



(21)申請案號：099110606

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 04 月 06 日

(51)Int. Cl. : C23C14/35 (2006.01)

(30)優先權：2009/04/03 美國 61/166,682

2010/03/31 美國 61/319,377

(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：艾倫阿道夫米勒 ALLEN, ADOLPH MILLER (US)；華瑞恰克拉拉 HAWRYLCHAK, LARA (US)；謝資甘 XIE, ZHIGANG (CN)；拉希德莫哈曼德 M RASHEED, MUHAMMAD M. (US)；汪榮軍 WANG, RONGJUN (CN)；唐先敏 TANG, XIANMIN (CN)；劉荏東 LIU, ZHENDONG (CA)；龔則敬 GUNG, TZA-JING (US)；干德可塔史林尼維斯 GANDIKOTA, SRINIVAS (US)；張鎡 CHANG, MEI (US)；卡克斯麥克 S COX, MICHAEL S. (US)；楊唐尼 YOUNG, DONNY (US)；沙芬戴亞基倫古莫 SAVANDAIAH, KIRANKUMAR (IN)；葛正彬 GE, ZHENBIN (CN)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

US 5293126

US 5507499

US 6117279

US 7041200B2

US 7179351B1

US 2006/0076232A1

US 2008/0099329A1

審查人員：張嘉德

申請專利範圍項數：19 項 圖式數：11 共 86 頁

(54)名稱

電漿處理腔室以及沉積薄膜的方法

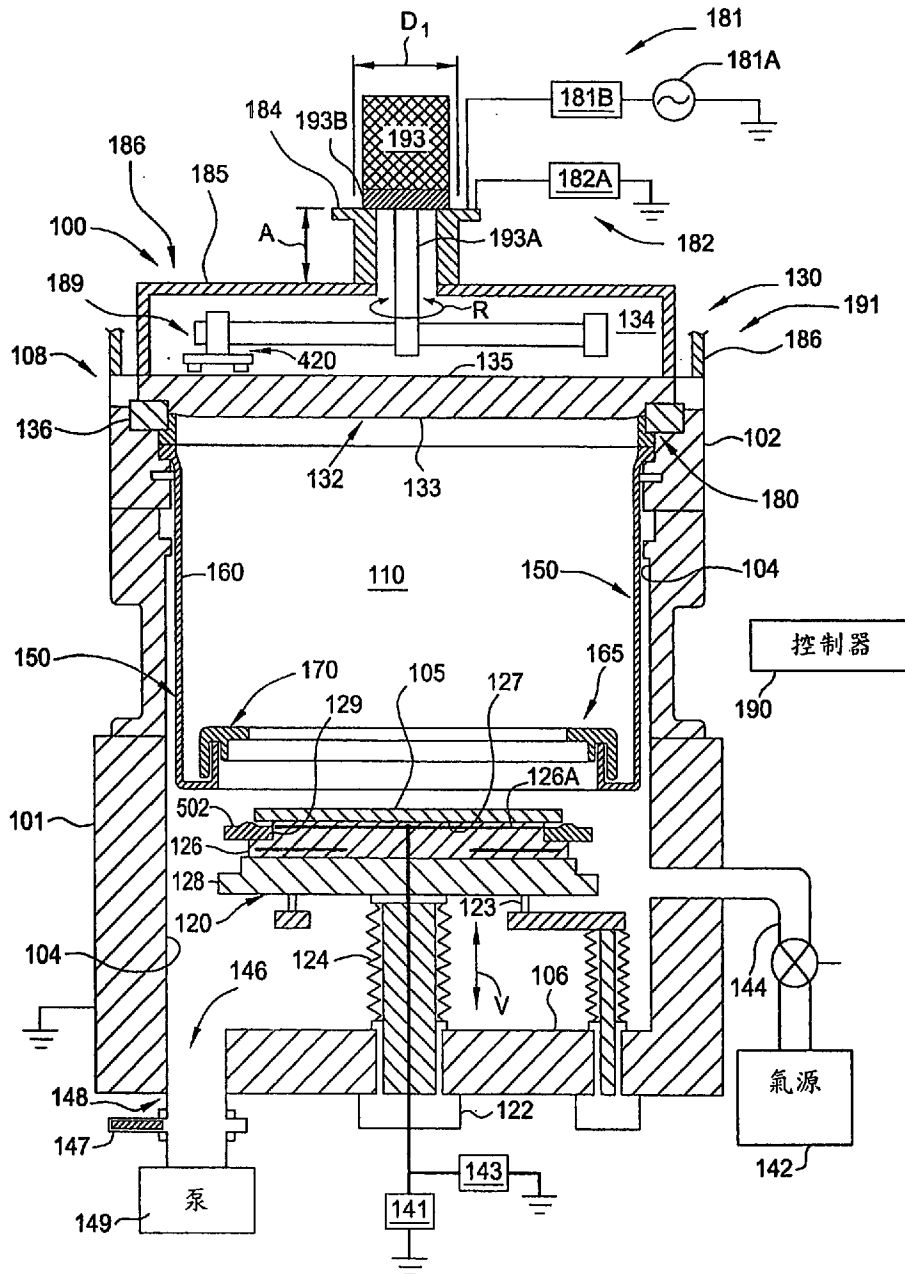
PLASMA PROCESSING CHAMBERS AND METHODS OF DEPOSITING THIN FILMS

(57)摘要

本發明之實施例大體上提出用以進行物理氣相沉積(PVD)製程的處理腔室和沉積多重成分膜的方法。處理腔室包括：改良式 RF 進料構造，用以減少任何駐波效應；改良式電磁管設計，用以加強 RF 電漿均勻性、沉積膜組成和厚度均勻性；改良式基材偏壓構造，用以改善製程控制；以及改良式製程套組設計，用以改善基材臨界面附近的 RF 場均勻性。方法包括利用耦接多重成分靶材的射頻(RF)供應器，在腔室的處理區中形成電漿、相對多重成分靶材平移電磁管，其中當平移電磁管且電漿形成時，電磁管相對多重成分靶材的中心點位於第一位置、以及沉積多重成分膜至腔室內的基材上。

Embodiments of the invention generally provide a processing chamber used to perform a physical vapor deposition (PVD) process and methods of depositing multi-compositional films. The processing chamber may include: an improved RF feed configuration to reduce any standing wave effects; an improved

magnetron design to standing wave effects; an improved magnetron design to enhance RF plasma uniformity, deposited film composition and thickness uniformity; an improved substrate biasing configuration to improve process control; and an improved process kit design to improve RF field uniformity near the critical surfaces of the substrate. The method includes forming a plasma in a processing region of a chamber using an RF supply coupled to a multi-compositional target, translating a magnetron relative to the multi-compositional target, wherein the magnetron is positioned in a first position relative to a center point of the multi-compositional target while the magnetron is translating and the plasma is formed, and depositing a multi-compositional film on a substrate in the chamber.



第1A圖

- 100 . . . 腔室
- 101 . . . 主體
- 102 . . . 接頭
- 104 . . . 側壁
- 105 . . . 基材
- 106 . . . 底壁
- 108 . . . 處理組件
- 110 . . . 處理區
- 120 . . . 基座組件
- 122 . . . 升降機構
- 123 . . . 舉升銷
- 124 . . . 風箱
- 126 . . . 支撐件
- 126A . . . 導電層/電極
- 127 . . . 基材接收面
- 128 . . . 外殼
- 129 . . . 周圍邊緣
- 130 . . . 蓋組件
- 132 . . . 靶材
- 133、135 . . . 表面
- 134 . . . 背側區
- 136 . . . 隔離器
- 141 . . . 控制器
- 142 . . . 氣源
- 143 . . . 電源供應器
- 144、148 . . . 導管
- 146 . . . 排氣口
- 147 . . . 閘閥
- 149 . . . 泵

150 . . . 製程套組
160 . . . 屏蔽
170 . . . 蓋環
180 . . . 隔離環組件
181 . . . RF 源
181A . . . RF 功率
源
181B . . . RF 匹配
182 . . . DC 源
182A . . . DC 電源
供應器
184 . . . 進料器
185 . . . 導電壁
186 . . . 屏蔽
189 . . . 電磁管系統
190 . . . 控制器
191 . . . 蓋包殼
193 . . . 馬達
193A . . . 軸桿
193B . . . 介電層
420 . . . 源電磁管組
件
502 . . . 沉積環
A . . . 長度
D1 . . . 距離
R . . . 旋轉

公告本

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫；惟已有申請案號者請填寫)

※ 申請案號：99110606

※ 申請日期：2010 年 4 月 6 日

※IPC 分類：C23C14/35 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

電漿處理腔室以及沉積薄膜的方法/PLASMA PROCESSING CHAMBERS AND METHODS OF DEPOSITING THIN FILMS

二、中文發明摘要：

本發明之實施例大體上提出用以進行物理氣相沉積(PVD)製程的處理腔室和沉積多重成分膜的方法。處理腔室包括：改良式 RF 進料構造，用以減少任何駐波效應；改良式電磁管設計，用以加強 RF 電漿均勻性、沉積膜組成和厚度均勻性；改良式基材偏壓構造，用以改善製程控制；以及改良式製程套組設計，用以改善基材臨界表面附近的 RF 場均勻性。方法包括利用耦接多重成分靶材的射頻(RF)供應器，在腔室的處理區中形成電漿、相對多重成分靶材平移電磁管，其中當平移電磁管且電漿形成時，電磁管相對多重成分靶材的中心點位於第一位置、以及沉積多重成分膜至腔室內的基材上。

三、英文發明摘要：

Embodiments of the invention generally provide a processing chamber used to perform a physical vapor deposition (PVD) process and methods of depositing multi-compositional films. The processing chamber may include: an improved RF feed configuration to reduce any standing wave effects; an improved magnetron design to

standing wave effects; an improved magnetron design to enhance RF plasma uniformity, deposited film composition and thickness uniformity; an improved substrate biasing configuration to improve process control; and an improved process kit design to improve RF field uniformity near the critical surfaces of the substrate. The method includes forming a plasma in a processing region of a chamber using an RF supply coupled to a multi-compositional target, translating a magnetron relative to the multi-compositional target, wherein the magnetron is positioned in a first position relative to a center point of the multi-compositional target while the magnetron is translating and the plasma is formed, and depositing a multi-compositional film on a substrate in the chamber.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1A)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100	腔室	101	主體
102	接頭	104	側壁
105	基材	106	底壁
108	處理組件	110	處理區
120	基座組件	122	升降機構
123	舉升銷	124	風箱
126	支撐件	126A	導電層/電極
127	基材接收面	128	外殼
129	周圍邊緣	130	蓋組件
132	靶材	133、135	表面
134	背側區	136	隔離器
141	控制器	142	氣源
143	電源供應器	144、148	導管
146	排氣口	147	閘閥
149	泵	150	製程套組
160	屏蔽	170	蓋環
180	隔離環組件	181	RF源
181A	RF功率源	181B	RF匹配
182	DC源	182A	DC電源供應器
184	進料器	185	導電壁
186	屏蔽	189	電磁管系統
190	控制器	191	蓋包殼
193	馬達	193A	軸桿
193B	介電層	420	源電磁管組件
502	沉積環	A	長度

D1 距離

R 旋轉

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明之實施例大體上是關於形成金屬和介電層的方法和設備。更特別地，本發明之實施例是關於形成金屬閘極和相關介電層的方法和設備。

【先前技術】

積體電路包括一百萬個以上的微電子元件，例如電晶體、電容器和電阻器。積體電路之一類型為場效電晶體(如互補式金氧半導體(CMOS)場效電晶體)，其形成在基材(如半導體基材)上並協作執行各種電路功能。CMOS電晶體包含置於基材之源極區與汲極區間的閘極結構。閘極結構一般包含閘極電極和閘極介電層。閘極電極位於閘極介電層上方，以控制帶電載子於閘極介電層底下之汲極區與源極區間的通道區流動。為加快電晶體速度，閘極介電層由介電常數大於 4.0 的材料組成。此介電材料在此稱為高介電常數(k)材料。

閘極介電層由介電材料組成，例如二氧化矽(SiO_2)、或介電常數大於 4.0 的高 k 介電材料，如氮氧化矽(SiON)、氮化矽(SiN)、氧化鈦(HfO_2)、矽酸鈦(HfSiO_2)、氮氧化矽鈦(HfSiON)、氧化鋯(ZrO_2)、矽酸鋯(ZrSiO_2)、鈦酸鋇銀(BaSrTiO_3 或 BST)、鈦鋯酸鉛($\text{Pb}(\text{ZrTi})\text{O}_3$ 或 PZT)等。然應注意膜堆疊結構可包含其他材料形成的膜層。

閘極堆疊結構還可包含金屬層形成在高 k 介電質上取代傳統多晶矽。金屬層包括氮化鈦 (TiN)、鈦鋁 (TiAl)、氮化鎢 (WN)、碳化鈦 (HfC)、氮化鈦 (HfN)、完全矽化 (FUSI) 之矽化物或完全矽化之金屬閘極。

另外，高遷移率介面層置於基材與高 k 介電層間的閘極結構。許多方法可用來形成 CMOS 高 k/金屬閘極堆疊結構，例如取代閘極方式、先閘極方式 (gate first approach) 和後閘極方式 (gate last approach)。

以高 k 閘極介電質/後閘極方式製造場效電晶體的閘極結構包含一連串的處理步驟 (如沉積多層)。在閘極堆疊結構形成製程中，不僅需要共形膜，各層間還需有品質良好的介面層。

在傳統 CMOS 製造方式中，基材需穿越具有各種反應器與之耦接的工具間。基材穿越工具間的過程需將基材移出一工具的真空環境，而在大氣壓力下傳送到第二工具的真空環境。在大氣環境中，基材接觸到機械和化學污染物，例如微粒、溼氣等，其會破壞待製造閘極結構，且傳送時可能於各層間形成不當介面層，例如原生氧化物。隨著閘極結構變得越來越小及/或越來越薄以提高元件速度，形成介面層或污染物的不利影響亦變得更大。此外，在叢集工具間傳送基材耗費時間會降低製造場效電晶體的生產力。

此外，閘極堆疊結構的製造製程包括化學氣相沉積 (CVD) 製程來形成金屬層。然形成閘極堆疊結構的金屬

部分時，來自有機金屬前驅物的殘餘微粒會污染底下介電層，以致不利影響閘極介電層的介電性質。另外，當電晶體尺寸縮小成 45 奈米 (nm) 以下且具更高深寬比時，達成足夠的膜均勻性和階梯覆蓋率將益發困難。

因此，此技藝需要方法和設備來形成性質改善的閘極堆疊結構。

【發明內容】

在本發明之一實施例中，揭露高壓射頻 (RF) 直流 (DC) 物理氣相沉積 (PVD) 腔室，具有包含不對稱磁環、低輪廓蓋環和沉積環的雙環電磁管、以及基座電容調整器。

在本發明之另一實施例中，揭露用以沉積金屬膜的方法。方法包括使高壓氣體流入腔室、利用電氣連接濺射靶材的射頻 (RF) 與直流 (DC) 功率源，從氣體點燃電漿、利用電磁管，形成密集電漿、調整基座以匹配 RF 功率源、以及在腔室中沉積金屬膜至基材上。

【實施方式】

本發明之實施例大體上提出處理腔室，用以進行物理氣相沉積 (PVD) 製程。在一實施例中，處理腔室設計適於利用射頻 (RF) 物理氣相沉積 (PVD) 製程來沉積預定材料。所述處理腔室尤其有益於沉積多重成分膜。處理腔室的設計特徵包括：改良式 RF 進料構造，用以減少任何

駐波效應；改良式電磁管設計，用以加強 RF 電漿均勻性、沉積膜組成和厚度均勻性；改良式基材偏壓構造，用以改善製程控制；以及改良式製程套組設計，用以改善基材臨界表面附近的 RF 場均勻性，進而提高製程均勻性和再現性。

第 1A 圖繪示範例半導體處理腔室 100，具有上處理組件 108、製程套組 150 和基座組件 120，其全配置以處理置於處理區 110 的基材 105。製程套組 150 包括單件接地屏蔽 160、下製程套組 165 和隔離環組件 180。如所述，處理腔室 100 包含濺射腔室，其亦稱為物理氣相沉積或 PVD 腔室，並且能從靶材 132 沉積單一或多重成分材料至基材 105 上。處理腔室 100 還可用來沉積鋁、銅、鎳、鉑、鉛、銀、鉻、金、鈾、矽、鈦、鈷、氮化鈾、碳化鈾、氮化鈦、鎢、氮化鎢、鏽、氧化鋁、氧化鏽、鎳鉑合金、鈦及/或其組合物。處理腔室可取自美國加州聖克拉拉之應用材料公司 (Applied Materials, Inc.)。應理解其他包括其他製造商提供的處理腔室亦受惠於本發明所述之一或多個實施例。

處理腔室 100 包括具側壁 104、底壁 106 和上處理組件 108 的腔室主體 101，其封閉處理區 110 或電漿區。腔室主體 101 一般由焊接不鏽鋼板或單一鋁塊製造。在一實施例中，側壁包含鋁，底壁包含不鏽鋼板。側壁 104 一般含有狹縫閘 (未繪示) 供基材 105 進出處理腔室 100。處理腔室 100 之上處理組件 108 的部件偕同接地屏蔽

160、基座組件 120 和蓋環 170 把在處理區 110 中形成之電漿界定在基材 105 上方的區域。

基座組件 120 從腔室 100 的底壁 106 支撐。在處理期間，基座組件 120 支撐沉積環 502 和基材 105。基座組件 120 利用升降機構 122 耦接腔室 100 的底壁 106，升降機構 122 經配置以在上處理位置與下傳送位置間移動基座組件 120。此外，位於下傳送位置時，舉升銷 123 移動穿過基座組件 120，而將基材相距基座組件 120 一段距離定位，以協助基材和設於處理腔室 100 外的基材傳送機構（例如單刀機器人(未繪示)）間的交換。風箱 124 通常設於基座組件 120 與腔室底壁 106 之間，以隔開處理區 110 和基座組件 120 的內部空間與腔室外部。

基座組件 120 一般包括密接平臺外殼 128 的支撐件 126。平臺外殼 128 一般由如不鏽鋼或鋁之金屬材料製造。冷卻板(未繪示)通常設於平臺外殼 128 內，以熱調節支撐件 126。適用所述實施例的基座組件 120 描述於西元 1996 年 4 月 16 日授予 Davenport 等人之美國專利證書號 5,507,499，其一併附上供作參考。

支撐件 126 包含鋁或陶瓷。支撐件 126 具有基材接收面 127，以於處理期間接收及支撐基材 105，基材接收面 127 實質平行靶材 132 的濺射表面 133。支撐件 126 還具有周圍邊緣 129，其止於基材 105 之懸伸邊緣 105A 前。支撐件 126 可為靜電夾頭、陶瓷主體、加熱器或其組合物。在一實施例中，支撐件 126 為靜電夾頭，其包括具

埋置其中的導電層或電極 126A 之介電主體。介電主體一般由高導熱性介電材料製造，例如熱解氮化硼、氮化鋁、氮化矽、氧化鋁或均等材料。基座組件 120 和支撐件 126 的其他態樣將進一步說明於後。在一實施例中，導電層 126A 經配置使靜電夾頭電源供應器 143 施加直流(DC)電壓至導電層 126A 時，得以靜電夾持設置在基材接收面 127 上的基材 105，進而改善基材 105 與支撐件 126 間的熱傳。在另一實施例中，阻抗控制器 141 亦耦接導電層 126A，使得在處理期間可在基材上保持電壓，造成電漿與基材 105 的表面互相作用。

