

# 公告本

405162

申請日期	87.9.9
案號	87115033
類別	H01L <sup>21</sup> / <sub>203</sub>

A4  
C4

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書		405162
一、發明 名稱	中 文	在一電感耦合電漿源中調整沉積均勻度之設備與方法
	英 文	ADJUSTMENT OF DEPOSITION UNIFORMITY IN AN INDUCTIVELY COUPLED PLASMA SOURCE
二、發明 人 創作	姓 名	1. 帕布朗古柏羅吉 2. 慕拉里那拉辛哈
	國 籍	印度
	住、居所	1. 美國加州日光山谷 277 公寓野林大街 1235 號 2. 美國加州聖荷西市瓦哈拉庭園 1771 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商·應用材料股份有限公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號
	代 表 人 名 姓	瓊西 J. 史維尼

裝  
訂  
線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

## 五、發明說明( )

發明領域：

本發明與一種電漿產生器有關，特別是一種在半導體元件與結構上產生電漿濺鍍一層沉積物的設備與方法。

發明背景：

電漿已成為強力離子與活潑原子的方便來源，應用於多樣的半導體元件結構製程包括表面處理、沉積、蝕刻處理。例如：在半導體晶圓上的沉積物使用濺鍍沉積處理，電漿產生在鄰近的濺鍍目標物之負偏壓上，離子產生在鄰近的目標物表面，碰撞致使逐出形成濺鍍。濺鍍物質傳輸和沉積在半導體晶圓的表面。

基板表面的傾斜度，使濺鍍物質從目標物到沉積基板上，有向直線路徑傳導的傾向。結果，在沉積層上，半導體元件蝕刻的洞穴，由於物質的沉積在具有高厚度與寬度的方向比上，將彌合不當的洞穴。為預防洞穴的形成，假如電漿內濺鍍物質充分的離子化，藉由鄰近基板以垂直電場的方向將基板陰極充電，在目標物與基板間，濺鍍物質能大大地改變垂直路徑。然而，濺鍍物質在低密度的電漿中通常少於10%的離子度，經常無法避免洞穴數過度的形成。因此，為了減少在沉積層上不需要的洞穴形成，增強電漿密度以增加濺鍍物質的離子化比例，是令人滿意的方式。由此看來，"密集的電漿"意指具有高電子與離子密度的電漿。

在射頻電漿中，已存在許多的技術像電容耦合、電感

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明( )

耦合、波動加熱等。在一標準的電感耦合電漿(ICP)產生器中，射頻電流通過一電漿周圍的線圈時，將感應一電磁電流。這些電流由於歐姆效應，熱傳導至電漿，所以維持在一穩定狀態。如美國專利第 4,362,632 號，藉由射頻產生器耦合線圈產生電流，經一阻抗匹配網路，作用於變壓器的第一個捲繞線圈。電漿作用於單一旋轉變壓器的第二個捲繞線圈。

典型的高密度的電漿中需要反應室以運作在相對高壓中，由於，在電漿的離子與沉積物原子間的碰撞頻率增加，沉積原子的分散亦同樣增加，典型沉積原子的分散，造成位於部分基板排列在目標物中心的沉積層厚度變厚，邊緣的區域變薄。如此不均勻的沉積在半元件結構中通常是不當的。

發明目的及概述：

根據以上所述之目的，本發明提供了一種在反應室內產生電漿以 ~~沉積~~ 沉積 改進的設備與方法。

鑒於上述之發明背景中，沉積離子化濺鍍沉積層物的濺鍍設備，有二個不同的間隔區別，在基板周圍處理主要目標物質濺鍍與第二目標物質濺鍍的比較。於說明實施例中，在第一個間隔，射頻功率供應線圈電感耦合至一高密度電漿，與直流功率供應一平面濺鍍目標物。在第一個間隔，雖然物質主要從平面目標物濺鍍，但實質上從平面目標物與線圈(第二目標物)濺鍍而成，如此均勻度可能更進

## 五、發明說明( )

405162

一步改進。在第二個間隔，當射頻功率級仍供應線圈時，減少並排除直流功率供應一平面目標物。在此考量下，物質的濺鍍主要從線圈而非目標物，因為，線圈可以完全包圍在工件的周圍，沉積層物質的相對厚度朝向工件的周圍沉積，將使工件中心的沉積層相對增加。結果，在第二間隔的線圈主要的濺鍍，將有偏移至工件中心使沉積物更厚的傾向。更進一步，因為從線圈的濺鍍物比從目標物的濺鍍物，更傾向具有大水平速率成分，改善工件上的通道覆蓋於牆垣，將可達成。

### 圖式簡單說明：

第 1 圖為根據本發明的實施例，使用電漿產生反應室之橫截面透視圖。

第 2 圖為電漿產生反應室之橫截面概要圖。

第 3 圖為根據本發明的實施例，電漿產生反應室的運作，在不同間隔程序的說明圖列表

第 4 圖為第 1 圖與第 2 圖的電漿產生反應室之電線連結概要圖。

第 5a 圖為描繪在中心密集的步驟中，由於射頻功率供應在線圈與直流功率偏壓在目標物上，從第 1 圖與第 2 圖的電漿產生反應室之目標物與線圈的各別的沉積側面圖。

第 5b 圖為於邊緣與中心部分較密集的步驟中，從目標物與線圈產生沉積物，經所有的步驟與各別的沉積側

## 五、發明說明( )

面圖後，描繪第 1 圖與第 2 圖的電漿產生反應室之最後的沉積側面圖。

第 6a-6c 圖為在不同的間隔間，濺鍍物沉積在工件通道的橫截面圖。

圖號對照說明：

100	電漿反應室	104	線圈
106	反應室擋板	108	離子流
110	目標物	112	基板
114	臺座	116	電磁管配件
118	高密度電漿	120	線圈支座
125	通道	126	牆
128	水平表面	130	牆垣
250	反面的沉積樣式	252	側面沉積
254	沉積剖面圖	256	沉積剖面圖
258	實際總沉積剖面圖	400	直流電壓源
402	匹配網路	404	射頻產生器
406	阻抗	420	匹配網路
440	射頻產生器		

