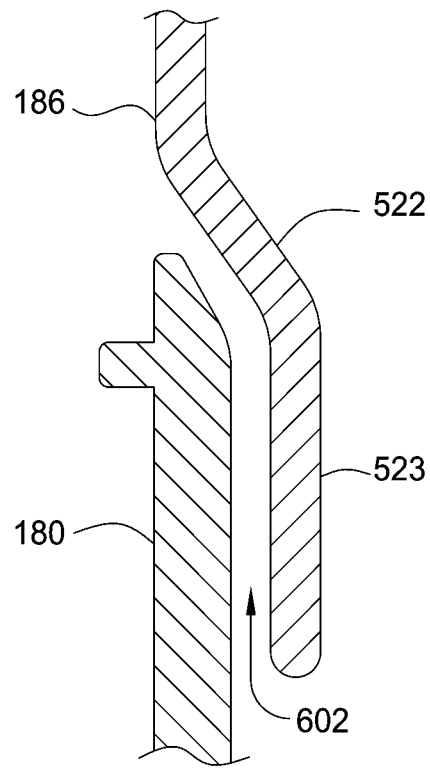


圖6