腔室 100 受控於系統控制器 190，其通常設計來協助控制及自動化處理腔室 100，且一般包括中央處理單元(CPU)(未繪示)、記憶體(未繪示)和支援電路(或 I/O)(未繪示)。CPU 可為任一型式的電腦處理器，其用於工業設定來控制各種系統功能、基材移動、腔室製程和支援硬體(如感應器、機械人、馬達等)，及監視製程(如基材支撐件溫度、電源供應器變數、腔室製程時間、I/O 訊號等)。記憶體連接 CPU，且可為一或多種容易取得的記憶體，例如隨機存取記憶體(RAM)、唯讀記憶體(ROM)、軟碟、硬碟、或任何其他近端或遠端的數位儲存器。軟體指令與資料可加以編碼及存入記憶體，用以指示 CPU。支援電路亦連接 CPU，以藉由傳統方式支援處理器。支援電路包括高速緩衝儲存器、電源供應器、時鐘電路、輸入/輸出電路、次系統等。系統控制器 190 可讀取的程

式(或電腦指令)決定施行於基材的任務。較佳地，程式為系統控制器 190 可讀取的軟體，其包括進行監視相關任務的編碼、移動執行與控制、和處理腔室 100 中進行的各種處理製作方法任務與方法步驟。例如，控制器 190 包含程式編碼，其包括基材定位指令集，用以操作基座組件 120；氣流控制指令集，用以操作氣流控制閥，以設定濺射氣體向腔室 100 的流動；氣壓控制指令集，用以操作節流閥或閘閥，以維持腔室 100 內的壓力；溫度控制指令集，用以控制設於基座組件 120 或側壁 104 的溫度控制系統(未繪示)，以分別設定基材或側壁 104 的溫度；以及製程監視指令集，用以監視腔室 100 中的製程。

腔室 100 還含有製程套組 150，其包含可輕易自腔室 100 移除的各種部件，以(例如)清潔部件表面的濺射沉積物、更換或修理受侵蝕部件、或改建腔室 100 用於其他製程。在一實施例中，製程套組 150 包含隔離環組件 180、接地屏蔽 160 和環組件 168 供放置在支撐件 126 的周圍邊緣 129，其止於基材 105 之懸伸邊緣前。

第 1B 圖為處理腔室 100 的等角視圖，其耦接叢集工具 103 的處理位置。叢集工具 103 尚可包含其他處理腔室(未繪示)，其適於在處理腔室 100 中進行沉積製程之前或之後，在基材上進行一或多個處理步驟。範例叢集工具 103 包括取自美國加州聖克拉拉之應用材料公司的 Centura™ 或 Endura™ 系統。叢集工具 103 包括一或多

個負載鎖定腔室(未繪示)、一或多個處理腔室、和冷卻腔室(未繪示)，其皆附接中央移送室 103A。在一實例中，叢集工具 103 具有處理腔室，其經配置以進行許多基材處理操作，例如循環層沉積、化學氣相沉積(CVD)、物理氣相沉積(PVD)、原子層沉積(ALD)、蝕刻、預洗、除氣、退火、定向和其他基材處理。設於移送室 103A 的傳送工具(如機器人(未繪示))用來傳送基材進出附接叢集工具 103 的一或多個腔室。

參照第 1A 及 2 圖，在一實施例中，處理腔室 100 包括隔離環組件 180，其包括鄰接靶材 132、接地屏蔽 160 之邊緣 216 與靶材隔離器 136 設置的隔離環 250 和支撐環 267。隔離環 250 在靶材 132 之濺射表面 133 的外緣附近延伸及圍繞。隔離環組件 180 的隔離環 250 包含頂壁 252、底壁 254 和支撐邊 256，其從隔離環 250 的頂壁 252 徑向往外延伸。範例隔離環設計的一實例更描述於共同讓渡之美國專利申請案序號 12/433,315，其一併附上供作參考。

頂壁 252 包含內圍 258、鄰接靶材 132 設置的頂表面 132 和鄰接靶材隔離器 136 設置的外圍 262。支撐邊 256 包含底部接觸面 264 和上表面 266。支撐邊 256 的底部接觸面 264 由彈簧構件 267A(如壓縮金屬彈簧元件)支撐，其耦接支撐環 267，以將隔離環偏壓朝向且抵著靶材隔離器 136 的表面。使用彈簧配件 267A 有助於減少隔離環 250 和其支撐部件與濺射表面 133 間的容差堆疊，

故隔離環 250 之頂表面 260 與濺射表面 133 間可確實保持預定間隙。頂表面 260 與濺射表面 133 間の間隙對避免形成於處理區 110 的電漿延伸入間隙，並致使發生密封及/或微粒問題來說很重要。底壁 254 包含內圍 268、外圍 270 和底表面 272。底壁 254 的內圍 268 和頂壁 252 的內圍 258 構成單一表面。

垂直溝槽 276 形成於底壁 254 之外圍 270 與支撐邊 256 之底部接觸面 264 間的轉折點 278 處。屏蔽 160 的階梯 221 結合垂直溝槽 276 可提供曲折間隙，以防止導電材料於隔離環組件 180 與屏蔽 160 間產生表面橋接，進而維持電性的不連續性，同時仍保護腔室壁面 104、106。在一實施例中，隔離環組件 180 提供在靶材 132 與製程套組 150 之接地部件間的一間隙，同時仍提供腔室壁面屏蔽。隔離環組件 180 的階梯設計容許屏蔽 160 相對接頭 220 置中，其亦為用於嚙合屏蔽的裝設點和用於靶材 132 的對準特徵結構。階梯設計也可消除從靶材 132 至支撐環 267 的直線(line-of-site)沉積、排除此區域的電弧作用影響。

在一實施例中，隔離環組件 180 具有噴砂表面紋理或電弧噴塗鋁膜沉積其上，藉以達到至少 180 ± 20 微吋(0.0041-0.0051 毫米(mm))的表面粗糙度(Ra 值)而增加膜附著性。支撐邊 256 容許隔離環組件 180 相對接頭 220 置中，同時消除從靶材 132 至接地屏蔽 160 的直線沉積，進而排除雜散電漿影響。在一實施例中，支撐環 267 包

含一系列的對準銷(未繪示)，其定位/對準屏蔽 160 中一系列的狹縫(未繪示)。

屏蔽 160 的內面 214 大致環繞濺射靶材 132 的濺射表面 133，其面對支撐件 126 和支撐件 126 的周圍邊緣 126。屏蔽 160 覆蓋及遮蔽腔室 100 的側壁 104，以減少源自濺射靶材 132 之濺射表面 133 的濺射沉積物沉積於屏蔽 160 後面的部件和表面。例如，屏蔽 160 保護支撐件 126 的表面、基材 105 的懸伸邊緣、腔室 100 的側壁 104 和底壁 106。

蓋組件區域

上處理組件 108 還包含射頻(RF)源 181、直流(DC)源 182、接頭 102、馬達 193 和蓋組件 130。蓋組件 130 一般包含靶材 132、電磁管系統 189 和蓋包殼 191。如第 1A 及 1B 圖所示，處於關閉位置時，上處理組件 108 由側壁 104 支撐。陶瓷靶材隔離器 136 設於隔離環組件 180、蓋組件 130 之靶材 132 與接頭 102 間，以免其間真空漏洩。接頭 102 密接側壁 104，且經配置以協助移除上處理組件 108 和隔離環組件 180。

處於處理位置時，靶材 132 鄰接接頭 102 設置，並暴露於處理腔室 100 的處理區 110。靶材 132 含有在 PVD 或濺射期間沉積至基材 105 上的材料。隔離環組件 180 設於靶材 132 與屏蔽 160 和腔室主體 101 間，以電氣隔離靶材 132 與屏蔽 160 和腔室主體 101。

在處理期間，藉由設於 RF 源 181 及/或直流(DC)源 182

的功率源相對處理腔室的接地區(如腔室主體 101 和接頭 102)偏壓靶材 132。配合濺射多重成分膜時(例如濺射鈦和鋁、或鈦和鎢等)，威信在高壓 PVD 製程期間輸送 RF 能量和 DC 功率至靶材 132，較傳統低壓 DC 電漿處理技術有顯著的製程優勢。此外，在一實施例中，相較於僅有 RF 源，結合 RF 和 DC 功率源容許處理期間使用較小的整體 RF 功率，此有助於減少電漿對基材的破壞及提高元件產率。在一實施例中，RF 源 181 包含 RF 功率源 181A 和 RF 匹配 181B，其經配置以有效輸送 RF 能量至靶材 132。在一實例中，RF 功率源 181A 能以約 13.56 兆赫(MHz) 至約 128MHz 之頻率、約 0 至約 5 仟瓦之功率產生 RF 電流。在一實例中，DC 源 182 的 DC 電源供應器 182A 能輸送約 0 至約 10 仟瓦的 DC 功率。在另一實例中，RF 功率源 181A 能於靶材產生約 0 至約 33 仟瓦/平方公尺的 RF 功率密度，DC 源 182 能輸送約 0 至約 66 仟瓦/平方公尺的功率密度。

在處理期間，氣源 142 透過導管 144 供應氣體(如氫氣)至處理區 110。氣源 142 包含不反應氣體(例如氫氣、氮氣、氬氣或氙氣)，其能大力衝擊及從靶材 132 濺射出材料。氣源 142 還包括反應氣體，例如一或多種含氧氣體或含氮氣體，其能與濺射材料反應形成層於基材上。用過的製程氣體和副產物經由排氣口 146 排出腔室 100，其接收用過的製程氣體並將用過的製程氣體導向具可調整位置之閘閥 147 的排氣導管 148，以控制腔室 100

之處理區 110 中的壓力。排氣導管 148 連接一或多個排氣泵 149，例如低溫泵。處理期間腔室 100 內的濺射氣體壓力一般設成次大氣壓等級，例如真空環境(如壓力約 0.6 毫托耳至約 400 毫托耳)。在一實施例中，處理壓力設為約 20 毫托耳至約 100 毫托耳。電漿從氣體形成在基材 105 與靶材 132 之間。電漿中的離子加速朝向靶材 132，促使材料自靶材 132 移出。移出之靶材材料沉積在基材上。

參照第 3A 圖，蓋包殼 191 一般包含導電壁 185、中央進料器 184 和屏蔽 186(第 1A 及 1B 圖)。在此構造中，導電壁 185、中央進料器 184、靶材 132 和部分馬達 193 圍住構成背側區 134。背側區 134 為密封區，其位於靶材 132 背側，且處理期間通常充滿流動液體來移除靶材 132 於處理時產生的熱。在一實施例中，導電壁 185 和中央進料器 184 經配置以支撐馬達 193 和電磁管系統 189，如此處理時馬達 193 可轉動電磁管系統 189。在一實施例中，馬達 193 利用介電層 193B(如 Delrin、G10 或 Ardel)電氣隔離電源供應器輸送的 RF 或 DC 功率。

屏蔽 186 包含一或多種介電材料，其經設置圍住及防止輸送到靶材 132 的 RF 能量干擾及影響設置於叢集工具 103 中的其他處理腔室(第 1B 圖)。在一構造中，屏蔽 186 包含 Delrin、G10、Ardel 或其他類似材料、及/或接地薄片金屬 RF 屏蔽。

功率輸送

在一實施例中，如第 1A 圖所示，處理期間，電容耦合靶材 132 於電漿處理期間利用 RF 或超高頻 (VHF) 能量提供功率，以離子化及解離靶材 132 之濺射表面 133 附近的處理氣體，使離子化氣體從偏壓靶材濺射出材料。然隨著處理腔室尺寸擴大成處理 300mm 和更大基材，因有限的反應器容積和電極上的邊界條件所致，產生之 RF 場本質上會以 RF 和 VHF 之典型頻率在處理區 110 形成駐波。若電極尺寸變得可匹配激發波長，則形成駐波引起的電磁效應將造成電漿和基材上的沉積膜不均勻。駐波和電漿不均勻一般會嚴重影響 PVD 反應器沉積的薄膜厚度和性質、或電漿處理腔室的製程均勻性。不均勻膜會導致中心至邊緣、邊緣至邊緣不均勻，在一些情況下，更造成無功能元件。

在一些情況下，藉由塑形電極 (如 PVD 靶材)、降低 RF 頻率及調整處理參數 (如腔室壓力) 及 / 或其組合，可改善駐波效應和相關電漿不均勻性到一定程度。然當處理腔室尺寸增大以反映大基材需求時，單單擴大上述對駐波效應和電漿不均勻性的對策可能不夠充分及 / 或導致不理想的電漿處理條件。

咸信提高處理壓力及不對稱輸送 RF 功率至電極將進一步誘發及惡化不均勻性。不對稱輸送 RF 功率會造成輸送至電極的 RF 功率不均一散佈，以致電漿不均勻。第 3B 圖為靶材 132 的上視圖，其繪示不對稱設置功率輸送點 "F" 輸送的 RF 功率橫越靶材表面的流動。如圖所示，

RF 功率輸送點 "F" 偏離靶材 132 的中心 "M" 一段距離 "O"。在此構造中，從功率輸送點 "F" 發出的電流是不均勻的，因其傳越靶材表面將流過不同距離，如相反方向 C_{12} 、 C_{11} 之電流所示，其抵達靶材 132 的邊緣有不同路徑長度。咸信不均一流動將於處理區 110 引起不對稱駐波，以致電漿和沉積不均勻。

在一實施例中，如第 3A 及 3C 圖所示，RF 功率輸送到中央進料器 184，其設於靶材 132 的中心 "M" 或中心軸。在此構造中，於處理期間，RF 源 181 之 RF 功率源 181A 輸送的 RF 能量經配置以流過中央進料器 184 和導電壁 185 而抵靶材 132。在一實施例中，如第 3A 及 3C 圖所示，中央進料器 184 在靶材 132 的中心 "M" 四周軸向對稱。在一實施例中，配置中央進料器 184 的深寬比使在中央進料器 184 之上表面 184A 邊緣(如第 3A 圖所示)輸送的 RF 能量將允許 RF 能量均勻輸送至導電壁 185 及/或中央進料器 184 之下表面 184B 的靶材 132。RF 電流通常沿著第 3A 圖箭頭 "C" 所指之路徑流動。在此情況下，從中央進料器 184 發出的 RF 電流(如第 3C 圖元件符號 C_{21})是均勻的，是以電漿是均勻的，故可減少及/或移除 RF 駐波效應。

在一些實施例中，中央進料器 184 的長度 "A" 與內徑比(如直徑 "D2")或直徑深寬比為至少約 1:1。咸信直徑深寬比至少約 1:1 或以上可讓中央進料器 184 的 RF 輸送更均勻。在一實施例中，中央進料器 184 的內徑或直

徑”D2”宜盡量小，例如直徑約 1 吋至約 6 吋、或約 4 吋。提供小內徑有助於維持預定直徑深寬比，又不會大幅增加中央進料器 184 的長度。在一些構造中，中央進料器 184 的長度”A”例如為約 1 吋(25.4mm)至約 12 吋(304.8mm)、或約 4 吋(101.6mm)。

RF 或 VHF 電流穿透導電物件的量為電流頻率和材料物性的函數。組成中央進料器 184 之材料及/或置於中央進料器 184 表面之塗層的導電率會影響其分配輸送之 RF 或 VHF 電流的能力。在一實例中，中央進料器 184 及/或導電壁 185 由鋁(如 6061T6 鋁)或奧氏體不鏽鋼材料組成。故在一些實施例中，期定義表面積深寬比，以設計具預定 RF 功率輸送均勻性的中央進料器 184。表面積深寬比定義為中央進料器 184 之長度”A”與經配置使 RF 功率沿著其傳播之表面積的比例。在一實例中，採用第 3A 及 3C 圖所示之構造，深寬比為長度”A”相對直徑 D1 與 D2 構成表面積(如 $\pi D1A + \pi D2A$)的比率，RF 電流沿其流動。在一實例中，置中之中央進料器 184 的深寬比為約 0.001/mm 至約 0.025/mm，例如約 0.016/mm。在另一實例中，置中之中央進料器 184 由 6061T6 鋁組成，表面積比為約 0.006/mm，其中長度”A”為約 101.6mm，直徑”D1”為約 33mm，直徑”D2”為約 25.4mm。

應注意雖然第 3C 圖繪示中央進料器具環狀截面，但本發明之範圍不限於此構造。在一些實施例中，中央進料器 184 在上表面 184A 與下表面 184B 間延伸的截面可為

方形、六角形或其他形狀截面，其能實質均一分配 RF 功率至導電壁 185 及/或靶材 132。應注意上表面 184A 和下表面 184B 不需互相平行，故長度”A”可定義為上表面 184A 與下表面 184B 間的最小距離。

電磁管組件

為有效濺射，電磁管系統 189 設置於上處理組件 108 中的靶材 132 背面，以於靶材 132 之濺射表面 133 旁的處理區 110 產生磁場。磁場產生是為捕集電子和離子，以提高電漿密度及加快濺射速率。根據本發明一實施例，電磁管系統 189 包括源電磁管組件 420，其包含旋轉板 413、外磁極 421 和內磁極 422。旋轉板 413 通常容許源電磁管組件 420 中之磁場產生部件的定位可相對腔室 100 的中心軸 194 移動。

第 4A、4B 及 4D 圖繪示源電磁管組件 420，從靶材 132 之濺射表面 133 側觀之，其相對中心軸 194 設在第一徑向位置。第 4C 圖繪示相對中心軸 194 設在第二徑向位置的源電磁管組件 420，其不同於第一徑向位置且是如下述般藉由調整轉向和速度而得。旋轉板 413 一般適於朝垂直方向支撐及磁性耦接具第一磁極性的外磁極 421 和具第二磁極性的內磁極 422，且第二磁極性與第一磁極性相反。間隙 426 隔開內磁極 422 和外磁極 421，各磁極通常包含一或多個磁鐵和極片 429。在二磁極 421、422 間延伸的磁場在鄰近靶材 132 之濺射表面第一部分處形成電漿區”P”(第 3A、4D 圖)。電漿區”P”構成高密度電漿

區，其通常依循間隙 426 的形狀。

在一實施例中，如第 4A-4D 圖所示，電磁管系統 189 為非閉合迴路設計(如開迴路設計)，以降低電漿區”P”形成的電漿強度，進而補償因 RF 能量從 RF 源 181 輸送到靶材 132 所產生的較高離子化電位。注意 RF 驅動電漿比 DC 驅動電漿更能有效增加電漿中的原子(如氣體原子和濺射原子)離子化，此乃因施加能量更有效地耦合電漿中的電子，且其他電子-電漿相互作用現象會提高電子能量及增進電漿中的離子化程度。

一般來說，”閉合迴路”電磁管構造是經形成使電磁管的外磁極圍繞電磁管的內磁極而於磁極間構成間隙，其為連續迴路。在閉合迴路構造中，射出及重返穿過靶材表面的磁場形成”閉合迴路”圖案，以將電子限制在靶材表面附近呈閉合圖案，其常稱為”軌道”型圖案。相較於開迴路，閉合迴路電磁管構造能限制電子及在靶材 132 的濺射表面 133 附近產生高密度電漿，以提高濺射率。

在開迴路電磁管構造中，內磁極與外磁極間捕集的電子將遷移、外漏及逸出電磁管開放端產生的 B 場，因電子限制減少，故在濺射期間只持有電子一小段時間。然出乎意料地發現，所述開迴路電磁管構造配合所述 RF 和 DC 濺射多重成分靶材使用可明顯提高階梯覆蓋率並改善基材表面各處的材料組成均勻性。

在電磁管系統 189 之一實施例中，由馬達 193 驅動之

旋轉軸桿 193A 沿著中心軸 194 延伸並支撐徑向移位機構 410，其包含旋轉板 413、平衡錘 415 和源電磁管組件 420。當馬達 193 以不同方向 R_1 、 R_2 轉動時(第 4B、4C 圖)，徑向移位機構 410 朝互補徑向移動源電磁管組件 420，例如徑向朝向或遠離中心軸 194(即第 4A 圖元件符號 "S")。