發明詳細說明：

首先參考第 1 圖-第 2 圖，根據本發明的實施例，電漿產生器包含一實質的圓筒狀電漿反應室 100 以容納空的反應室。電漿反應室 100 的內部有空反應室牆單一繞成的線

405162  
五、發明說明( )

圖 104 及反應室擋板 106，反應室擋板 106 保護從電漿反應室 100 內部物質沉積到空反應室的內部牆。

此外，儲藏在電漿反應室 100 的內部是一臺座 114，其坐落於鄰近電漿反應室 100 的地板並使能支撐基板 112。坐落於基板 112 鄰近電漿反應室 100 的頂篷是目標物。電路的連接將在第 4 圖中詳盡的描述，供應直流功率到目標物，與交流或射頻功率到線圈，及射頻功率感應偏壓到基板 112。

在較佳的實施例中，電漿產生器從目標物 110 到基板 112 上濺鍍沉積物質有二個步驟。在第一個步驟，沉積的外觀傾向於基板 112 中央較厚，因此稱為"中心密集步驟"。相反地，在第二個步驟，稱為"邊緣密集步驟"。沉積的外觀傾向於朝基板 112 周圍較厚，以便補償"中心密集步驟"中央較厚的傾向。依如下討論，二個步驟可交換，此外，此二個步驟可處在隨意的第三步驟之前，稱為"蝕刻步驟"。

在中心密集步驟中，直流功率供應偏壓到目標物 110 上，因此一轉動的電磁管配件 116 引起離子流 108(第 2 圖)被陰極偏壓目標物 110 吸引碰撞目標物 110 的表面。離子流 108 能從目標物 110 到基板 112 上噴射出物質，其基板可以是一晶圓或其他工件，藉由電漿反應室 100 底部的臺座 114 支持著。電磁管配件 116(概略如第 2 圖)擴展電磁場掃除目標物 110 表面以促進目標物 110 濺鍍侵蝕的均勻度。

405162

## 五、發明說明( )

此外，在中心密集步驟中，射頻能量從線圈 104 輻射到電漿反應室 100 內部，以供給電漿能量到反應室 100 內。沉積物質藉由電漿離子化從目標物 110 濺鍍，以致藉由鄰近基板 112 的電場吸引離子化物質。這些電場通常在基板 112 的表面成直角的方向以便直接離子化沉積物質，以改善介層覆蓋步驟、通道與其他高方向比結構。

為了考慮到線圈 104 以促進電漿離子化，從基板 112 中已發現目標物 110 的有利空間。然而，在目標物和工件之間增加空間，能逆向碰撞從目標物沉積物質的均勻度。典型不均勻顯示朝工件的中心沉積物變厚，結果使工件的邊緣沉積物變薄，如第 5a 圖的沉積側面圖所示。

根據 1996 年七月十日提出申請 (Atty.Docket 1390CIP/PVD/DV) 序號第 08/680,335 之美國共同申請案，在此藉由參考並入本文中，不僅從工件上的濺鍍目標物 110 還有從環繞工件邊緣的線圈或第二目標物，濺鍍物沉積物質將補償不均勻度。於此，因為工件邊緣比工件中心更接近線圈 104，從線圈擋板 104 中任何濺鍍物質，傾向於從工件邊緣比工件中心的沉積還厚，如前所示的側面沉積 252，此為通常從目標物 110 反面的沉積樣式 250，依適當的調整射頻功率級供應於線圈擋板 104，與直流功率級偏壓供應於目標物的比例。從線圈擋板 104 中的沉積物質可被選擇以下的方式濺鍍，即從濺鍍源的總沉積側面層比從頂板獨自獲得的更實質地均勻，實質地補償側面沉積物質的不均勻度。

405162  
五、發明說明( )

目前相信將源自於線圈 104 的濺鍍比作源自於目標物 110 的濺鍍數量中，可為射頻功率供應於線圈擋板 104 的功能與直流功率功應到目標物有關。藉由調整線圈射頻功率與目標物直流功率的比，相對從線圈 104 與目標物 110 濺鍍物質的不同中以便改善均勻度。可確信的是線圈射頻功率與目標物直流功率的一特別比例，將可達到從線圈與目標物中沉積物質層的不均勻度為最小程度。因為線圈射頻功率的增加，有關直流功率供應到目標物上，沉積層傾向於邊緣更厚。相反地，減少線圈射頻功率與目標物直流功率的比例，沉積層的中心相對於邊緣傾向於逐漸增厚。因此，調整線圈射頻功率與目標物直流功率偏壓的比例，從線圈的濺鍍物質，能增加或減少以適當地補償從目標物的濺鍍物質的不均勻度，以達成包含從目標物和線圈濺鍍的均勻沉積層。對於線圈 104 而言，射頻功率與目標物直流功率的相近比例，7 吋晶圓可提供 8 吋晶圓完美的結果。

更能確信的是關於在線圈與目標物間的濺鍍數量，也可能為一線圈 104 偏壓的功能與目標物 110 有關。線圈擋板 104 的直流偏壓可以不同的方法調整，例如，匹配網路 402 與一阻抗 406(第 4 圖)耦合至線圈 104，典型的包含一個或更多的電感與電反應室。藉由這些一個或更多的電感與電反應室不同的阻抗，線圈擋板 104 的直流偏壓可以被調整並達到期望的均勻度。線圈射頻功率與線圈擋板 104 的直流偏壓可分開調整輸入以達成期望的結果。例如，交

## 五、發明說明( )

流或直流偏壓源能經射頻濾波器耦合線圈，一個替代的功率安排能包含二個射頻產生器在些微不同的頻率下操作。一產生器的輸出能以普通的方式耦合到線圈，但其他產生器在些微不同的頻率下也有能力耦合到線圈，使得改變第二個產生器的功率層級能改變線圈直流偏壓。如此的安排能提供射頻功率與直流偏壓應用於線圈的獨立控制。目前，確信線圈直流偏壓相對比較大的改變，在線圈濺鍍物質數量上對給予射頻功率層級能必需有一實質的效力。