在處理期間，濺射將有效加熱靶材 132。因此，背側區 134 密封於靶材 132 後面且充滿冷卻水液體，其由未繪示之冷卻器和再循環冷卻水之水管冷卻。旋轉軸桿 193A 經由旋轉密封件(未繪示)穿透背後腔室 100。包括徑向移位機構 410 的電磁管系統 189 浸沒於背側區 134 的液體中。

第 4A 圖為電磁管系統 189 之一實施例的等角視圖，其一般包括橫臂 414，鉗夾 414A 將其中心固定於旋轉軸桿 193A。橫臂一端支撐平衡錘 415。橫臂 414(其自平衡錘 415 橫越轉軸 194)的另一端支撐樞軸 412 或旋轉軸承，用以旋轉支撐源電磁管組件 420 而繞著偏移垂直樞軸 419 旋轉。在一構造中，樞軸 419 實質平行轉軸 194。在此構造中，橫臂 414 上的電磁管 420 容許其相對旋轉中心軸 194 朝不同和互補徑向擺動。互補移動乃因源電磁管組件 420 的質心相距樞軸 419 一段距離所致。因此，藉由馬達 193 轉動橫臂 414 和源電磁管組件 420 時，作用於源電磁管組件 420 的向心加速度促使其繞著樞軸 419 朝一方向或其他方向(視馬達 193 調整方向而定)轉

動。源電磁管組件 420 的質心可定義為源電磁管組件 420 的重心，就第 4A-4D 圖構造而言，其可位於內磁極 422 內側或靠近轉軸 194。

反轉旋轉軸桿 139A 繞著轉軸 194 的轉向及整個電磁管系統 189 繞著轉軸 194 的轉向，可交換二位置。如第 4D 圖頂部平面圖所示，旋轉軸桿 139A 按順時針方向 R_1 繞著轉軸 194 轉動橫臂 414 時，慣性和阻力將促使源電磁管組件 420 按逆時針方向繞著樞軸 419 旋轉，直到固定於源電磁管組件 420 的保險桿 416 啮合橫臂 414 一側。在此處理構造或電磁管處理位置中，源電磁管組件 420 置於其靠近靶材 132 邊緣的徑向朝外位置，如此源電磁管組件 420 可支撐電漿供濺射沉積或濺射蝕刻基材 105。此位置指稱電磁管”向外”位置或第一位置。

或者，如第 4C 圖頂部平面圖所示，旋轉軸桿 139A 按逆時針方向 R_2 繞著轉軸 194 轉動橫臂 414 時，慣性和阻力將促使源電磁管組件 420 按順時針方向繞著樞軸 419 旋轉，直到固定於源電磁管組件 420 的保險桿 417 啮合橫臂 414 另一側。在此構造中，源電磁管組件 420 置於其朝內位置遠離靶材 132 邊緣且靠近轉軸 194，如此源電磁管組件 420 可在靠近靶材中心處支撐電漿，以清潔此區域。此位置指稱電磁管”向內”位置或第二位置。

在一些實施例中，源電磁管組件 420 為不平衡電磁管。在一實施例中，相對不平衡很小且近乎 1 比 1。一般來說，不平衡定義為遍及外磁極 412 之總磁場強度或

磁通量除以遍及內磁極 422 之總磁場強度或磁通量的比。發現將外場與內場強度不平衡保持成約 0.5 至約 1.5 之間，可改善多重成分膜的 RF 沉積製程。在一實施例中，外場與內場強度不平衡比為約 18:17 至約 20:16。磁場不平衡造成外磁極 421 射出之部分磁場投向基材 105 並將離子化濺射粒子導向基材 105。由於源電磁管組件 420 擴及寬廣的靶材區域，故可擴大電漿區 "P" 及降低 RF 和 DC 功率輸送到靶材 132 所產生的總體電漿強度。然相較於靶材 132 未直接鄰接源電磁管組件 420 的部分，源電磁管組件 420 會在電漿區 "P" 產生較高密度電漿。是以靶材 132 主要在源電磁管組件 420 掃掠的區域濺射，形成之電漿則引起相當分率的濺射粒子離子化。離子化粒子至少部分由不平衡磁場導向基材 105。

在一實施例中，如上述第 4A 及 4D 圖所示，源電磁管組件 420 依非閉合迴路設計，以降低電漿區 "P" 形成的電漿強度。在此構造中，非閉合迴路設計呈弧形，其半徑 D (第 4B 及 4D 圖) 從弧形中心延伸到間隙 426 的中心。當其設在處於第一位置之電磁管時，弧形可調整大小及設置使弧形半徑 D 的中心與轉軸 194 的中心共同延伸。在一實施例中，形成弧形的半徑為約 7.3 吋 (185mm) 至 8.3 吋 (210mm)，靶材 132 的直徑為約 17.8 吋 (454mm)。在一實施例中，弧形為圓形且對向約 70 至約 180 度之角度 441 (第 4D 圖)，例如約 130 度。在一實施例中，從轉軸 194 到樞軸 419 的距離為約弧形半徑 D。

在一實施例中，外磁極 421 和內磁極 422 各包含複數個磁鐵 423，其設置成陣列圖案於間隙 426 的各側且被極片 429 蓋住(第 4A 圖)。在一構造中，外磁極 421 之磁鐵 423 的北極(N)設置遠離旋轉板 413，內磁極 422 之磁鐵 423 的南極(S)設置遠離旋轉板 413。在一些構造中，磁軌(未繪示)設在內磁極和外磁極之磁鐵與旋轉板 413 間。在一實例中，源電磁管組件 420 包含內含 18 個磁鐵的外磁極 421 和內含 17 個磁鐵的內磁極 422，其中磁鐵 423 由鋁鎳鈷合金、稀土材料或其他類似材料組成。在一實施例中，磁鐵 423 分別配置以產生磁場，其在尖端或附近的強度為約 1.1 仟高斯至約 2.3 仟高斯。在一實施例中，間隙 426 和外磁極 421 及/或內磁極 422 越過形成弧形的寬度是一致的。在一實施例中，弧形的寬度為約 1 至約 1.5 吋(38.1mm)。

發現若源電磁管組件 420 設在靶材 132 的徑向朝外部分，可改善濺射沉積均勻性。但若主要濺射發生在靶材 132 的外環帶，則一些濺射靶材原子可能再沉積於靶材 132 內部。咸信遠離源電磁管組件 420 的相對濺射速率很小，故再沉積材料將朝著轉軸 194 堆積。若再沉積膜明顯增厚，則其可能剝落及形成顯著微粒，以致惡化沉積至基材 105 上的膜品質和自靶材 132 中間落下之微粒附近的任何裝置的品質。故在一構造中，如第 4C 圖所示，軸 193A 的轉向由控制器 190 送出的指令改變，使源電磁管組件 420 繞著樞軸 412 旋轉到增強濺射靶材 132

中心附近之材料的位置。在一構造中，置中之源電磁管組件 420 容許產生電漿在附近及/或越過靶材 132 中心延伸，以移除沉積其上的再沉積材料。更如下述，相對靶材表面 133 形成電磁管”軌道”或侵蝕溝槽 916(第 10B 圖)外之區域上的另一元素，將優先再沉積某一濺射元素，以致靶材表面 133 露出區域的材料組成將隨時間不同，故靶材表面的再沉積材料會影響基材上之濺射沉積層的組成。”軌道”外的區域一般包括侵蝕溝槽 916 外的區域，例如中心區 918 和靶材外緣區 920。相較於單純 DC 產生電漿，濺射電磁管產生侵蝕溝槽 916 外的區域將對 RF 產生電漿造成更多問題，因輸送 RF 能量至靶材更易均勻產生遍及靶材表面的電漿。

第 4E 圖繪示電磁管系統 189 的替代實施例，其中外磁極 424 和內磁極 425 構成閉合迴路環電磁管，其圍繞靶材 132 的中心”M”集中。在一實施例中，採用徑向對稱形狀之電磁管設計，其為不平衡與非磁性對稱閉合迴路電磁管設計，其可利用 RF 與 DC 電漿來沉積膜。

在一實施例中，設於外磁極 424 和內磁極 425 的磁鐵 423 對稱分布在第一軸 491 四周且不對稱分布在第二軸 492 四周。在一實施例中，在外磁極 424 與內磁極 425 間沿著第一軸 491 之處，外磁極 424 和內磁極 425 的外場與內場強度不平衡為約 0.5 至約 1.5。在不平衡閉合迴路設計的另一實施例中，在外磁極 424 與內磁極 425 間沿著第一軸 491 之處，外磁極 424 和內磁極 425 間的外

場與內場強度不平衡比為約 18:17 至約 20:16。注意內磁極與外磁極間的磁場不平衡不同於磁鐵 423 相對第二軸 492 的不對稱性，因不平衡是與磁極間產生的場有關，不對稱性是與靶材表面各處之不同區域存在或平均磁場強度變化有關。在此構造中，不平衡閉合迴路電磁管用來產生環狀電漿區"PR"，其位於間隙 427 的中心附近。

第二軸 492 上方之電磁管系統 189 區域(第 4E 圖)或具最大磁鐵 431 密度之區域旁的處理區電漿密度通常比第二軸 492 底下之電磁管系統 189 區域或具最小磁鐵密度或無磁鐵之區域的電漿密度高。雖然分別耦接外磁極 424 和內磁極 425 的極片板 424A、425A 呈圓形且具導磁性，但磁極間沿著第一軸 491 在第二軸 492 底下區域產生的磁場將明顯比磁極間沿著第一軸 491 在第二軸 492 上方區域產生的磁場小。

在一實例中，外磁極 424 與內磁極 425 間沿著第一軸 491 在第二軸 492 底下之處的磁場強度比外磁極 424 與內磁極 425 間沿著第一軸 491 在第二軸 492 上方之處的磁場強度小好幾個數量級、或甚至幾乎為零。在此構造中，咸信較少磁化區旁(如第 4E 圖第二軸 492 底下的半節區段)的電子更易逸出內磁極與外磁極間形成的閉合迴路而徑向朝靶材中心"M"移動。逸出電子有助於增加靶材中心區附近的氣體離子化，以提高靶材利用率。在一實施例中，電磁管的內徑為 6.5 吋，外徑為 8.3 吋。電

磁管在靶材和腔室上方的大致中心軸上自旋；在一實施例中，於處理期間，其經配置以利用馬達 193 繞著其中心”M”旋轉。

基材沉積製程控制

在處理腔室 100 之一實施例中，阻抗控制器 141(第 1A 圖)耦接電極且 RF 接地，以於處理期間調整基材上的偏壓電壓，進而控制基材表面的轟擊程度。在一實施例中，電極鄰接支撐件 126 的基材接收面 127 設置，且包含電極 126A。在 PVD 反應器中，藉由控制電極的接地阻抗來調整基材表面的轟擊將影響階梯覆蓋率、懸伸幾何形狀和沉積膜性質(例如晶粒尺寸、膜應力、結晶取向、膜密度、粗糙度和膜組成)。因此，阻抗控制器 141 可用來改變沉積速率、蝕刻速率、甚至是基材表面的多重成分膜組成。在一實施例中，阻抗控制器 141 適當調整電極/基材的接地阻抗，以致動或防止沉積或蝕刻。

第 6 圖繪示阻抗控制器 141 之一實施例，其包括具反饋電路之可變電容器調整電路，用以控制基材上的沉積金屬或非金屬層性質。如下所述，在 PVD 沉積製作方法步驟的一或多個時期，可變電容器調整電路可就一給定設定點來自動化。實際阻抗設定點可依據測量電流或電壓調整、或由一些使用者定義設定點，例如可變電容器的全標度電容百分比。設定點取決於欲達成的基材處理結果。

參照第 6 圖，阻抗控制器 141 包括可變電容器 610、

輸入 616、選擇性輸出電路 618、選擇性電感器 620、選擇性電阻器 621、介面 622、處理器 624、馬達控制器 626 和馬達 628。馬達 628 較佳為步進馬達，其以能改變可變電容器 610 之電容的方式附接可變電容器 610。電感器 620 可選擇性增設，且大致上可有效減緩或補償因不同腔室配備之阻抗控制器 141 和電極 126A 有不同電纜長度所引起的電感差異。增設電感器 620 有利於不需對叢集工具 103 的每一不同腔室位置和構造重新計算阻抗控制設定點。

又，輸出電路 618 是選擇性的，且可包括感應器來測定處理期間的基材偏壓電壓。感應器可為電壓感應器或電流感應器。感應器用來提供反饋，以控制馬達及控制可變電容器 610 的操作設定點。若有設置，輸出電路 618 可提供反饋訊號至介面 622。介面 622 提供反饋訊號至處理器 624 和控制器 190。處理器 624 可為專用電子電路、亦或為微處理器或微控制器基底電路。

可變電容器 610 設定是用來調整接地阻抗，藉以調整處理期間電漿和離子與基材間的相互作用。可變電容器 610 連接輸入 616，其耦接電極 126A。在一實施例中，輸入 616 經由一或多個附加部件(如選擇性電感器 620)耦接電極 126A。根據本發明之多種態樣，應理解其他部件也可設於第 6 圖電路。在一實例中，可變電容器 610 的電容為約 50 微微法拉第(pF)至約 1000pF，選擇性電感器 620 的電感為約 0.26 微亨利(μH)。

介面 622 還可接收來自馬達控制器 626 的訊號。處理器 624 控制馬達控制器 626，其依據訊號和自感應器輸出接收的資訊來控制馬達 628。馬達控制器 626 促使馬達 628(較佳為步進馬達)步進通過其位置，以依模型控制訊號和感應器輸出函數來改變可變電容器 610 的電容。

根據本發明之一態樣，阻抗控制器 141 設在裝設於處理腔室 100 中的外殼 605 內。把阻抗控制器 141 裝設在處理腔室 100 可更容易及有效地控制基材上的偏壓電壓。

處理器 624 亦可為特殊用途介面電路。介面電路或處理器 624 的主要用途為依據接收自感應器(例如，附接至前述之阻抗控制器 141 之部分電路的電壓感應器 662 或電流感應器 663)的輸入來控制馬達控制器 626。若處理器 624 具體指定了預定偏壓電壓設定點，則馬達控制器 626 控制產生電容以達此設定點。例如，若處理器 624 依據阻抗控制器 141 測量之電壓來控制基材偏壓電壓，則馬達控制器 626 依據電壓感應器 662 之輸出來控制馬達 628，以保持電路呈恆定電壓。在另一實例中，若處理器 624 依據阻抗控制器 141 中測量之電流控制基材偏壓電壓，則馬達控制器 626 控制馬達 628，以維持恆定電流通過電路。根據本發明之多種態樣可採用任何已知類型的電壓感應器，並可連接在可變電容器 610 的處理腔室側與接地間。同樣地，根據本發明之多種態樣可採用任何已知類型的電流感應器(未繪示)。電壓感應器和

電流感應器皆為此技藝所熟知。

下製程套組和基材支撐組件

參照第 1A 及 5A 圖，下製程套組 165 包含沉積環 502 和蓋環 170。沉積環 502 通常呈環狀或環帶圍繞支撐件 126。蓋環 170 至少部分覆蓋部分沉積環 502。在處理期間，沉積環 502 和蓋環 170 協同以減少濺射沉積物形成在支撐件 126 的周圍邊緣 129 和基材 105 的懸伸邊緣 105A。

蓋環 170 環繞及至少部分覆蓋沉積環 502，以接收並因而遮蔽沉積環 502 免於濺射沉積塊。蓋環 170 由抗濺射電漿侵蝕的材料製造，例如金屬材料(如不鏽鋼、鈦或鋁)或陶瓷材料(如氧化鋁)。在一實施例中，蓋環 170 由不鏽鋼材料組成。在一實施例中，蓋環 170 的表面經雙絲鋁電弧噴塗(如 CLEANCOAT™)處理，以減少微粒從蓋環 170 的表面脫落。在一實施例中，沉積環 502 由抗濺射電漿侵蝕的介電材料製造，例如陶瓷材料、如氧化鋁。

蓋環 170 包含環形圈 510，其包含頂表面 573 徑向往內傾斜且環繞支撐件 126。環形圈 510 的頂表面 573 具有內圍 571 和外圍 516。內圍 571 包含突沿 572，其位於含沉積環 502 之內部明渠徑向往內的傾角上。突沿 572 可減少濺射沉積物沉積在沉積環 502 之表面 503 與突沿 572 間的內部明渠上。突沿 572 經調整大小、塑形及設置以協同並與弧形間隙 402 互補而於蓋環 170 與沉積環 502 間構成迴旋、狹隘的流動路徑，其抑制處理沉積物

流動到支撐件 126 和平臺外殼 128。

頂表面 573 可從水平傾斜約 10 度至約 20 度之間的角度。蓋環 170 之頂表面 573 的角度乃設計使最靠近基材 105 之懸伸邊緣 105A 的濺射沉積物堆積減至最少，其將對基材 105 各處所得的微粒性能造成負面影響。蓋環可包含任何與製程化學品相容的材料，例如鈦或不鏽鋼。在一實施例中，蓋環 170 的外徑為約 15.5 吋(39.4 公分(cm))至約 16 吋(40.6cm)。在一實施例中，蓋環 170 的高度為約 1 吋(2.5cm)至約 1.5 吋(3.8cm)。

屏蔽 160 之環支撐部 561 與蓋環 170 間の間隔或間隙 554 形成迴旋的 S 形途徑或曲折路徑供電漿行進。此途徑形狀是有益的，(例如)因其可阻礙及阻擋電漿物種進入此區域、減少濺射材料非所欲的沉積。

在一實施例中，如第 5A 圖所示，在處理期間，蓋環 170 乃經設計及相對接地屏蔽 160 設置，如此其將不接觸接地屏蔽 160、而是電氣”浮置”。另外，在一實施例中，期將蓋環 170 和沉積環 502 放置遠離基材 105 一段距離且位於支撐件 126 之基材接收面 127 下方，使得處理期間藉由 RF 及/或 DC 功率輸送到靶材 132 所產生的電場”E”更均勻地遍及基材表面。咸信在輸送 RF 功率半週期的不同階段，電氣浮置表面(如蓋環 170 的表面)將遭電子轟擊，以致影響基材 105 之邊緣 105A 附近區域的 RF 電場均勻性。咸信當功率源 181A 於頂表面 573 之 RF 電位比頂表面 573 之平均 DC 電位高(positive)的情況時

將發生轟擊。故在一實施例中，期確保形成於蓋環 170 之上表面的沉積膜層沒有電子接地路徑，並且遠離基材 105 之邊緣 105A 一段距離。在一實施例中，蓋環 170 的內圍 571 相距基材 105 之邊緣 105A 至少 0.5 吋(12.7mm) 設置。在另一實施例中，蓋環 170 的內圍 571 相距基材 105 之邊緣 105A 約 0.5 吋(12.7mm)至約 3 吋(76.2mm) 設置，例如相距基材 105 之邊緣 105A 約 1 吋(25.4mm)。

尚發現將電氣浮置表面(如蓋環 170 的表面)放在基材 105 的露出表面或基材接收面 127 上方會非所欲的影響基材 105 各處的沉積膜均勻性。第 5B 圖繪示傳統製程套組構造，其中傳統蓋環 170A 的內圍 571A 和頂表面 573A 置於基材接收面 127 和基材 105 之表面 105B 上方。發現在這些情況下，基材 105 邊緣附近的沉積層會變薄。咸信基材邊緣 105A 附近沉積減少是因電漿更常與基材表面 105B 上方的製程套組表面互相作用，導致更多離子化沉積膜原子沉積至蓋環 170 的頂表面 573。故在一實施例中，蓋環 170 和沉積環 502 設在基材接收面 127 下方，此如第 5A 圖延長線”T”以下所示。在一實施例中，蓋環 170 和沉積環 502 置於基材接收面 127 下方(如延長線”T”)約 0.2 吋(5mm)。應注意雖然所述第 1A-6 圖皆描述基材接收面 127 位於靶材 132 下方，蓋環 170 和沉積環 502 位於基材接收面 127 下方，但此垂直定向構造並不限定本發明之範圍，而僅做為參考框架定義各部件的相對順序及/或距離。在一些實施例中，基材接收面 127 可相對