藉由調整不同的參數，包含線圈偏壓層級和線圈射頻功率與目標物直流功率比，相對從目標物 110 和線圈 106 濺鍍物質數量上的不同以便於達成改善均勻度。如第 3 圖所示，包含目標物 3-5 仟瓦的直流功率及 1.5-3 仟瓦的射頻功率供應到線圈，在這些範圍內，取決於供應 4 仟瓦的直流功率及 2.5 仟瓦的射頻功率能提供較好的結果。

較佳的功率比與其他的參數值將取決於特別的應用，包括反應室特別的大小、線圈、目標物、基板、相對的空間、濺鍍氣壓、濺鍍物質及其他技術所知的可變因素。

然而，在很多應用中，線圈功率由於硬體的限制，在某一值之外不能被增加。例如，線圈 104 的電流攜帶能力，將限制應用於線圈的射頻功率數量，以不造成線圈的危害。在其他的應用中，除射頻源之外，不同的阻抗或線圈耦合一偏壓源可能不適當。因此，在一些應用中，藉由平

405162

## 五、發明說明( )

衡線圈的射頻功率，與目標物的直流功率的供應，或除此之外，更改線圈偏壓層級將不會立即達成期望的均勻程度。

因此，依照目前的發明，第二步驟在基板 112 的表面更能增加沉積層的均勻度，也許更有利地被使用。在這附加的步驟中，依據此中的"邊緣密集步驟"，目標物 110 直流功率的供應則減少或排除，儘管線圈 104 射頻功率連續的維持在事先裝置的高度，但仍在先前的基板沉積物上繼續離子化濺鍍，維持高密度電漿 118。然而，因為目標物 110 直流功率被排除或至少減少關於射頻功率供應於線圈 104，明確地充電離子開始撞擊主要的線圈 104 而不是目標物 110。因此，在第二步驟中，在基板 112 上沉積的離子化物質的主要濺鍍，即使不完全從線圈 104，也不會從目標物 110。

在說明實施例中，線圈 104 是靠擋板 106(第 1 圖)支撐著，所以，線圈 104 環繞在基板 112(第 2 圖)周圍的上方並使凹處向外，如第 2 圖所概略描繪。由於，基板的周圍比基板的中心更靠近線圈 104，因此，從線圈 104 的濺鍍物質，靠近基板的周圍比中心更有可能沉積。在沉積物中對目標物 110 關掉電源，使得大部分的濺鍍物質是從線圈 104 而不是目標物 110。沉積物剖面圖能從如上詳述的剖面圖 254(第 5b 圖)所描繪中心較厚的側面轉換到從剖面圖 256 所描繪邊緣較厚的側面。第二步驟(目標物關掉電源)邊緣較厚的側面 256 能補償第一步驟(目標物打開電源)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

泉

## 五、發明說明 ( )

的傾向。因此，實際總沉積剖面圖 258 結合沉積剖面圖 254 與 256 能比單獨沉積剖面圖 254 更均勻。

如第 3 圖所示，在邊緣較厚的步驟示範式的使用包括 0-1 仟瓦的直流功率和 1.5-3 仟瓦的射頻功率的範圍。在這些範圍內，0 仟瓦的直流功率和 2.5 仟瓦的射頻功率，在第二步驟產生邊緣較厚的沉積側面能實質地補償在第一步驟中心較厚的沉積側面傾向。

較佳的實施例中，目標物 110 直流功率完全關掉(在第 3 圖所描繪的 0 仟瓦)，當線圈射頻功率被維持在邊緣較厚的步驟間，使得濺鍍物質幾乎完全從線圈 104 來。即使沒有應用任何直流功率，目標物 110 有一自我偏壓的傾向，因為，一些從目標物 110 偏壓的濺鍍物質，仍產生在邊緣較厚的步驟間。

除了改善整個基板的沉積均勻度外，上述的多步驟處理亦能改善通道或其他結構覆蓋在牆垣上具有垂直的表面。藉由第 6a 圖可以了解，說明多重通道的沉積覆蓋可導致目標物 110 沉積的部分佔主導地位，也就是說，中心較厚的步驟。如第 6a 圖的說明，中心較厚的步驟能提供通道 125 垂直的表面有較好覆蓋，像牆 126 的底部也如同基板 112 的表面中央部分 128 分隔通道。然而，因為沉積物質的離子化造成物質更垂直的移動，在垂直表面上的沉積物如通道 125 的牆垣 130，可能變更稀薄。如果牆垣覆蓋的太薄，將妨礙沉積層的作用，這在底層沉積鈦是非常合宜的。

## 五、發明說明( )

另一方面，沉積物質最主要源自於"邊緣較厚"步驟的線圈 104，牆垣覆蓋將被改善。可以確信的是線圈 104 不是直接位於基板 102 上，而從線圈濺鍍的物質，傾向撞擊基板的角度比直接位於基板 102 上方目標物 110 的濺鍍物質更為銳角。事實上，從線圈 104 的濺鍍物質的水平速率構成要件比目標物 110 的濺鍍物質的水平速率構成要件更重要，因此，從線圈 104 的濺鍍物質能提供改善通道 125 的牆垣 130 覆蓋，也如同基板 112 的表面平滑效應。

第 6b 圖說明沉積覆蓋將導致從線圈濺鍍沉積步驟中佔主導地位，如上所示，當線圈支配的濺鍍以符合沉積物質的沉積率比目標物 110 支配的濺鍍，在通道 125 垂直表面 130 的沉積物質的沉積率比在水平表面 126，128 的沉積物質的沉積率更多(第 6a 圖)。在大多數的應用中，從目標物 110 濺鍍物質沉積在基板上的總量，將比從線圈濺鍍物質沉積在基板上的總量更多，因此，加上一沉積步驟在從線圈支配的濺鍍上，藉由減少或排除目標物 110 的偏壓應用，垂直表面的沉積物質量相對於水平表面的沉積物質量將增加。以此方式，結合二種步驟的效應能提供基板的表面更均勻的沉積，和通道 125 的底層覆蓋與良好的牆垣一樣，如第 6c 圖所說明。

在另一方面，此二沉積步驟程序應處在隨意蝕刻之前，在此步驟，當射頻功率供應線圈 104 時，一強大的偏壓被供應在臺座 114 上，射頻偏壓供應在臺座 114 上感應相同地強大的偏壓在基板 112 上。同一時間，相對的低直

## 五、發明說明( )

流偏壓供應到目標物 110，如果偏壓充分地感應基板，更多的離子將被吸引到基板 112 表面，比作目標物 110 與線圈 104 的表面。蝕刻步驟的最終效應是從基板表面濺鍍的物質比從線圈和目標物沉積在基板 112 的還多，由於，物質能從基板 112 表面被移動，為了清理接觸點並如上所詳述的中心較厚與邊緣較厚步驟以準備基板 112 隨後的濺鍍沉積。

負偏壓供應在臺座 114 上，感應基板的最終蝕刻將依特別的應用而定。通常，在蝕刻步驟間的臺座偏壓將比沉積步驟高，基板偏壓主要是想要助於達成基板通道良好的底部覆蓋，而不是增加基板的蝕刻。在第 3 圖的說明中，例如適當的臺座偏壓是 -80 伏特，例如範圍可從 -40 到 -100 伏特，在蝕刻步驟間，相比之下，在第 3 圖的中心較厚與邊緣較厚之沉積步驟的臺座偏壓更低於負偏壓，如 -20 伏特，例如，範圍可從 0 到 -40 伏特。

如第 3 圖所示在每一蝕刻和沉積步驟間，射頻功率供應於線圈 104 能被維持在相對的常數，良好的離子化不僅在蝕刻步驟而且在沉積步驟間對良好的底部覆蓋是有用的。如上所提出的，例如通常線圈的射頻功率級為 2.5 仟瓦，例如範圍可從 1.5 到 3 仟瓦。另一方面，為了減少在基板蝕刻間目標物的濺鍍級，直流功率供應於目標物在蝕刻步驟比沉積步驟間更減少。在這說明中，例如適當的目標物直流功率級為 0.5 仟瓦，例如範圍可從 0-1 仟瓦。在蝕刻步驟間，相比之下，直流功率供應於目標物將更增

## 五、發明說明( )

加，如 4 仟瓦，在中心較厚步驟間更增加目標物的濺鍍，例如可大大地減少或排除到 0 仟瓦，在邊緣較厚沉積步驟間減少或排除目標物的濺鍍，如上所詳述。

在每一蝕刻和沉積步驟間，反應室的壓力級可維持在一相對的常數級。然而，因為在基板蝕刻間，目標物和線圈的濺鍍可能相對得低，在蝕刻的步驟間，反應室的壓力可被減少。因此如第 3 圖所示，例如反應室的壓力可維持在 25mT 的壓力值，例如在蝕刻的步驟間與上升到較高的 30mT，在沉積的步驟間促進濺鍍物質的離子化。

每個步驟的持續時間當然視其因素的數目而定，包括物質的沉積、沉積率、期望蝕刻深度和沉積厚度。例如蝕刻步驟的範例持續時間範圍從 5-10 秒，例如中心較厚與邊緣較厚沉積的持續時間可接近 20 秒。

如第 5 圖，包括概略的描繪電漿產生設備的電子連接說明，在基板 112 上濺鍍目標物質，藉由可變的直流電壓源 300，使目標物有更負的偏壓吸引離子流的離子，直流電壓源 400，和其他的直流電壓源，詳述如下，藉由工作站的微處理器為裝備的程序設計程式能有較好的控制。

藉由可變的直流，交流或射頻電壓源偏壓在基板 112 上，使臺座 114 形成負偏壓，吸引離子化的沉積物質到基板 112 上。第 3 圖揭露在不同的時間區段間偏壓供應在臺座上，如第 3 圖所示，使用在中心較厚與邊緣較厚步驟的臺座偏壓範例範圍為 0-40 伏特，範例值為 -20 伏特。在蝕刻步驟間的臺座偏壓如上所詳述，如臺座 114 偏壓在高頻

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

及

## 五、發明說明( )

射頻電壓源，臺座 114 的末端可被耦合到放大器與匹配網路 420 的輸出，此輸入耦合到一射頻產生器 440。臺座 114 與基板 112 的外部偏壓絕對值大於 50 伏特，關於接地，可增加基板 112 的濺鍍(與再濺鍍)，因此，更能促進沉積均勻度。然而另一方面，基板 112 的外部偏壓可被忽略。例如，關於接地，基板 112 在 -5 伏特到 -10 伏特之間形成自我偏壓，甚至可以說缺少任何的外部偏壓。

線圈 110 的末端可被耦合到射頻源，如放大器與匹配網路 420 的輸出，此輸入耦合到一射頻產生器 440。其他線圈 110 的末端耦合到接地，更可經一可變的電反應室。此外，概略描述此應用的另一美國專利，1997 年 8 月 7 日提出申請，取名為"以線圈濺鍍電漿汽化沉積"(Plasma Vapor Deposition with Coil Sputtering)(Attorney Docket 1957/PVD/DV)並完成併於此作為參考，分開直流偏壓源可經一射頻濾波器耦合到線圈，使線圈的獨立射頻功率級允許控制線圈濺鍍率，因此，線圈的射頻功率在一些或所有的步驟能減少或排除。

線圈 104 藉由多數的線圈支座 120，支撐在反應室擋板 106(如第 1 圖)，使線圈 104 隔離反應室擋板 106。此外，絕緣線圈支座 120，有一內部錯綜複雜的結構，容許從在線圈支座 120 上目標物 110 的傳導物質重覆沉積，而防止從線圈 104 到反應室擋板 106 的沉積物質之完全傳導路徑的形成。此完全傳導路徑因會使線圈 104 與反應室擋板 106 短路，所以不是合宜的(典型的接地)。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

及

## 五、發明說明( )

射頻被應用在線圈 104，是藉由絕緣輸電支座 124 支撐輸電門栓(如第 1 圖)。輸電支座 124 如同線圈支撐支座 120，容許從在輸電支座 124 上目標物 110 的傳導物質重覆沉積，亦不會形成線圈 104 與反應室擋板 106 短路的傳導路徑。線圈輸電支座 124 如同線圈支撐支座 120，有一內部錯綜複雜的結構，以防止線圈 104 與擋板牆 106 短路的形成，輸電器經匹配網路 402(第 4 圖說明所示)耦合到射頻產生器 404(第 4 圖說明所示)。