靶材 132 設成其他方位(如向上、水平對準)，蓋環 170 和沉積環 502 相距靶材 132 的距離仍比基材接收面 127 相距靶材 132 的距離遠。

在另一實施例中，期確保形成於沉積環 502 之上表面 504 的沉積膜層(其由介電材料組成)沒有電子接地路徑，以免基材邊緣 105A 附近區域的電場隨時間變化(如製程套組使用壽命)。為避免上表面 504 的沉積膜層電氣接觸屏蔽 160 和蓋環 170，蓋環 170 的突沿 572 經調整大小、塑形及設置以防止沉積環 502 上的沉積物橋接蓋環 170 上的沉積層、及避免形成連接屏蔽 160 的路徑。

下製程套組 165 的部件單獨及結合運作，以有效減少微粒產生和雜散電漿。相較於現有之多件屏蔽，其提供延伸的 RF 返回路徑促進 RF 諧波而於製程空腔外側產生雜散電漿，上述單件屏蔽則縮短 RF 返回路徑，以將電漿圍阻在內部處理區。單件屏蔽的平底板提供額外的縮短返回路徑供 RF 穿過基座，以進一步減少諧波和雜散電漿，並做為現有接地硬體的平臺。

參照第 5A 圖，在一實施例中，基座組件 120 更包含基座接地組件 530，其適於確保風箱 124 在處理期間為接地。若風箱 124 達到不同於屏蔽 160 的 RF 電位，則會影響電漿均勻性，並於處理腔室引起電弧作用，進而影響沉積膜層的性质、產生微粒及/或影響製程均勻性。在一實施例中，基座接地組件 530 包含平板 531，其含有導電彈簧 532。當升降機構 122 將基座組件 120 朝方向“V”

移向處理位置時(如第 5A 圖所示), 導電彈簧 532 和平板 531 經配置以電氣接觸屏蔽 160 的表面。當升降機構 122 將基座組件 120 朝方向 "V" 移向傳送位置時(如第 1A 圖所示), 導電彈簧 532 脫離屏蔽 160。

處理細節

本發明之實施例提出形成積體電路元件(如 CMOS 型積體電路)的設備和方法。然本發明之實施例亦可用於形成各種半導體元件、薄膜電晶體等。在一實施例中, 設備適於在形成高 k/金屬閘極型結構(尤其是採用"後閘極"方式)時, 進行金屬沉積。本發明之一般原則是應用於沉積各種不同的金屬和化合物, 例如鎢(W)、氮化鎢(WN)、鈦(Ti)、氮化鈦(TiN)、鈦鋁(TiAl)合金、碳化鈦(HfC)、氮化鈦(HfN)、完全矽化(FUSI)之矽化物和鋁(Al)。在一實例中, 使用所述實施例有益於沉積含至少二不同元素之層, 例如具 50-50 合金組成之鈦鋁(TiAl)層。

隨著元件結構變得越來越小, 特別是形成於 45nm 節點的元件, 積體電路結構內必須有良好的膜階梯覆蓋率, 才能在功能半導體元件中形成不同裝置部件, 例如金屬閘極、觸點和內連線特徵結構。各種方法已用來改善 PVD 階梯覆蓋率, 例如長靶材-基材間隔、離子化金屬電漿(IMP)、利用電磁管施加強磁場、再濺射等。本發明之實施例尤其採行高壓製程、結合 RF 與 DC 濺射和電容耦合。在此構造中, 其不同於 IMP, RF 功率乃直接施

加至靶材、而非線圈。高壓與 RF 功率可在靶材附近產生高密度電漿。

以高壓和 RF 電漿進行濺射，更易離子化通過電漿的原子或物種，因而有效提高離子/中性粒子比。此外，原子或物種在高壓大氣下接近基材時會產生許多碰撞，此有助於降低垂直方向(垂直基材表面)的物種能量並增強其在平行基材之方向上移動。又不同於 IMP，由於物種在靶材附近離子化且未被如 IMP 製程之外在電磁場加速及/或引導，相較於 IMP 型製程(如感應線圈)，RF 沉積製程提供更佳的側壁覆蓋率。此外，電漿傾向遠離基材一段距離形成，此有助於減少電漿破壞，故此方法適合觸點、金屬閘極和其他前段應用。

本發明之實施例包括改善沉積製程之膜均勻性和階梯覆蓋率的方法。此製程的其他優點包括無底部覆蓋不對稱性和較小的底部覆蓋與結構尺寸相依性。雖然以下主要描述金屬閘極形成製程，但本發明之範圍不限於此構造。本發明之實施例能沉積具預定功函數之金屬而用於高 k 金屬閘極，例如形成前述 MOSFET 元件，特別是用於“取代閘極”或“後閘極”方法。具預定功函數之金屬，其用於高 k 金屬閘極堆疊結構，可做為替代物來調整臨界電壓半導體元件。包括金屬等不同材料的功函數相當多樣且可依特殊半導體元件(如 CMOS 半導體元件)需求選擇。

此外，相較於傳統 PVD 製程，多個實施例能使用 RF

能量進行濺射，以減少對基材的破壞。多個實施例還能善用高電子圍阻優勢，以利用電磁管的磁鐵和 DC 功率控制目標侵蝕及使用 RF 能量產生擴散電漿(全面侵蝕)。再者，實施例能降低沉積速率，以控制薄膜(10 埃(Å)或以下)及濺射介電材料(如 LaO_x 、 AlO_x 等)。其他像 $\text{Ti}_x\text{Al}_y\text{N}$ 等具潛力的新穎功函數材料可加以控制達到預定化學計量和功函數。

除了用於降低成本之製造方法的簡單形式外，本發明之實施例還提出用於良好 RF 圍阻之連續路徑屏蔽和一致的返回路徑。所述下輪廓蓋環和沉積環設計容許 RF-DC PVD 源用於需有良好階梯覆蓋率且膜不均勻性很小的高壓應用。基材支撐件包括電容調整，以改善沉積膜性質和膜均勻性。可變電容器允許調整 RF 接地路徑的阻抗，進而調整多種製作方法類型/條件的製程均勻性。

功函數金屬沉積用於小於 45nm 節點之 MOSFET 元件(如 CMOS 金屬閘極)的取代閘極應用時，沉積膜於具 35 奈米(nm)小至 12nm、深寬比 2.5-5 之頂部開口的特徵結構需有良好階梯覆蓋率(底部厚度/場區厚度)。RF-DC PVD 腔室做為形成"先閘極"應用一般是在低壓(約 2 毫托耳)進行，以於基材的場區沉積高度均勻的膜、但非在特徵結構中。低壓沉積膜的階梯覆蓋率不佳，其為 15-20% 等級。為達高階梯覆蓋率，例如"取代閘極"方式所期的 75%或以上，可採用高壓製程。

第 7A-7H 圖繪示處理期間之 MOSFET 電晶體的截面，

例如 CMOS 電晶體 700。CMOS 電晶體 700 包含閘極介電層、閘極金屬層和沿著閘極壁面的不同功函數金屬，例如 p 金屬和 n 金屬。圖式繪示一其上設置閘極介電層和閘極金屬層的基材。側壁間隔物顯示鄰接閘極介電層和閘極金屬層的垂直側壁。本發明之實施例可用來形成第 7A-7H 圖 MOSFET 電晶體的閘極堆疊結構。

第 7A-7H 圖為利用本發明實施例形成之 MOSFET 的截面圖，例如 CMOS 電晶體 700。第 7A-7H 圖繪示形成 CMOS 電晶體的後閘極方式。第 7A 圖顯示具基材 702 之 CMOS 電晶體 700，內有依已知方法形成的淺溝槽隔離 (STI) 704。高遷移率介面層 706 形成在基材表面上並覆蓋 STI 704，接著形成高 k 介電層 708 於層 706 上。如第 7B 圖所示，多晶矽層 710 沉積在基材和層 706、708 上。如第 7C 圖所示，多晶矽 710 經微影處理及蝕刻形成待形成閘極結構 711 的區域。

在各種後續步驟中，間隔物 717、矽化物 716、應力氮化層 714 和源極/汲極區 712 依此技藝已知方法形成在基材上。前金屬介電層 718 形成在其餘層上且研磨成第 7D 圖幾何形狀。如第 7E 圖所示，多晶矽閘極結構 711 接著經蝕刻形成溝槽 720。然後，如第 7F 圖所示，摻雜之金屬閘極沉積於溝槽 720 中，例如 p 金屬閘極 723 和 n 金屬閘極 722。如第 7G 圖所示，閘極結構接著填充金屬 724。最後，研磨基材而於基材 702 上形成金屬閘極 725。本發明之實施例尤其有益於形成高 k 金屬閘極，特別是

具金屬合金的金屬閘極。

第 1A-6 圖為根據本發明實施例之 RF-DC PVD 腔室 100 的各種視圖。RF-DC PVD 腔室 100 容許高壓濺射金屬薄膜而形成閘極堆疊，例如利用第 7A-7H 圖所述之後閘極方式。腔室包括具局部匹配網路之 RF 源，以利用 RF 能量濺射靶材材料。電磁管有助於控制膜均勻性，附加 DC 連接靶材則可加強侵蝕和均勻性控制。

靶材形狀也會影響電漿分布，以致影響膜均勻性。根據本發明實施例可採用各種靶材幾何形狀，例如平坦、截錐 (frustum) 或凹面形。截錐形靶材有較厚邊緣且中半徑處有較高凸塊。凹面形靶材傾向把電漿聚焦於靶材中心，故有較厚的中心且中半徑處有較小凸塊。在一實施例中，靶材減少微量金屬污染物，且使用 6061 鋁合金背板。在一實施例中，多重成分靶材用於處理腔室 100，其中多重成分靶材包含具有至少二不同元素的材料。在一實施例中，多重成分靶材為 TiAl 合金靶材，在本發明之不同實施例中，組成比為 1:1、3:1 或 1:3。組成比 1:1 之多重成分 TiAl 靶材能有效阻障 Al 填充，故可避免在高溫下形成 $TiAl_3$ 。若 Ti 和 Al 為個別沉積且可取得過量 Al，則將形成 $TiAl_3$ 。

多重成分靶材對具有預定厚度均勻性、組成均勻性、Rs 均勻性、組成比、階梯覆蓋率、底部覆蓋率、懸伸等的濺射膜帶來空前的挑戰。不同組成(如多重成分靶材的元素)基於電漿性質、元素質量、靶材中的元素鍵結與晶

體結構和其他變數有不同濺射結果。因靶材的各種成分濺射率不同，故出自相鄰電漿的離子及/或中性粒子來轟擊多重成分固體表面，可改變靶材表面的化學組成。第 8 及 9 圖進一步說明這些課題。

第 8 圖繪示具不同質量 m_1 、 m_2 之組成的彈性碰撞和散射情形。圖式 800 繪示靜止的粒子 m_2 遭另一具有質量 m_1 的粒子碰撞作用，例如出自電漿的 Ar^+ 離子。圖式 802 繪示二移動粒子 m_1 、 m_2 碰撞，並因碰撞而散射的情形。從更大規模看來，濺射組成在腔室內的一般散射分布或濺射分布特徵可以餘弦分布、低餘弦 (under cosine) 分布或過餘弦 (over cosine) 濺射分布描繪。第 9 圖繪示多重成分靶材 906 的元素濺射分布 900 或通量分布。例如，在本發明之一實施例中，若多重成分靶材 906 為鈦鋁 (TiAl) 靶材，則各組成材料的濺射分布將大不相同。相較於鈦 (質量=48) 和 鋁 (質量=40)，鋁是較輕的原子 (質量=27)，因此其從靶材表面的通量分布將不同於鈦。

發現從電漿加速往靶材的氬離子 (Ar^+) 將碰撞鋁原子而產生低餘弦 902 之通量分布或濺射分布。反之，當 Ar^+ 離子碰撞靶材 906 之鈦原子時，其濺射分布特徵更近似過餘弦分布 904。故相較於鈦原子，鋁原子比起垂直行進、更傾向水平行進。鋁原子散佈更分散，導致許多鋁原子喪失於屏蔽、而非基材。但因低餘弦壓力分布所致，基材中心處的 Al 略多。隨著壓力增加沉積速率亦須提高，因有更多將散射至屏蔽。

靶材元素的不相等濺射分布將造成濺射於腔室內之基材上的膜有不均勻的組成性質。例如，未補償靶材 906 之二組成成分的不相等分布比時，鋁的低餘弦濺射分布會造成基材周圍區域有大量鋁，鈦的過餘弦濺射分布則導致基材中心區有大量鈦。

增加腔室壓力還會影響濺射組成的散射分布。提高壓力將造成更多鋁散射，因其質量比鈦輕、加上其與電漿中的能量離子和中性粒子相互作用。處理期間，再濺射也會影響膜性質和靶材組成。出自沉積膜的原子從膜再濺射到基材的另一位置、或甚至回到處理區和周圍部件上，例如屏蔽或靶材。使用多重成分靶材的至少一挑戰為沉積具均勻組成比之膜遍及基材表面、及達到預定的整體階梯覆蓋率。

使用多重成分靶材的另一挑戰為隨時間改變靶材的組成材料比。靶材表面的化學組成改變即形成已知為改變層的區域。一旦開始轟擊表面，具最高濺射率的組成成分優先自表面移除，因而濃化低濺射率材料的表層，直到達到穩態。然非穩態條件在靶材延長使用期間而遭部分侵蝕後仍會發生，此會造成不均勻的組成分布。以 TiAl 靶材為例，靶材可能變成富含鋁，因鋁雖然更易從靶材濺射出，但更傾向水平行進及從周圍部件返回而再沉積至靶材。鑒於鈦更傾向垂直行進且更重，其較不易被電漿中的組成散射。濺射多重成分靶材尚需特殊的處理步驟來維持預定及/或均勻的靶材表面組成，以達預定濺射

膜組成。

附加 DC 功率至電漿亦會影響多重成分靶材的沉積膜層性質。耦接靶材的 DC 功率產生靶材電壓和圍繞靶材表面 133 的對應鞘。增加 DC 功率會加寬鞘，進而加速 Ar^+ 離子並提供 Ar^+ 離子更多能量，此亦影響靶材表面之濺射材料的方向性或通量分布(如餘弦分布)。提高施加至靶材的 DC 電壓可改善形成於基材表面的膜組成比，此乃因更多出自多重成分靶材的類似過餘弦濺射分布，是以更多導向基材。電壓提高將引起中性沉積及增加離子通量，其有助於濺射物種的方向性。電壓越高，離子越垂直靶材面(即靶材之第一表面)進入靶材，而濺射物種垂直靶材面離開靶材。

提高 DC 靶材電壓將銳化或使元素通量分布往過餘弦分布位移，導致濺射物種較少散射。低靶材電壓(如 300 伏特或以下)將引起更大散佈，提高 DC 和靶材電壓時(如達約 500 伏特)，散佈縮減，並可改善組成比，此在某種程度上是因散射量減少之故。就固定 RF 功率而言，DC 功率增加，將使比率變小而近似 1。靶材電位變高將造成濺射角度更垂直表面，在二情況下，濺射分布更傾向過度餘弦分布。又，增加 DC 功率，RF 電漿中的離子與中性粒子比會變小，因施加偏壓至基材，故增加 DC 功率亦將減少基材表面再濺射。增加中性粒子通量通常不會增加電漿中的濺射材料散射。

基材之特徵結構上的膜階梯覆蓋率將隨施予多重成分

靶材的 DC 功率增加而下降。增加 DC 功率會引起更大的中性粒子通量，此表示有效離子分率下降。因此，較少濺射材料遭離子化，導致相較於場區的沉積量，抵達特徵結構底部的濺射材料量會減少。中性粒子通量分布在能量和方向上可視為具實質等向性，往基材的離子通量(即帶電粒子)加速通過基材偏壓電位，因而有更多引導動能來改善階梯覆蓋率。

然即便大幅增加 DC 功率也可能只降低階梯覆蓋率 20%。是以仍需離子化適量金屬讓這些離子被基材吸引並進入特徵結構。此外，因出自靶材的濺射材料的垂直方向性增強，故基材上之沉積膜的鋁與鈦組成比亦隨著 DC 功率增加而減少。

在一些情況下，因為施加偏壓至基材表面來再濺射膜，藉由降低 DC 功率可改善底部覆蓋率。但基材表面再濺射尚不利於組成比，導致其難以只透過 DC 功率控制來調整。在本發明之一些實施例中，使用耦接多重成分靶材 132 的 DC 源 182 來點燃電漿。

輸送到 DC 驅動靶材的 RF 功率可降低總體靶材電壓及提供對應鞘圍繞及支配 DC 功率誘導鞘。雖然 RF-DC 驅動靶材有較厚的電漿鞘形成在靶材底下且靶材與電漿間有較大的總體壓降，但電漿導電率將因電漿的離子濃度增加而提高，如此靶材電壓以低至中等 RF 功率下降。厚鞘更能加速氬離子(Ar^+)，因而提供更高濺射離子能量。在一些情況下，附加 RD 功率造成的峰間電壓將進一步

提高若干電漿的離子能量。厚鞘會提高散射率。RF 功率增強電漿離子化，此有助於改善基材偏壓對沉積離子的影響，進而改善膜的階梯覆蓋率。電漿離子化亦隨著 RF 頻率提高而增強，以致提升電子移動。RF 功率增加也會提高氫離子能量，進而提高濺射率。

RF 功率需維持最小功率，以提供改善濺射和膜性質的離子程度，尤其是改善膜的階梯覆蓋率。膜沉積期間的 RF 功率設定為約 1 仟瓦(kW)至約 3.5kW，例如約 2kW。在另一實施例中，RF 功率設定為約 3.2kW。外加 RF 功率至 DC 功率頂部將改變靶材電壓、散射和濺射率，因而影響組成比。在一實施例中，靶材電壓為約 300 伏特至約 550 伏特，例如約 520 伏特或約 400 伏特。隨著靶材電壓提高，Al: Ti 比隨之下降。高功率將產生高功率密度，以致減少散射角度差，進而降低 Al: Ti 比。又，高功率將提高邊緣效應，因此 Rs 均勻性變得更糟。

鑒於上述，本發明之實施例包括當 RF 電漿形成於處理區 110 時，施加出自耦接多重成分靶材 132 之 DC 功率源 182 的 DC 功率。在本發明之另一實施例中，DC 功率源設定為約 450W 至約 2.5kW，RF 功率源設定為約 1kW 至約 3.5kW。例如，在本發明之一實施例中，DC 功率源和 RF 功率源均設定為約 2kW。在本發明之又一實施例中，DC 功率源設定為約 2kW，RF 功率源設定為約 3.2kW。更明確地說，在一實施例中，若靶材電壓為 320 伏特，RF 功率為約 2kW 且 DC 功率為約 540W，此可提

供高深寬比特徵結構良好的階梯覆蓋率。在另一實施例中，若靶材電壓為 500 伏特且 RF 和 DC 功率為約 2kW，此可維持良好的膜組成比。

施加基材偏壓時，氬氣遭離子化使得濺射金屬變得更離子化，如此 RF 驅動電漿可達某一點，藉以改善基材特徵結構的底部覆蓋率。處理區的壓力下降時，底部覆蓋率亦隨之降低，特別是壓力低於 10 毫托耳的情況。低壓將導致組成變得較像僅用 DC 驅動電漿產生 Al:Ti 比近似 1:1 的情況，但降低階梯覆蓋率。除了高壓外，RF 功率亦有助於改善基材特徵結構的底部覆蓋率，尤其是非常難達成適當底部覆蓋率的高深寬比特徵結構。