目標物 110 通常為圓柱狀圓盤如第 1, 2, 4 圖所示。然而，目標物 110 的設計形狀當然可能導致從基板上的目標物之沉積物質不同的沉積側面。例如第二個環狀目標物(如鈦、鋁或其他適當的物質)可沉積在在基板的圓周，以補充從基板上的主要平面目標物的濺鍍物質，而主要平面目標物位於基板的上方，每一負偏壓目標物應隔絕真空反應室為一典型的接地。

本發明的線圈 104 如第 1-2 圖所示，近乎 50mm(2 英吋)，以近乎 1.6mm(1/16 英吋)高功率氣泡噴出結實高純度(高於 99.995%)的鈦或銅條帶，以形成直徑約 290mm(11.5 英吋)的單一旋轉螺旋狀線圈。然而，其他高傳導物質與可利用的形狀將視濺鍍物質和其他因素而定，例如，條帶可為 3mm(1/8 英吋)厚，同樣地，如果濺鍍物質是鋁，則目標物與線圈應以高純度的鋁製成。除了利用條帶形狀之外，如特別想冷卻水，亦可利用凹形管。

上述幾個發明討論中，利用在電漿反應室裡，單旋轉

## 五、發明說明( )

的單一線圈 104，其應可認同本發明適用具有多旋轉射頻線圈的電漿反應室。此多旋轉線圈的好處是必須的電流級能大大地減少射頻功率級的付出。然而，多旋轉線圈有更複雜的傾向，因此須更高的代價且比單一旋轉線圈更難以清理。例如，一個三旋轉螺旋狀的鈦線圈和其支撐的架構可能相當昂貴。例如線圈可比螺旋狀蝸線有其他的形狀。

可確認的是本發明有超過一個射頻功率線圈供應於電漿反應室中，例如，本發明以發射螺旋狀波形的型式應用於多線圈反應室，說明於 1995 年 11 月 15 日申請的"在電漿中發射螺旋狀波形的設備與方法"(Method and Apparatus for Launching a Helicon Wave in a Plasma)，序號為 08/559345，其讓渡給本發明讓渡人並藉由參考合併於此。

適當的射頻產生器與匹配電路是本發明中熟悉的構成要素，例如，射頻產生器如 ENI 起源於"頻率搜索"的能力以最佳的頻率匹配此匹配電路與適當的天線。頻率產生器產生射頻功率以較佳的 2MHz 到線圈 104，但是可修改不同的範圍如從 1MHz 到 4MHz。

在上述的說明中，反應室擋板 106 有 400mm(16 英吋)的直徑，但其預期滿意的結果能在 150-635mm(6-26 英吋)的直徑範圍內。反應室擋板 106 可以種種的物質製造如絕緣物質像陶瓷或石英，然而，反應室擋板 106 與所有金屬表面適合更好的目標物物質覆蓋，如不鏽鋼或銅，除非與目標物濺鍍物質相同的物質。此結構的物質將以一熱膨脹

## 五、發明說明( )

係數覆蓋使其更密合被濺鍍的物質，以減少從反應室擋板 106 或在基板 112 上的其他結構之濺鍍物質的剝落，此物質應被覆蓋具有良好附著力的濺鍍物質。假如沉積物質是鈦，較好金屬的反應室擋板 106、支座 120 和 124 及其他結構適合以氣泡噴出的鈦覆蓋。任何的表面更適合濺鍍如線圈末罩及輸電支座 120 和 124，更可以目標物 110 相同的物質製成，例如像高純度、氣泡噴出的鈦。當然，如果沉積物質是鈦以外的其他物質，例如更好的金屬物質為不鏽鋼。先前以鉬濺鍍目標物 110 來覆蓋結構亦能改善黏著性。然而，如果從線圈濺鍍的話，因為鉬會汙染基板 112，所以較不以鉬或其他物質覆蓋線圈 104(或任何其他表面適當的濺鍍)。

基板 112 到目標物 110 間隔的範圍大約在 120-150mm 之間，最佳在 140mm(約 5.5 英吋)，但也可從 38 到 200mm (1.5 英吋到 8 英吋)。對晶圓到目標物的空間，適合梯狀晶圓底部的覆蓋可達到直徑 290mm(11.5 英吋)的線圈，距目標物近乎 50mm(1.9 英吋)。增加線圈的直徑以移開線圈遠離工件邊緣，可在底部的覆蓋產生一逆向效應。另一方面，減少線圈的直徑以移開線圈靠近晶圓邊緣，能逆向的影響堆積層的均勻度。

沉積均勻度亦顯示線圈間隔到目標物的作用，如先前所述，在線圈到目標物之間為 50mm(1.9 英吋)的間隔符合目標物到晶圓 140mm 的間隔。垂直移開線圈並接近或遠離目標物(或晶圓)能逆向影響沉積層的均勻度。

## 五、發明說明( )

利用種種的前導氣體產生電漿包括氫、氫、氧或易反應的氣體如三氟化氮、四氟化碳等其他物質。不同前導氣體壓力適合包括在 0.1-50mTorr，其示範壓力設於第 3 圖的第四項。然而，壓力在 10mTorr 到 50mTorr 之間促進濺鍍物質的離子化。

當然，可被了解到對於熟此技藝者而言，本發明可被以各種不同態樣修改，有些只需在研讀本發明之後便可為之，有些也只是習慣上之機械與電子的設計。其他的實施例也是可能的，其特殊的設計視各別的應用而定。因此，本發明的領域不應限定在此所描述之特定實施例當中，而應定義在後附之申請專利範圍與其等同內。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

東

405162

四、中文發明摘要(發明之名稱: )

在一電感耦合電漿源中調整沉積均勻度之設備與方法

一種半導體結構系統的電漿反應室使用二步驟程序在基材濺鍍沉積物質，第一個步驟從第一個目標物提供射頻功率與直流功率的功率比，在工件上完美地增加沉積物質的均勻度；第二個步驟需要使用些許的直流功率到目標物上，當射頻功率結合電漿產生區域從工件第二個目標物上濺鍍物質。在第二個目標物上尋得大量的物質於工件上的通道以覆蓋在牆垣，也增加工件表面沉積的均勻度。

英文發明摘要(發明之名稱: )

### ADJUSTMENT OF DEPOSITION UNIFORMITY IN AN INDUCTIVELY COUPLED PLASMA SOURCE

A plasma chamber in a semiconductor fabrication system uses a two step process to sputter deposit material onto a substrate. The first step provides a power ratio of RF power to DC power optimized to increase uniformity of deposition of material onto a workpiece from a first target. A second step involves applying little to no DC power to the target, while an RF power is coupled into a plasma generation region to sputter material from a second target onto the workpiece. It has been found that material from the second target provides greater sidewall coverage of channels located on the workpiece, as well as increasing the uniformity of the deposit on the surface of the workpiece.

405162

## 六、申請專利範圍

1. 一種在工件上沉積物質之濺鍍方法，該方法至少包含有下列步驟：

在一第一間隔中，首先從第一目標物濺鍍物質，在電漿中離子化該濺鍍物質，然後從該第一目標物沉積離子化之濺鍍物質在該工件上；以及

在一第二間隔中，首先從第二目標物濺鍍物質，並在該工件上從該第二目標物沉積離子化之濺鍍物質。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中上述之第一目標物為圓盤狀。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中上述之第二目標物為圓環狀。

4. 如申請專利範圍第 3 項之方法，其中上述之第二目標物為一線圈，該離子化並包含從該線圈到該電漿耦合射頻能量。

5. 一種在工件上沉積物質之濺鍍方法，該方法至少包含有下列步驟：

在一第一間隔中，首先從第一目標物濺鍍物質，在電漿中離子化該濺鍍物質，藉由線圈之射頻輻射能量，在該工件上從該第一目標物沉積離子化之濺鍍物質；以及

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

在一第二間隔中，首先從該線圈濺鍍物質，並在該工件上從該線圈沉積離子化之濺鍍物質。

- 6.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中上述之第一間隔中，該第一目標物藉由直流電源供應器的直流偏壓。
- 7.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中上述之第二間隔發生在該第一間隔之後。
- 8.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中上述之第一間隔發生在該第二間隔之後。
- 9.如申請專利範圍第 5 項之方法，更包含在該第一間隔與第二間隔之前的一第三間隔，蝕刻該工件是藉由該工件的偏壓，與供應到該線圈的射頻能量，產生離子並撞擊該工件的表面以清理在該工件的接觸點。
- 10.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中上述之線圈包含一線圈物質，該目標物包含一目標物物質，其中上述之目標物物質與該線圈物質為同一物質。
- 11.一種在工件上濺鍍物質的設備，該設備至少包含有：
  - 第一濺鍍目標物，位於該工件上的濺鍍物質；
  - 一電漿產生區域；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

一射頻線圈，位於耦合射頻能量並產生離子的該電漿產生區域內；

第二濺鍍目標物，位於該工件上的濺鍍物質；

一偏壓功率源，耦合該第一濺鍍目標物，該偏壓功率源有第一層級偏壓功率輸出在從該第一目標物主要的濺鍍物質上，第二層級偏壓功率輸出比從該第二目標物主要的濺鍍物質上該第一層級還低；以及

一功率層級開關，耦合該偏壓功率源以切換該偏壓功率輸出層級，在該工件上的物質沉積之間，從該第一與第二偏壓功率輸出層級供應電源到其他的該第一與第二偏壓功率輸出層級。

12.如申請專利範圍第 11 項之設備，其中上述之射頻線圈提供第二濺鍍目標物。

13.如申請專利範圍第 11 項之設備，其中上述之第一目標物為圓盤狀。

14.如申請專利範圍第 11 項之設備，其中上述之第二目標物為圓環狀。

15.一種具有半導體製造系統與在工件上濺鍍物質之供給電漿能量的設備，該設備至少包含有：

一半導體製造反應室，具有一目標物與臨近該目標

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 六、申請專利範圍

物的電漿產生區域；

一射頻線圈，以該反應室支撐並位於耦合射頻能量到該電漿產生區域，並從該工件上的該線圈濺鍍物質；

第一功率源，用以耦合該線圈以供應電源至第一預定功率層級的該線圈；

偏壓，用以偏壓該目標物與該線圈，使得主要從第一間隔的該第一目標物的物質濺鍍在該工件上，使物質主要從第二間隔的該射頻線圈中濺鍍在該工件上。

16. 一種具有半導體製造系統與濺鍍在工件物質之供給電漿能量的設備，該設備至少包含有：

一半導體製造反應室，有一目標物與臨近該目標物的電漿產生區域；

一射頻線圈，以該反應室支撐並位於耦合射頻能量到該電漿產生區域，並從該工件上的線圈濺鍍物質；

電源供應器，用以耦合該目標物，於第一間隔間供應電源至第一預定功率層級之該目標物，於第二間隔間供應電源至第二預定功率層級之該目標物，該第二預定功率層級低於該第一預定功率層級。

17. 如申請專利範圍第 16 項之設備，其中上述之目標物包含鈦，且上述之線圈包含鈦。

18. 如申請專利範圍第 16 項之設備，其中上述之目標物包

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

405162

## 六、申請專利範圍

含鋁，且上述之線圈包含鋁。

19. 一種在工件上濺鍍沉積物質的方法，其方法至少包含下列步驟：

在第一間隔中，偏壓目標物位在該工件上方，吸引離子以從該目標物濺鍍物質，並供應射頻能量至線圈以離子化濺鍍物質；

在第二間隔中，當繼續供應射頻能量至該線圈時，終止該目標物之該偏壓。

20. 如申請專利範圍第 19 項之方法，其中上述之第一間隔，該第一目標物藉由一直流電源供應器產生一直流偏壓。

21. 如申請專利範圍第 19 項之方法，更包含在該第一間隔與該第二間隔之前的第三間隔，蝕刻該工件是藉由該工件的偏壓，與供應該線圈的射頻能量，產生離子並撞擊該工件的表面以清理在該工件的接觸點。