處理區的壓力一般視所用多重成分靶材類型、基材上的形成特徵結構尺寸和預定膜性質而定。膜沉積期間的腔室壓力可為約 20 毫托耳至約 60 毫托耳、或甚至達 75 毫托耳，例如約 22 毫托耳、30 毫托耳或 40 毫托耳，此視腔室壓力引起的預定處理作用而定。在本發明之一實施例中，Ar 流率為約 50 標準立方厘米每分鐘(sccm)至 100sccm，例如 75sccm。腔室處理期間，閘閥 147 可完全或部分打開。

然處理區的壓力太高會增加散射，尤其是在二元膜(如 TiAl)方面。如前所述，鋁和鈦以不同方式散射離開多重成分靶材。藉由調整可能影響物種濺射出靶材後之平均碰撞頻率的參數，可調整抵達基材的角度分布差異。提高處理壓力還會造成濺射物種與電漿之離子和電子間有

更多的碰撞頻率或碰撞次數，導致不同元素的角度分布差異更大。然因 DC 或 RF 源施加更高功率而對濺射原子提供更多前進動量，可能造成較小的角度分布差異。

提高處理區的壓力還可改善底部覆蓋率。然處理區的壓力太高也會增加濺射物種散射離開靶材，因而降低方向性和底部覆蓋率。為對抗提高壓力引起的作用，可提高靶材電壓，以減少任何具不同濺射率和分布的二元化合物散射，例如鋁與鈦。增加 DC 功率尚會加快沉積速率，此亦有助於對抗系統高壓引起的散射作用，但階梯覆蓋率只降低一些，因場區厚度生成比基材特徵結構內的任何區域快。

壓力可協助將濺射離開靶材的分布改變成較佳分布，以助於改善沉積膜特性。壓力亦影響濺射物種於靶材、基材和屏蔽上的重新分布。高壓特別促使較輕的化合物(如鋁)重新分布於屏蔽和靶材，進而改變靶材的表面組成比及減少抵達基材表面的鋁量。增加壓力造成更大的散射角度差異，其將提高 Al:Ti 組成比。高壓還提供較小的邊緣效應，故可改善 R_s 均勻性。比起 DC、RF、功率或電容調整器位置，壓力對改善 R_s 和厚度均勻性有更大的影響，此將詳述於後。

壓力亦影響氬氣離子化和通過電漿朝向基材之濺射物種。提高壓力和施予電漿的 RF 功率也可產生所謂的潘寧(penning)離子化。潘寧離子化為涉及中性原子及/或分子間反應的過程。在潘寧離子化中，氣相激發態原子或分

子與靶材分子互相作用而形成自由基分子陽離子與電子和中性氣體分子。例如，氫原子因潘寧離子化所致而離子化電漿中的其他氫原子，藉以促使 RF 功率更直接地激發氫氣電漿。此製程的氫離子能量為約 45 電子伏特 (eV) 至約 70eV，例如約 50eV。靶材電壓亦隨著處理腔室壓力提高而降低，此乃因接地路徑變得更導電。鞘厚度隨著壓力增加而減小，其影響靶材電壓和靶材上的原子重新分布。

電磁管還會影響膜沉積和性質。電磁管的類型和位置將產生不同的磁場 (B 場)，此亦影響多重成分膜的組成比。除了覆蓋靶材及侵蝕靶材外，把電磁管放在多重成分靶材上方的特定位置亦有助於改善 Ti:Al 比。將電磁管放在特定位置有助於避免損失太多鋁至屏蔽，如同前述，其通常因鋁的擴散所致。例如，把電磁管放在靶材中心將產生一樣的濺射分布，但若物種從中心位置局部散開，則完全改變濺射物種在腔室中的散佈。在一情況下，鋁也會擴散，但不脫離屏蔽，而是遍及整個基材區域。

在單一元素均勻濺射分布型的情況下，視腔室幾何形狀而定，例如基材與靶材的間隔和靶材尺寸，單一元素在任何剎那的濺射分布特徵可描繪成單點源，以於電磁管旋轉時，均勻覆蓋基材。然若使用具二不同分布的多重成分靶材，則難以均勻覆蓋。當電磁管置於中心且濺射主要從中心發生時，儘管濺射源位於中心上方且濺射

物種相當均勻地散佈基材，使得基材上的分布相當均勻而改善組成比，仍將遭受 R_s 均勻性的問題。

閉合迴路電磁管將電漿限制在電磁管構成的 B 場邊界之間，此取決於電磁管的磁鐵精確構造和磁鐵種類。靶材上將形成特定形狀和位置的侵蝕軌跡，此視電磁管類型和其使用方式而定。在 DC 電漿中，電磁管將電子限制繞著電漿軌跡運行並協助離子化電漿。實質上，電磁管有助於局部限制電子，如此總可供應區域讓氫氣在靶材表面附近離子化，並在同一區域形成靶材侵蝕軌跡。故電磁管有助於控制靶材面形成侵蝕軌跡之處。

開迴路電磁管在開放端位置產生較弱的 B 場，故相較於不含電磁管的 RF 濺射處理腔室，整體看來，其產生更多 RF 功率輸送到電漿。然就一般 RF 濺射製程而言，不需設置電磁管來濺射。RF 功率本身容許功率從靶材輸送到電子，以離子化氫原子，而不需電磁管的磁性限制。把閉合迴路電磁管放置靠近靶材中心似乎不能利用 RF 功率源來調整製程。故限制靶材中心位置附近的電子和 RF 功率似乎對濺射製程無益。

使用開迴路磁鐵不會形成完全連續的閉合電漿軌跡；換言之，電子僅被捕集一段時間，隨後擴散離開磁場擷取區。此乃因開迴路電磁管各磁極間產生的磁場不會形成連續的閉合迴路路徑(沿著平行靶材表面的二維平面觀察)。換言之，沿著平行靶材表面之二維平面依循部分產生磁場的路徑不會形成連續的閉合迴路路徑，其中磁

場向量平行靶材面(即 $B_z=0$ ；其中 z 方向垂直靶材面)。膜組成與電漿侵蝕軌跡與基材位置間的相對位置息息相關。電磁管位置將調整電漿侵蝕軌跡及調整膜組成。例如，如第 4D 圖所示，電磁管位置在第一位置時將於靶材外部區域形成電漿。電磁管處於第一位置時，基材上的沉積膜組成近似 1，因此靶材的組成元素有不同的分布輪廓。電磁管相距靶材上方約 2.2mm 至 2.8mm，例如 2.5mm。電磁管的轉速為約 60 至約 70 轉/分鐘(rpm)，例如 65rpm。

僅用 DC 電漿和電磁管一般能捕集更廣泛定義區域的電子。增設 RF 功率可實質調整電子和氬氣，如此即使限制在較小區域，電漿仍被賦予更多能量。藉著只讓電子部分限制在電磁管底下的電漿區域，開迴路電磁管容許電子逸出。開迴路電磁管能濺射大部分的靶材表面。內磁極與外磁極間的磁場在一端是敞開的，故電子將漏出連結磁極之各端的磁場。發現由於多重成分靶材元素之濺射分布不同的影響，因此把電磁管放在”朝外”位置可改善基材表面的 Al 與 Ti 組成比。此外，將電磁管移向中心區或”朝內”位置可用來清潔腔室，例如靶材上的再沉積濺射材料，此將配合第 10A-10C 圖詳述於後。

沉積膜性質亦受基材偏壓影響。如上所述，自動調整可變電容調整器可用來提供偏壓至基材支撐件。調整電容調整器的電容將改變基材支撐件上的偏壓電壓。電容調整器的不同位置用於沉積及/或再濺射沉積膜。在一些

情況下，基材偏壓用於“蝕刻”模式而不引起淨沉積，以調整形成於基材表面上之的膜的應力。濺射金屬原子有不同質量，故藉由調整基材上的偏壓電壓、或調整離子轟擊及再濺射沉積膜，可改變沉積膜組成。例如，鋁和鈦有不同濺射率，故改變偏壓電壓可改變轟擊能量，進而改變沉積膜的組成比。

在一實例中，基材上的正電壓越高，沉積物含越多鈦，此乃因較大又重的鈦原子不像鋁那樣容易重新引導。在正基材偏壓電壓下，電漿中的中性鈦原子趨向基材表面。鋁較輕且較易被離子化，故正偏壓電壓程度與鈦一樣時，鋁不抵達基材表面，如此將形成富含鈦膜。在頻譜另一側，在高負基材偏壓電壓下，鋁比鈦更易被施加基材偏壓而藉由從電漿引出的抵達離子再濺射，因此更易四處移動鋁。負電壓影響離子衝擊基材表面的能量，並更容易四處移動鋁，因而形成富含鈦表面。由於某一材料相對另一材料能優先以不同速率再濺射，故設定基材偏壓電壓可有效控制再濺射量和組成比。不會太正或太負的中等基材偏壓電壓對使基材上之沉積膜有實質均勻的組成比來說是必要的。

阻抗控制器 141 之可變電容器的電容提高時，Al: Ti 比下降成近似 1，例如 1.2，在一些條件下甚至小於 1，例如 0.90。在一實施例中，Al: Ti 比為約 0.9 至約 1.2，例如 1.0 和 1.1。從中心到邊緣的平均組成比為約 1.15 至約 1.16。當電壓偏壓變負時，Ar⁺離子更容易將鋁濺射

出。若電壓偏壓為正，則 Al 和 Ti 離子將被推離基材。但 Al:Ti 比反而增加，因電漿中的 Ti 離子分率比 Al 離子分率少。阻抗控制器 141 的共振設定亦影響偏壓電壓。偏壓電壓接近共振時，因基材達近似最大負基材偏壓電壓，故 Al:Ti 比下降。在一實施例中，基材上的電壓偏壓為約 +250 至 -250V_{dc}。在另一實施例中，基材上的電壓偏壓為約 -150 伏特至 +50 伏特。

如第 6 圖所示，本發明之實施例包括調整基材支撐件 126 之電極 126A 上的偏壓電壓，其中基材支撐件 126 具有設置於處理區 110 的基材接收面 127，其中調整偏壓電壓是藉由改變可變電容器 610 的電容，以控制電極 126A 相對電接地所達到的偏壓電壓。可變電容器 610 的電容為約 5 至約 1000 微微法拉第。例如，可變電容器設為總體電容的 12.5% 或高達總體電容的 85%。系統共振為約總體電容的 55%。

因此，利用上述參數，上述設備可採行各種方法來改善階梯覆蓋率和膜均勻性。在本發明之一實施例中，高壓、RF 功率和 DC 功率用於 RF-DC PVD 腔室，以在閘極結構中沉積金屬膜。

第 11 圖繪示根據本發明不同實施例之沉積薄膜方法 1100 的流程圖。在步驟 1102 中，方法包括在腔室 100 的處理區 110 中形成電漿(如第 1A 圖所示)。電漿是由腔室 100 內耦接多重成分靶材 132 的 RF 源 181 形成，多重成分靶材 132 具有接觸腔室 100 之處理區 110

的第一表面(如濺射表面 133)和與第一表面 133 相對的第二表面 135。在步驟 1104 中，方法包括相對多重成分靶材 132 移動電磁管系統 189，其中當電磁管系統移動且電漿 P 形成時，如第 4D 圖所示，電磁管系統 189 相對多重成分靶材 132 的中心點位於第一位置。在步驟 1106 中，多重成分膜沉積在腔室 100 之基材支撐件 126 上的基材 105 上。如第 7A-7H 圖所示，多重成分膜為沉積於金屬閘極 725 中的金屬合金，例如 TiAl 合金。多重成分膜以 $120\text{\AA}/\text{分鐘}$ 的速率沉積且厚度約 100\AA 。在一實施例中，膜厚為約 40\AA 至約 150\AA ，沉積速率為約 $30\text{\AA}/\text{分鐘}$ 至約 $240\text{\AA}/\text{分鐘}$ 。然預定厚度取決於功函數要求，一般技藝人士當可依此調整。本發明之實施例每小時能處理 20 個以上的基材。

在本發明之另一實施例中，如第 4B-4D 圖所示，鄰接多重成分靶材 132 的第二表面 135 設置電磁管系統 189，同時藉由繞著多重成分靶材的中心點轉動電磁管系統 189，以移動電磁管系統 189。如前所述，電磁管系統包括含複數個磁鐵 423 的外磁極 421 和含複數個磁鐵 423 的內磁極 422，其中外磁極和內磁極構成開迴路電磁管組件。在另一實施例中，方法包括調整可變電容器 610 的電容，以改變基材上的偏壓電壓，其中可變電容器 610 耦接設置在基材支撐件 126 中之電極 126A 與電接地間。

方法還包括將蓋環 170 設置遠離基材支撐件 126 之基材接收面 127 的周圍邊緣 129 一段距離，其中蓋環暴露

於形成電漿的表面相距多重成分靶材 132 的距離亦比基材接收面 127 遠，且處理區形成電漿時，蓋環 170 未電氣連接電接地。在另一實施例中，多重成分靶材 132 與基材 105 間間隔為約 174-182mm。移離靶材越遠，越多低餘弦濺射材料以更快速率撞擊屏蔽。故間隔也會影響散射。此外，增加間隔將使基材遠離電漿。

在又一實施例中，電磁管系統包括外磁極 424 和內磁極 425，如第 4E 圖所示，其同心繞著延伸穿過中心點的第一軸 491 並形成閉合迴路電磁管組件。複數個磁鐵 423 設於內磁極 425 和外磁極 424，且不對稱設置在延伸穿過中心點且垂直第一軸 491 的第二軸 492 四周。在本發明之實施例中，基材上之高深寬比特徵結構的階梯覆蓋率高達 80%。在一些實施例中，階梯覆蓋率甚至達 100%。

在另一實施例中，沉積薄膜的方法包括輸送能量至形成於腔室之處理區的電漿，其中輸送能量包含輸送出自 RF 電源供應器之 RF 功率至多重成分靶材、以及輸送出自 DC 電源供應器之 DC 功率至多重成分靶材。輸送 DC 功率意指施加出自 DC 電源供應器之 DC 能量至多重成分靶材，例如 DC 電壓或電流。輸送 RF 功率意指施加出自 RF 電源供應器之 RF 能量至多重成分靶材。

方法還包括相對多重成分靶材平移電磁管，其中當電磁管平移且電漿形成時，電磁管相對多重成分靶材的中心點位於第一位置；調整電極上的偏壓電壓，且電極設在基材支撐件的基材接收面附近，其中藉由改變可變電

容器的電容來調整偏壓電壓，以控制電極相對電接地所達到的偏壓電壓；加壓處理區達至少 20 毫托耳；以及沉積金屬合金膜至設置在基材接收面上的基材上。

在本發明之另一實施例中，開始沉積膜前，進行靶材之預沉積燒入，以獲得靶材上的較佳修改層。靶材燒入移除靶材製造製程殘餘的污染物、靶材上的吸附氣體，並調理好製程套組以用於 TiAl 膜沉積。靶材燒入亦可開始在靶材中形成”軌道”或侵蝕溝槽。

處理一批基材後，需清潔腔室，尤其需重新調理靶材。如前所述，多重成分靶材的組成元素可再沉積於靶材。因鋁質輕和製程的散射作用之故，其特別容易再沉積於靶材中心區。第 10A-10C 圖繪示不同使用階段的靶材，第 10A 圖繪示新的靶材組件 910，具有背板 912 和多重成分靶材 914，例如包含 1:1 之 TiAl 合金。燒入之後及膜沉積製程期間，靶材中開始形成軌道或侵蝕溝槽 916。濺射時，電磁管在”朝外”位置旋轉，電漿則在電磁管底下沿著靶材外部區域形成。

中心區 918 尚遭部分侵蝕，但並不太多，因電漿在靶材底下電磁管設置的外部區域較密集。然處理期間，如第 10C 圖所示，組成材料再沉積至靶材而形成再沉積區 919，其組成不同於靶材其餘部分。每一批有 25-50 個基材，再沉積區 919 形成的程度和進一步在沉積膜前清潔與否取決於各種處理設定。

處理一批基材後，進行後沉積清潔製程。清潔製程包

含第一製程和第二製程。第一製程包括將基材移出腔室、以及將源電磁管組件 420 移到第二位置。在一實例中，源電磁管組件 420 的位置是藉由改變電磁管移動裝置(如馬達 193)的轉向而調整。如第 4C 圖所示，第二位置為”朝內”位置。接著利用耦接多重成分靶材 132 的 RF 和 DC 功率，點燃電漿 P，電漿即形成在多重成分靶材的第一表面內部下方。腔室經加壓達 2 毫托耳。隨後移除堆積於靶材中心區 918 的再沉積材料 919。第一製程期間，DC 功率和 RF 功率均設為 2kW。可變電容器設為 12.5%。電漿保持開啟，以清潔腔室長達 45 秒。反覆進行部分第一製程 7 次，例如電漿點燃/形成及移除，以移除靶材中心的再沉積物。

第二製程包括將電磁管組件移到第一位置或”朝外”位置(如第 4D 圖所示)。利用耦接多重成分靶材的 RF 和 DC 功率點燃電漿，電漿即形成在多重成分靶材的第一表面外部下方。腔室經加壓達 40 毫托耳，為類似第 10B 圖，侵蝕溝槽 916 重新形成於多重成分靶材之中。

在本發明實施例之高壓範圍下，RF 功率激發電漿離子，例如 Ar，且高壓和 Ar 離子碰撞將提高離子分率。諸如氬(Kr)或氙(Xe)之較重氣體造成更有效地散射而降低離子的水平速度。此尤其有利於較重的金屬沉積，例如鉭(Ta)、鎢(W)等。本發明之實施例能達到高膜均勻性和階梯覆蓋率。

根據本發明之實施例，施加至靶材的 RF 功率和高壓可

於靶材附近產生高密度電漿。當濺射物種通過電漿時，其遭離子化，因而大幅提高電漿的離子/中性粒子比。此外，濺射物種在高壓大氣下行進至基材時會發生許多碰撞，此有助於降低平行基材方向的物種能量及增加其垂直方向性。由於原子在靶材附近、而非基材表面附近離子化(因電漿受電磁管的不對稱 B 場限制)，離子速度不像其他方法般垂直，例如離子化金屬電漿(IMP)，故可提供較佳的側壁/階梯覆蓋率。

利用耦接多重成分靶材的 RF-DC 功率源提供不對稱和不平衡性能讓電子朝靶材中心和電漿中心徑向移動，以助於提高離子化程度和靶材利用率。

此製程之階梯覆蓋率可改善的理由如下。高密度電漿在靶材下方形成，故金屬物種通過電漿時即遭離子化。高壓和高 RF 功率提高 RF 電漿密度，意即提高電子和 Ar⁺的密度。高壓亦縮短平均自由徑，使得金屬物種更易被電子或 Ar⁺撞擊及離子化。此外，濺射金屬在基材表面附近有較低的水平速度，故金屬離子更易下拉至基材。金屬物種具低速乃因其遭 Ar⁺多重任意散射而喪失沿著水平方向的原速度所致，高壓更進一步加強此現象。故根據本發明之實施例，可由多重成分靶材形成均勻膜組成，且具良好階梯覆蓋率、均勻厚度、預定組成比和 R_s 值。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精

神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

為讓本發明之上述特徵更明顯易懂，可配合參考實施例說明，其部分乃繪示如附圖式。須注意的是，雖然所附圖式揭露本發明特定實施例，但其並非用以限定本發明之精神與範圍，任何熟習此技藝者，當可作各種之更動與潤飾而得等效實施例。

第 1A 圖為根據本發明一實施例之腔室的截面圖。

第 1B 圖為根據本發明一實施例之腔室的等角視圖。

第 2 圖為根據本發明一實施例之第 1A 圖腔室的局部特寫截面圖。

第 3A 圖為根據本發明一實施例之第 1A 圖腔室的局部特寫截面圖。

第 3B 圖為根據本發明一實施例之第 1A 圖腔室的局部上視圖。

第 3C 圖為根據本發明一實施例之第 1A 圖腔室的局部上視圖。

第 4A 圖為根據本發明一實施例，從靶材側觀察之電磁管的等角視圖。

第 4B 圖為根據本發明一實施例之電磁管的局部底部視圖。

第 4C 圖為根據本發明一實施例之電磁管的局部底部視圖。

第 4D 圖為根據本發明一實施例之電磁管的局部底部視圖。

第 4E 圖為根據本發明一實施例之電磁管的局部上視圖。

第 5A 圖為根據本發明一實施例之製程套組的局部截面圖。

第 5B 圖為傳統製程套組的局部截面圖。

第 6 圖為根據本發明一實施例之阻抗控制器的示意圖。

第 7A-7H 圖繪示用以形成 CMOS 型積體電路的製程實例截面。

第 8 圖繪示濺射製程期間的粒子彈性碰撞。

第 9 圖繪示濺射腔室中多重部件靶材的濺射分布。

第 10A-10C 圖繪示處理期間形成於濺射靶材的侵蝕軌跡。

第 11 圖繪示根據本發明一實施例之沉積膜方法的流程圖。

為助於了解，各圖中共通的元件儘可能以相同的元件符號表示。應理解某一實施例所揭露的元件和特徵結構當可併入其他實施例，而不需特別提及。

【主要元件符號說明】

100	腔室	101	主體
102	接頭	103A	移送室
103	叢集工具	104	側壁
105	基材	105A	邊緣
105B	表面	106	底壁
108	處理組件	110	處理區
120	基座組件	122	升降機構
123	舉升銷	124	風箱
126	支撐件	126A	導電層/電極
127	基材接收面	128	外殼
129	周圍邊緣	130	蓋組件
132	靶材	133、135	表面
134	背側區	136	隔離器
139A	軸桿	141	控制器
142	氣源	143	電源供應器
144、148	導管	146	排氣口
147	閘閥	149	泵
150、165	製程套組	160	屏蔽
168	環組件	170、170A	蓋環
180	隔離環組件	181	RF 源
181A	RF 功率源	181B	RF 匹配
182	DC 源	182A	DC 電源供應器
184	進料器	184A-B	表面
185	導電壁	186	屏蔽

- | | | | |
|---------|--------|-----------------|--------|
| 189 | 電磁管系統 | 190 | 控制器 |
| 191 | 蓋包殼 | 192、194 | 軸 |
| 193 | 馬達 | 193A | 軸桿 |
| 193B | 介電層 | 214 | 內面 |
| 216 | 邊緣 | 220 | 接頭 |
| 221 | 階梯 | 250 | 隔離環 |
| 252、254 | 壁 | 256 | 支撐邊 |
| 258、268 | 內圍 | 260、266、272 | 表面 |
| 262、270 | 外圍 | 264 | 接觸面 |
| 267 | 支撐環 | 267A | 彈簧配件 |
| 276 | 溝槽 | 278 | 轉折點 |
| 402 | 間隙 | 410 | 徑向移位機構 |
| 412、419 | 樞軸 | 413 | 旋轉板 |
| 414 | 橫臂 | 414A | 鉗夾 |
| 415 | 平衡錘 | 416、417 | 保險桿 |
| 420 | 源電磁管組件 | 421-422、424-425 | 磁極 |
| 423、431 | 磁鐵 | 424A、425A | 極片板 |
| 426、427 | 間隙 | 429 | 極片 |
| 441 | 角度 | 491、492 | 軸 |
| 502 | 沉積環 | 503、504 | 表面 |
| 510 | 環形圈 | 516 | 外圍 |
| 530 | 基座接地組件 | 531 | 平板 |
| 532 | 彈簧 | 554 | 間隙 |
| 561 | 支撐部 | 571、571A | 內圍 |

- | | | | |
|-----------------|----------|----------------------------------|--------|
| 572 | 突沿 | 573、573A | 表面 |
| 605 | 外殼 | 610 | 電容器 |
| 616 | 輸入 | 618 | 電路 |
| 620 | 電感器 | 621 | 電阻器 |
| 622 | 介面 | 624 | 處理器 |
| 626 | 控制器 | 628 | 馬達 |
| 662、663 | 感應器 | 700 | 電晶體 |
| 702 | 基材 | 704 | STI |
| 706 | 介面層 | 708 | 介電層 |
| 710 | 多晶矽(層) | 711 | 閘極結構 |
| 712 | 源極/汲極區 | 714 | 氮化層 |
| 716 | 矽化物 | 717 | 間隔物 |
| 718 | 金屬沉積前介電層 | 720 | 溝槽 |
| 722-723、725 | 閘極 | 724 | 金屬 |
| 800、802 | 圖式 | 900 | 濺射分布 |
| 902 | 餘弦分布 | 904 | 過度餘弦分布 |
| 906、914 | 靶材 | 910 | 靶材組件 |
| 912 | 背板 | 916 | 侵蝕溝槽 |
| 918 | 中心區 | 919 | 再沉積區 |
| 920 | 外緣區 | 1100 | 方法 |
| 1102、1104、1106 | 步驟 | A | 長度 |
| C | 箭頭 | C ₁₁ 、C ₁₂ | 方向 |
| C ₂₁ | RF 電流 | D | 半徑 |
| D1、D2 | 直徑 | E | 電場 |

F	輸送點	M	中心
m1、m2	質量/粒子	N	北極
O	距離	P	電漿
PR	電漿區	R	旋轉
R ₁ 、R ₂	方向	S	南極
T	延長線	V	方向

七、申請專利範圍：

1. 一種電漿處理腔室，包含：

一靶材，具有接觸一處理區的一第一表面和與該第一表面相對的一第二表面；

一射頻(RF)電源供應器，耦接該靶材；

一直流(DC)電源供應器，耦接該靶材；

一基材支撐件，具有一基材接收面；以及

一電磁管，鄰接該靶材的該第二表面設置，其中該電磁管包含：

一外磁極，包含複數個磁鐵；以及

一內磁極，包含複數個磁鐵，其中該外磁極和該內磁極構成一開迴路電磁管組件。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之電漿處理腔室，更包含：

一中央進料器，電氣耦接該靶材且具有一第一表面和一第二表面，其中該 RF 電源供應器耦接該第一表面，該第二表面耦接該靶材，且該中央進料器設在該靶材的一中心軸上。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之電漿處理腔室，更包含一中央進料器，電氣耦接該靶材且具有一截面，該截面在一第一表面與一第二表面間延伸且對稱於一第一

軸，其中該 RF 電源供應器耦接該第一表面，一直徑深寬比為約 0.001/mm 至約 0.025/mm，且其中該截面之表面在該第一表面與該第二表面間延伸。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之電漿處理腔室，更包含：

一接地屏蔽，至少部分圍住一部分的該處理區且電氣耦接一接地；

該基材支撐件更包含一電極設置在該基材接收面下方；

一蓋環；以及

一沉積環，設置在一部分的該基材支撐件上方，其中在處理期間，該蓋環設置於一部分的該沉積環上，該蓋環電氣絕緣於該接地，該沉積環和該蓋環設置在該靶材底下的該基材接收面下方。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之電漿處理腔室，更包含：

一可變電容器，設置在該電極與該接地之間；以及

一控制器，適於在處理期間調整該可變電容器的一電容量。

6. 一種電漿處理腔室，包含：

一靶材，具有接觸一處理區的一第一表面、與該第

- 一表面相對的一第二表面，和一邊緣；
- 一射頻(RF)電源供應器，耦接該靶材；
- 一基材支撐件，具有一基材接收面；
- 一馬達，具有一軸桿，該軸桿具有一轉軸；以及
- 一電磁管，鄰接該靶材的該第二表面設置，其中該電磁管包含：

- 一橫臂，耦接該軸桿；
- 一平板，從一樞點耦接該橫臂，其中該樞點相距該轉軸一距離；以及
- 一外磁極和一內磁極，耦接該平板且形成一開迴路電磁管組件。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之電漿處理腔室，其中當朝一第一方向旋轉時，該平板的一質心經配置以從該轉軸移動一第一距離，且當朝一第二方向旋轉時，該平板的該質心經配置以從該轉軸移動一第二距離。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述之電漿處理腔室，其中當該軸桿朝一第一方向旋轉時，該平板的一質心經配置以按一第三方向繞著該樞點旋轉，且當該軸桿朝與該第一方向相反之一第二方向旋轉時，該平板的該質心經配置以按一第四方向繞著該樞點旋轉。

9. 如申請專利範圍第 6 項所述之電漿處理腔室，其中

該外磁極和該內磁極形成一弧形的一部分。

10. 如申請專利範圍第 6 項所述之電漿處理腔室，更包含：

一接地屏蔽，至少部分圍住一部分的該處理區且電氣耦接一接地；

該基材支撐件更包含一電極，設置在該基材接收面下方；

一蓋環；以及

一沉積環，設置在一部分的該基材支撐件上方，其中在處理期間，該蓋環是設置於一部分的該沉積環上，該蓋環電氣絕緣於該接地，且該沉積環和該蓋環設置於該靶材底下的該基材接收面下方。

11. 一種電漿處理腔室，包含：

一靶材，具有接觸一處理區的一第一表面、與該第一表面相對的一第二表面，和一邊緣；

一射頻(RF)電源供應器，耦接該靶材；

一基材支撐件，具有一基材接收面；

一馬達，具有一軸桿，該軸桿具有一轉軸；

一電磁管，鄰接該靶材的該第二表面設置，其中該電磁管包含：

一外磁極和一內磁極，同心於延伸穿過一中心點的一第一軸，並且形成一閉合迴路電磁管組件，

其中設置於該內磁極和該外磁極中的複數個磁鐵不對稱於一第二軸，該第二軸延伸穿過該中心點且垂直該第一軸；以及

一中央進料器，電氣耦接該靶材且具有一第一表面和一第二表面，其中該 RF 電源供應器耦接該第一表面，該第二表面耦接該靶材，且該中央進料器設在該靶材的一中心軸上。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之電漿處理腔室，更包含：

一接地屏蔽，至少部分圍住一部分的該處理區且電氣耦接一接地；

該基材支撐件更包含一電極設置在該基材接收面下方；

一蓋環；以及

一沉積環，設置在一部分的該基材支撐件上方，其中在處理期間，該蓋環設置於一部分的該沉積環上，該蓋環電氣絕緣於該接地，且該沉積環和該蓋環設置於該靶材底下的該基材接收面下方。

13. 一種電漿處理腔室，包含：

一靶材，具有接觸一處理區的一第一表面和與該第一表面相對的一第二表面；

一射頻 (RF) 電源供應器，耦接該靶材；

一 接地屏蔽，至少部分圍住一部分的該處理區且電氣耦接一接地；以及

一 基材支撐組件，包含：

一 支撐件，具有一基材接收面位於該靶材下方；

一 蓋環；以及

一 沉積環，設置在一部分的該支撐件上方，其中當一基材於處理期間設置在該基材接收面上時，該蓋環設置於一部分的該沉積環上，該蓋環電氣絕緣於該接地，且該沉積環和該蓋環設置於該基材接收面下方；以及

一 中央進料器，電氣耦接該靶材且具有一第一表面和一第二表面，其中該 RF 電源供應器耦接該第一表面，該第二表面耦接該靶材，且該中央進料器設在該靶材的一中心軸上。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之電漿處理腔室，更包含：

一 馬達，具有一軸桿，該軸桿具有一轉軸；以及

一 電磁管，鄰接該靶材的該第二表面設置，其中該電磁管包含：

一 外磁極和一內磁極，同心於延伸穿過一中心點的一第一軸，並且形成一閉合迴路電磁管組件，其中設置於該內磁極和該外磁極中的複數個磁鐵不對稱於一第二軸，該第二軸延伸穿過該中心點且垂

直該第一軸。

15. 如申請專利範圍第 13 項所述之電漿處理腔室，更包含：

一電極，設置於該支撐件中；

一可變電容器，設置在該電極與該接地之間；以及

一控制器，適於在處理期間調整該可變電容器的一電容量。

16. 如申請專利範圍第 13 項所述之電漿處理腔室，更包含：

一馬達，具有一軸桿，該軸桿具有一轉軸；以及

一電磁管，鄰接該靶材的該第二表面設置，其中該電磁管包含：

一外磁極，包含複數個磁鐵；以及

一內磁極，包含複數個磁鐵，其中該外磁極和該內磁極形成一開迴路電磁管組件。

17. 如申請專利範圍第 13 項所述之電漿處理腔室，更包含一中央進料器，電氣耦接該靶材且具有一截面，該截面在一第一表面與一第二表面間延伸且對稱於一第一軸，其中該 RF 電源供應器耦接該第一表面，一直徑深寬比為約 0.001/mm 至約 0.025/mm，且其中該截面之表面在該第一表面與該第二表面間延伸。

18. 一種沉積一薄膜的方法，包含以下步驟：

利用一射頻(RF)電源供應器，在一腔室的一處理區中形成一電漿，該 RF 電源供應器耦接該腔室中的一多重成分靶材，該多重成分靶材具有接觸該腔室之該處理區的一第一表面和與該第一表面相對的一第二表面；

相對該多重成分靶材平移一電磁管，其中平移該電磁管且該電漿形成的同時，該電磁管位於相對該多重成分靶材的一中心點之一第一位置；以及

沉積一多重成分膜至設在該腔室中之一基材支撐件上的一基材上。

19. 一種沉積一薄膜至一基材上的方法，包含以下步驟：

輸送能量到在一腔室之一處理區中形成的一電漿，其中輸送能量包含自一射頻(RF)電源供應器輸送一 RF 功率至一多重成分靶材，以及自一直流(DC)電源供應器輸送一 DC 功率至該多重成分靶材，該多重成分靶材具有接觸該腔室之該處理區的一第一表面和與該第一表面相對的一第二表面；

相對該多重成分靶材平移一電磁管，其中平移該電磁管且該電漿形成的同時，該電磁管位於相對該多重成分靶材的一中心點之一第一位置；

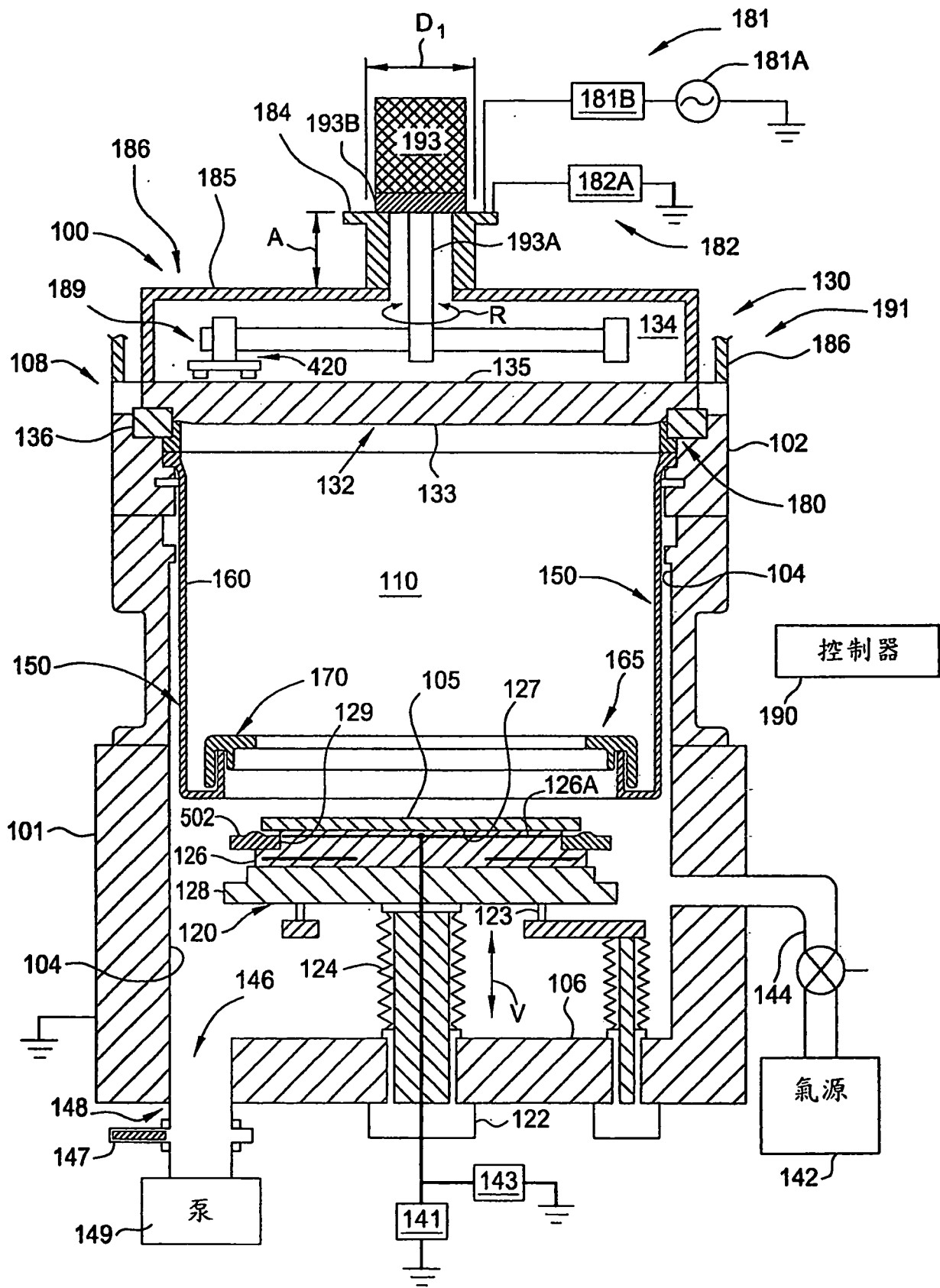
調整一電極上的一偏壓電壓，該電極設置在一基材支撐件的一基材接收面附近，其中藉由改變一可變電容