22. 如申請專利範圍第 19 項之方法，其中上述之線圈包含一線圈物質，該目標物包含一目標物物質，其中上述之目標物物質與該線圈物質為同一物質。

23. 一種在具有半導體製造系統的工件上沉積濺鍍物質的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

405162

## 六、申請專利範圍

方法，目標物是由第一功率源提供，線圈是由第二功率源提供，其方法至少包含下列步驟：

在第一間隔中，物質主要從該目標物濺鍍，在該工件上的該線圈與該目標物中沉積濺鍍物質；以及

在第二間隔中，物質主要從線圈濺鍍，在該工件上的該線圈中沉積濺鍍物質。

24.如申請專利範圍第 23 項之方法，其中上述之第二間隔發生在該第一間隔之後。

25.如申請專利範圍第 23 項之方法，其中上述之第一間隔發生在該第二間隔之後。

26.如申請專利範圍第 23 項之方法，更包含蝕刻該工件以清理在該工件的接觸點。

27.如申請專利範圍第 16 項之設備，其中上述之目標物包含銅，上述之線圈包含銅。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

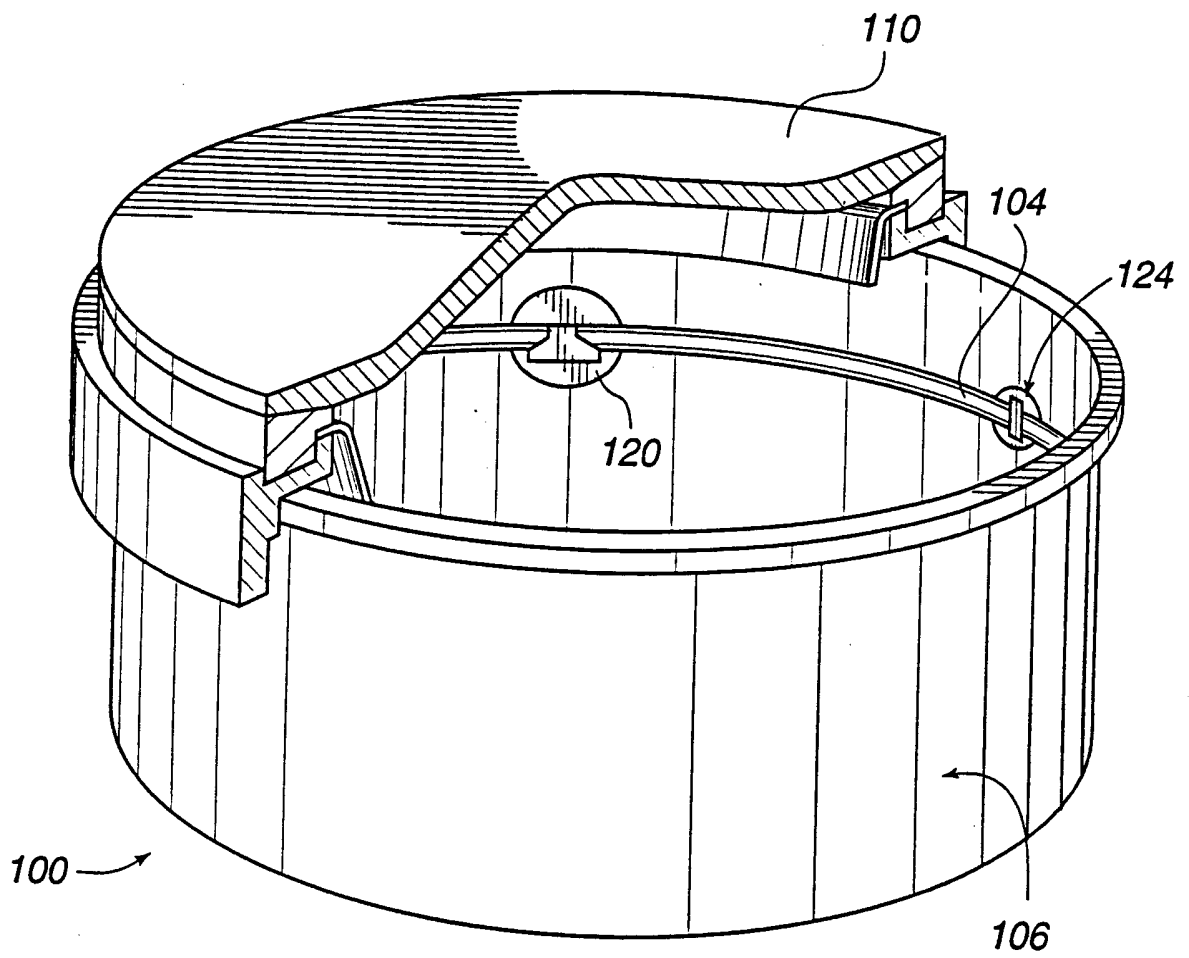
裝

訂

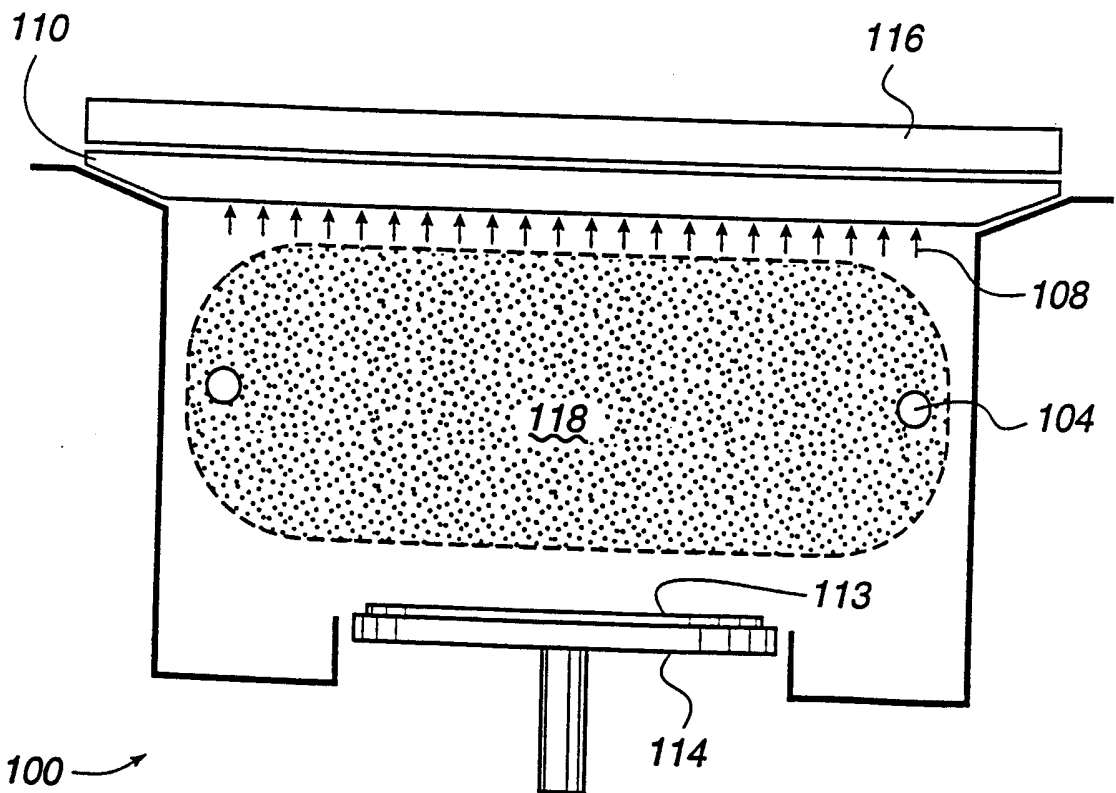
線

405162

87115033



第 1 圖

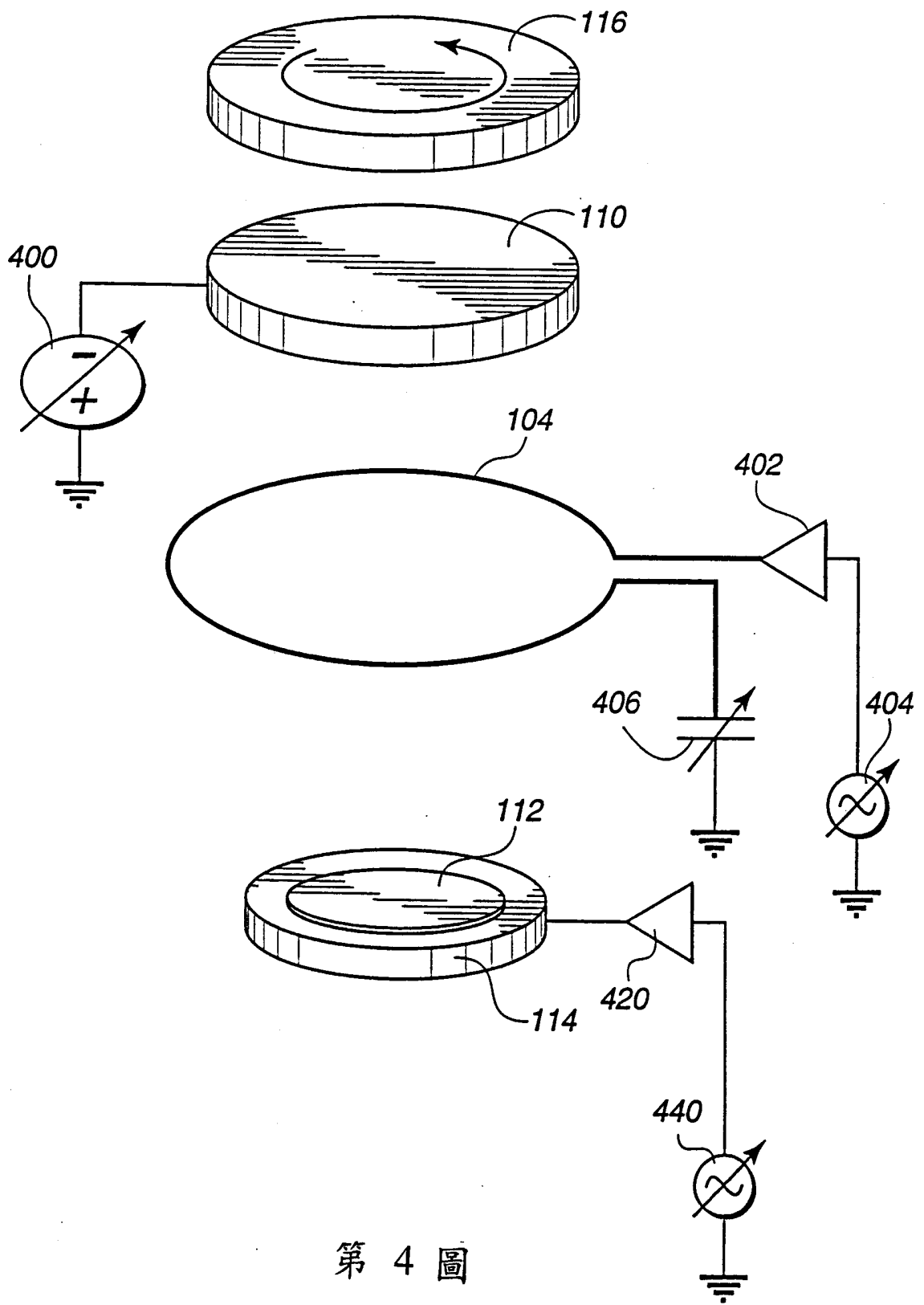


第 2 圖

	蝕刻步驟 第一間隔		中心密集步驟 第二間隔		邊緣密集步驟 第三間隔	
	標準範圍	最佳範圍	標準範圍	最佳範圍	標準範圍	最佳範圍
直流功率	0 - 1 kW	0.5 kW	3 - 5 kW	4 kW	0 - 1 kW	0 kW
射頻功率	1.5 - 3 kW	2.5 kW	1.5 - 3 kW	2.5 kW	1.5 - 3 kW	2.5 kW
壓力	15 - 30 mT	25 mT	25 - 45 mT	30 mT	15 - 45 mT	30 mT
臺座偏壓	-40 to -100V	-80 V	0 to -40 V	-20 V	0 to -40 V	-20 V
時間	5 - 10 秒		20 秒		20 秒	

第 3 圖

405162



第 4 圖