器的一電容來調整該偏壓電壓，以控制在該電極處相對於一電接地所達到的該偏壓電壓；

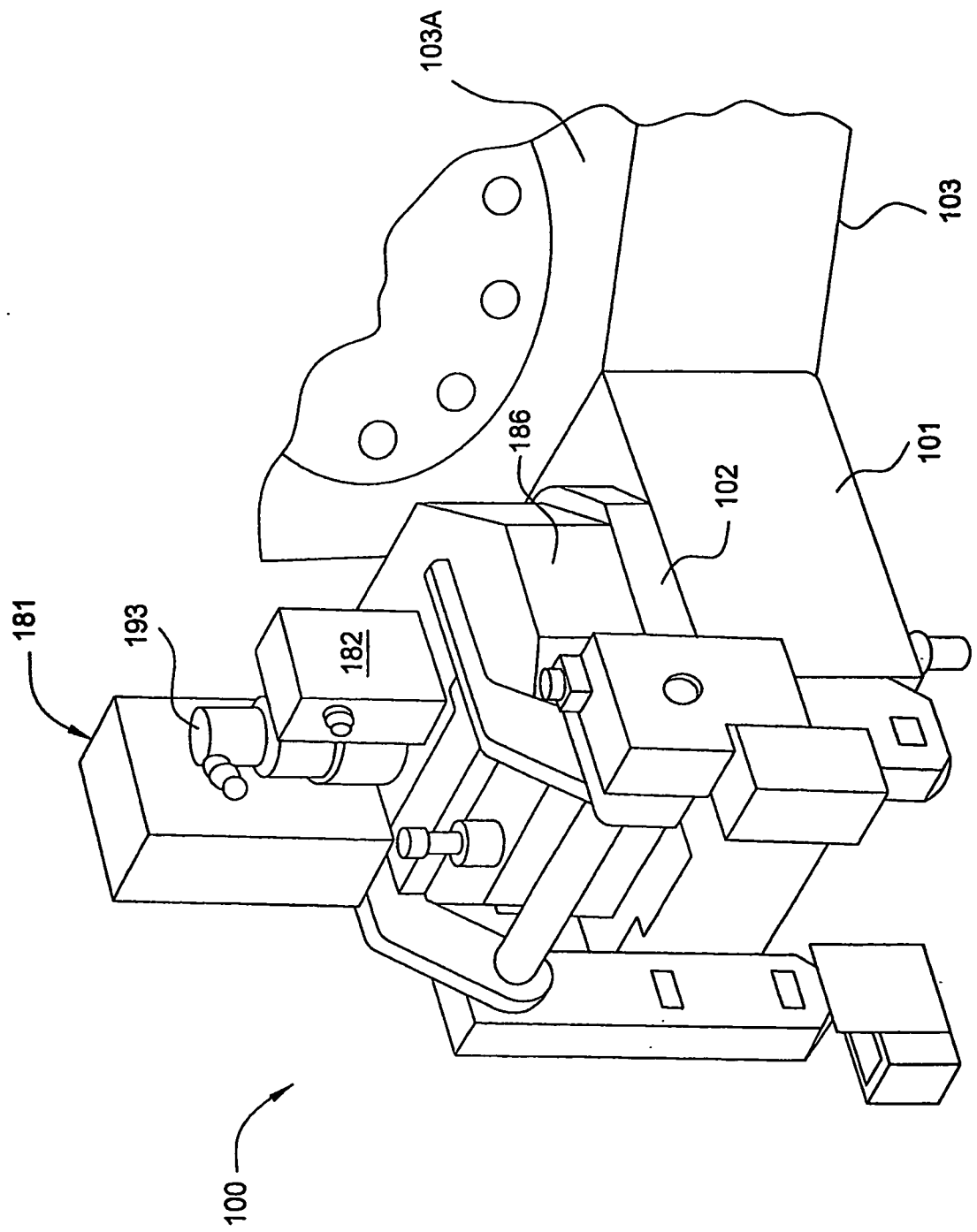
加壓該處理區達至少 20 毫托耳；以及

沉積一金屬合金膜至設置在該基材接收面上的一基材上。

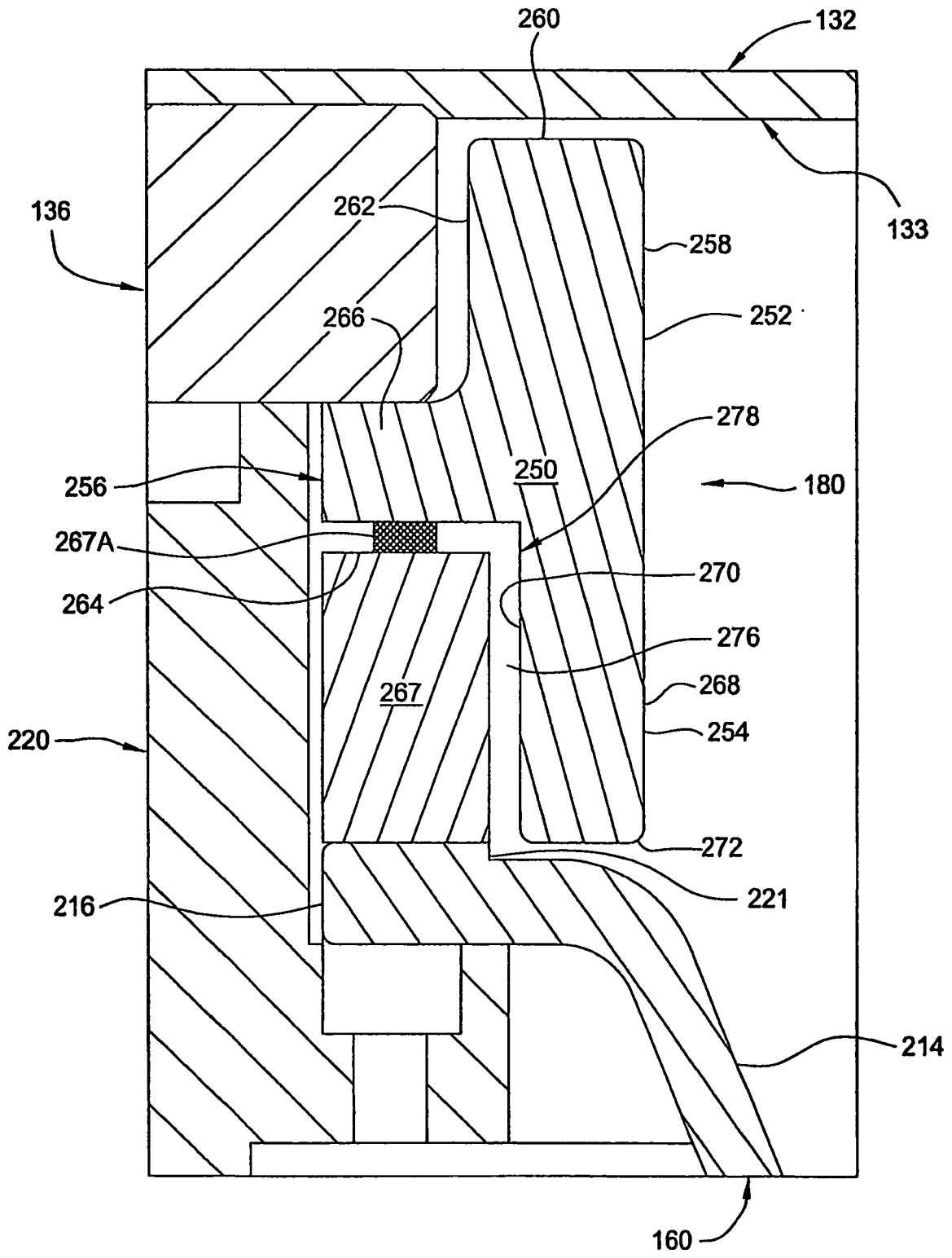
八、圖式：



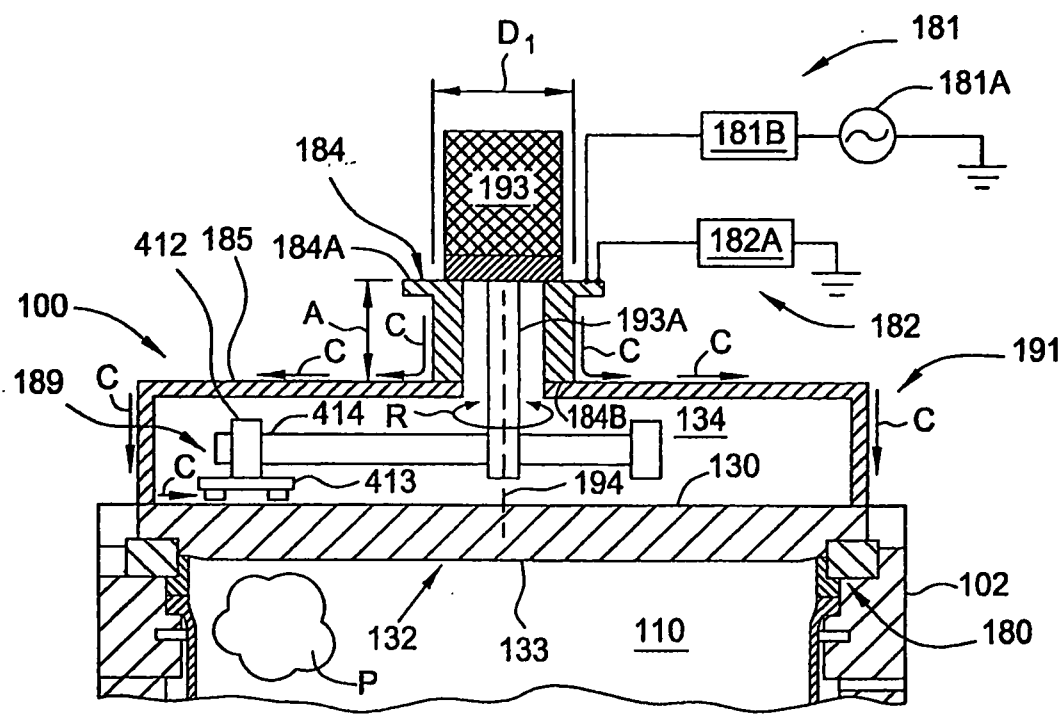
第1A圖



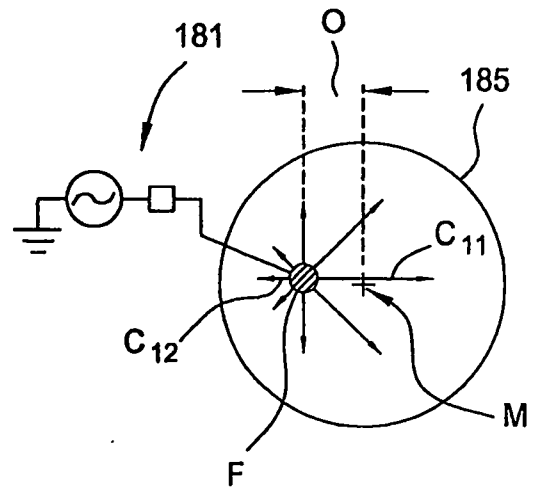
第1B圖



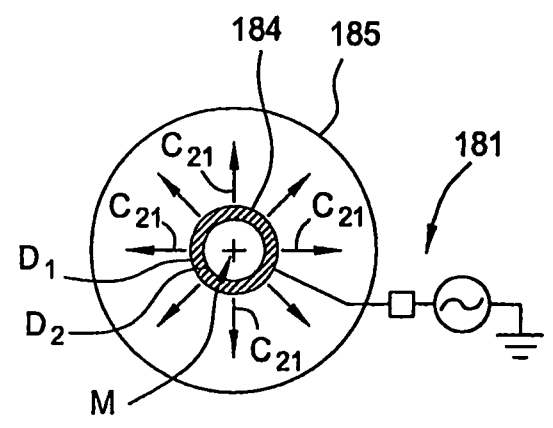
第2圖



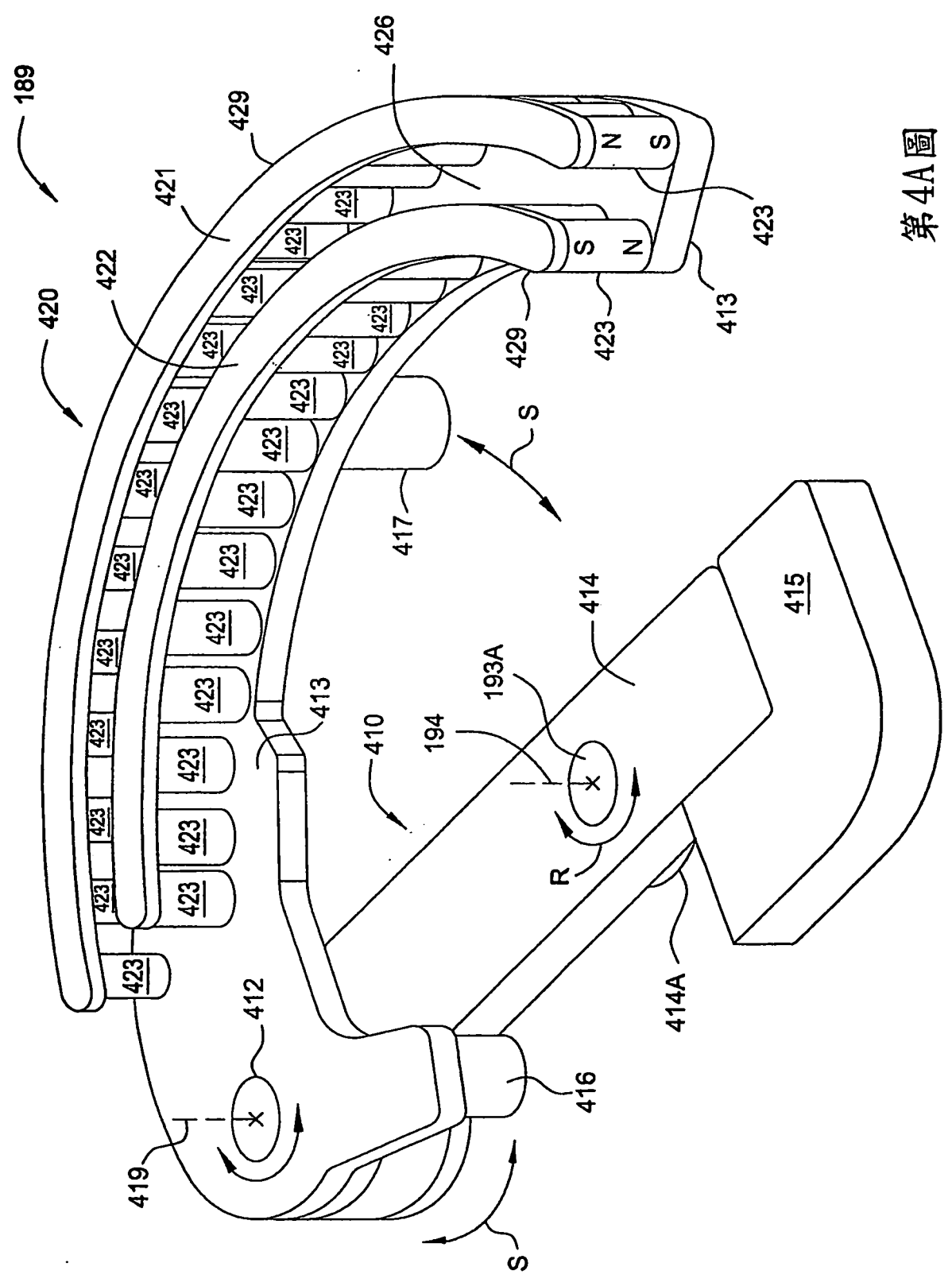
第3A圖



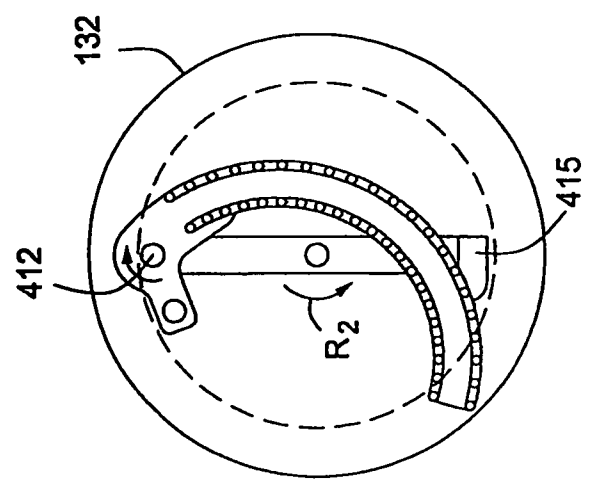
第3B圖



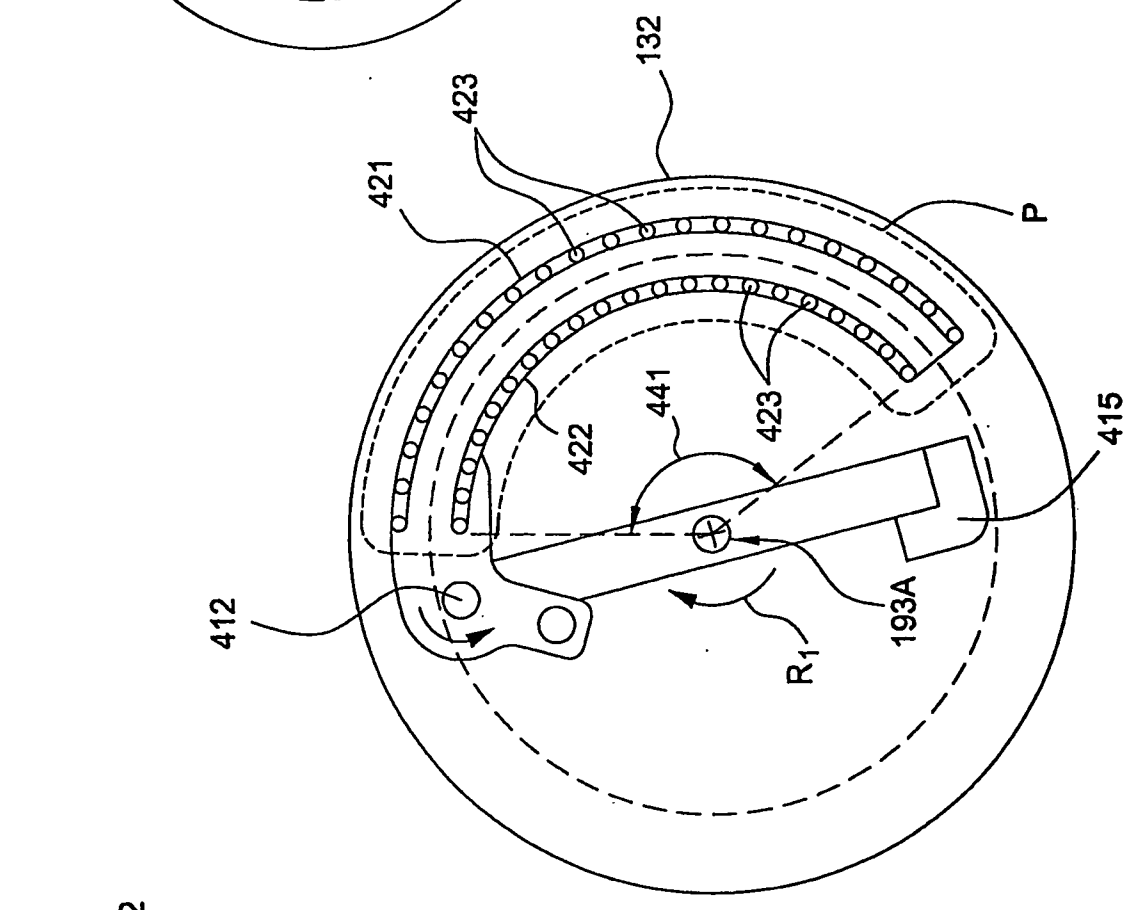
第3C圖



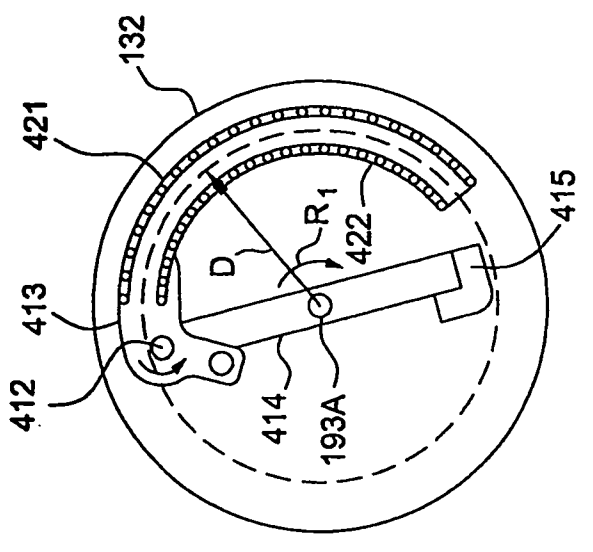
第4A圖



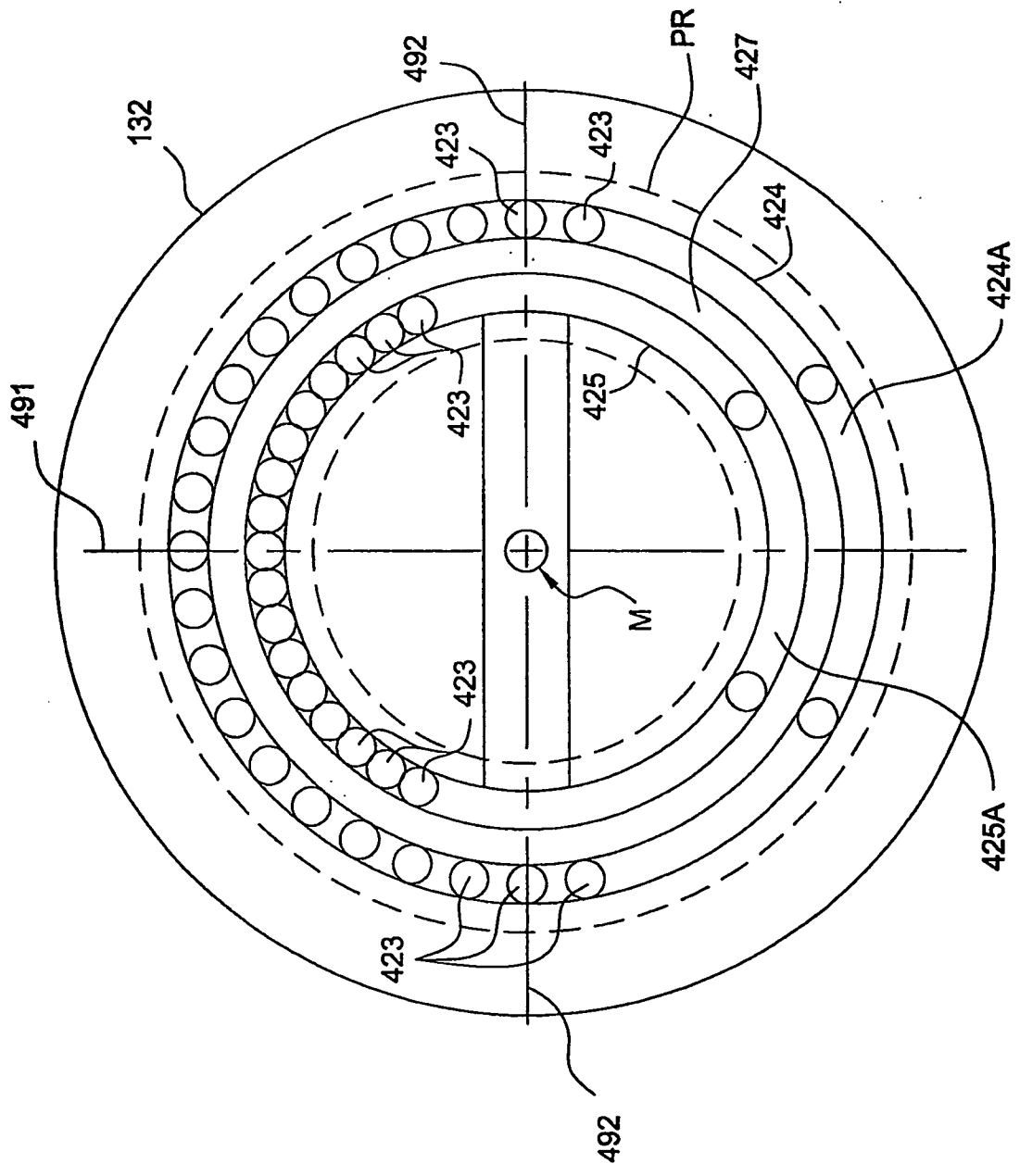
第4C圖



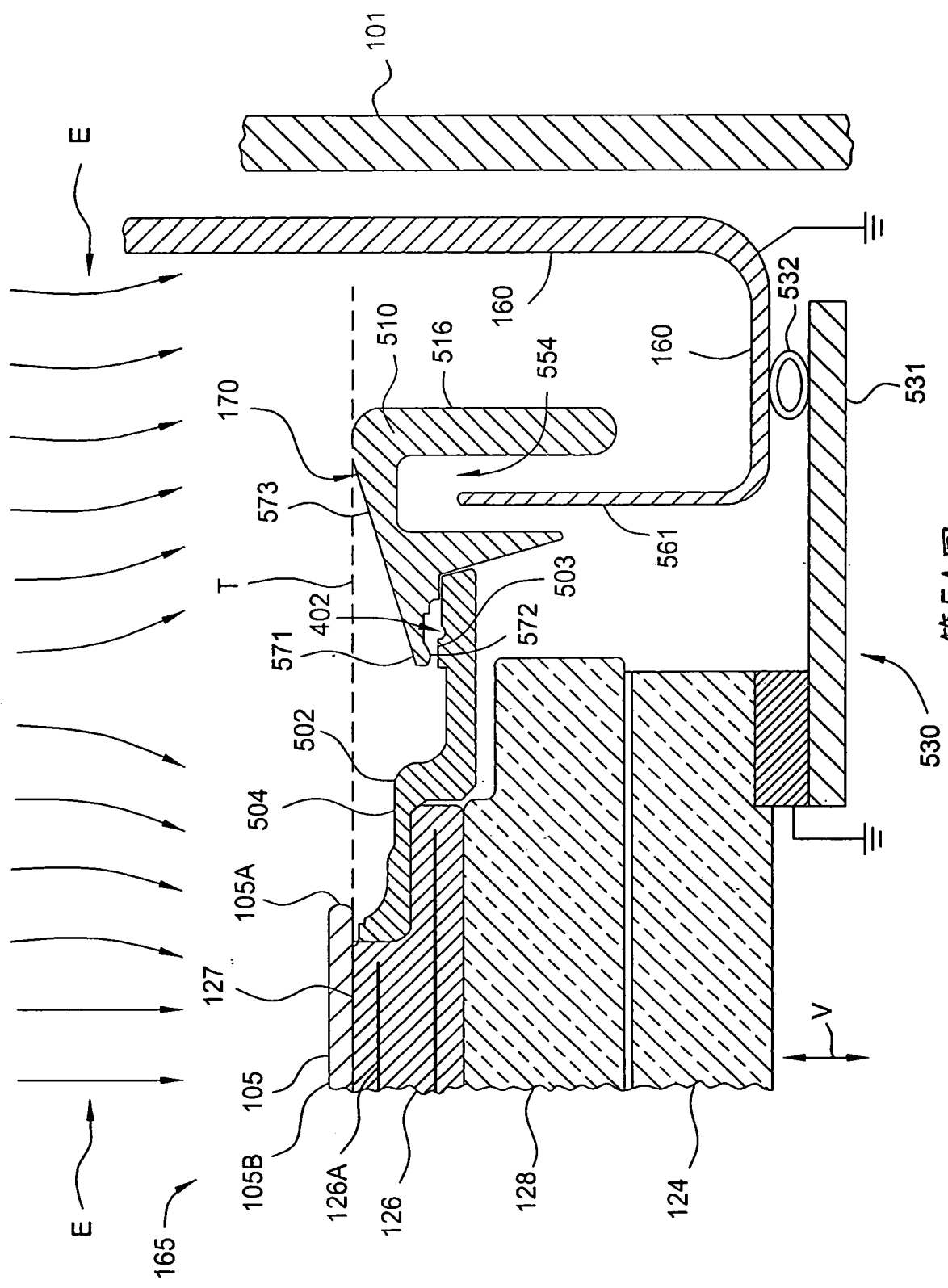
第4D圖



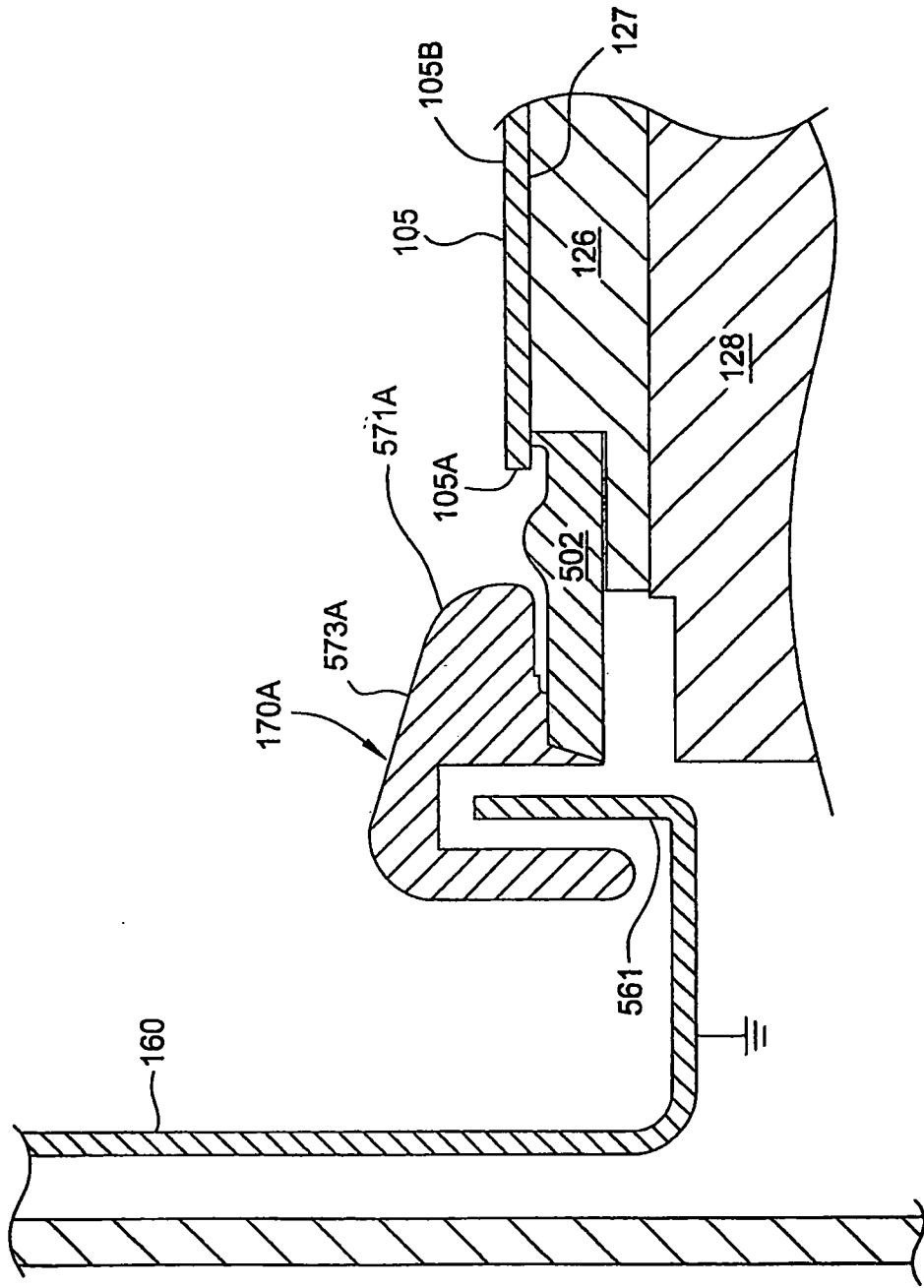
第4B圖



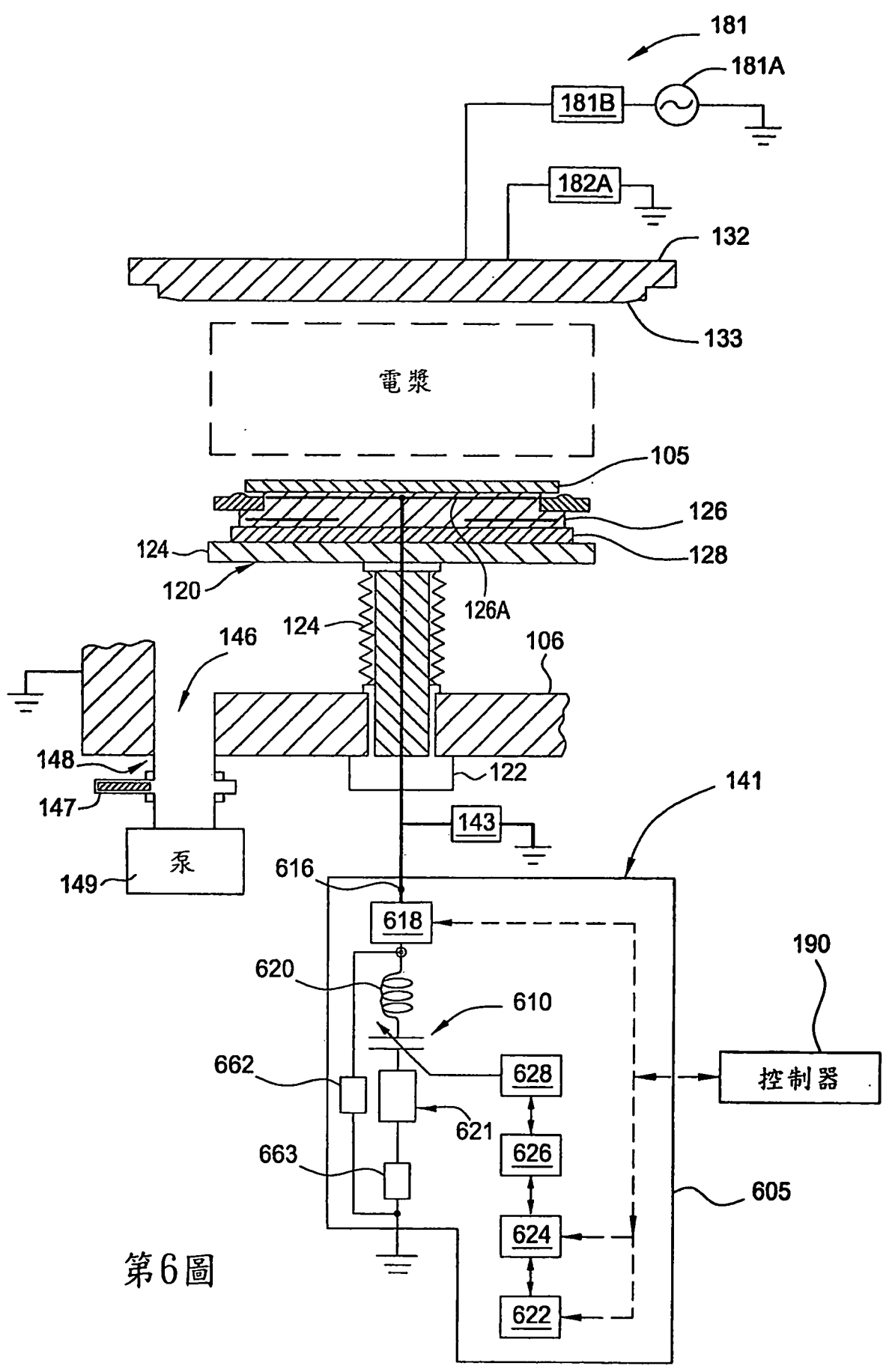
第4E圖



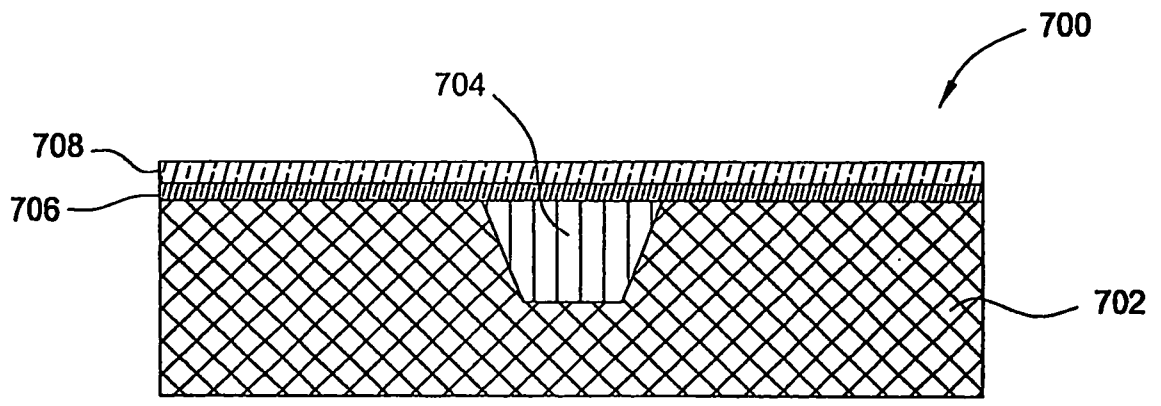
第 5A 圖



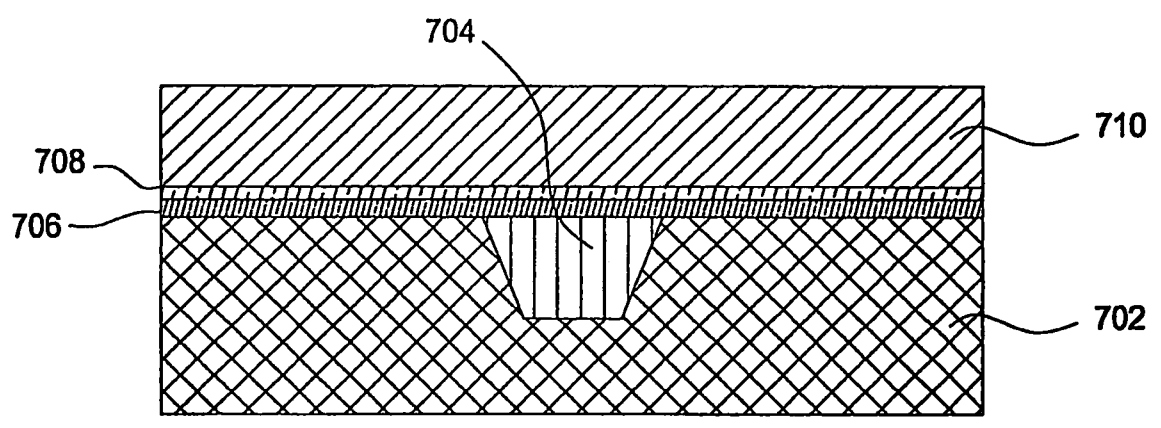
第5B圖



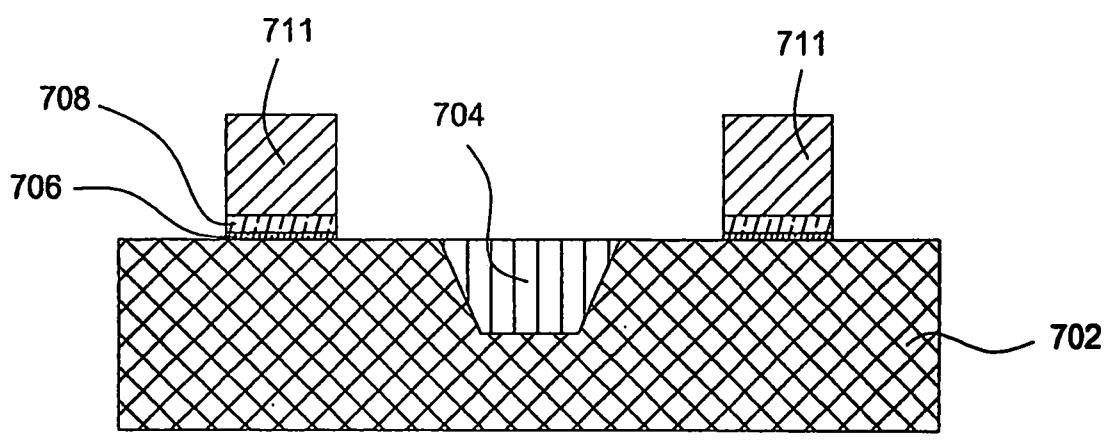
第6圖



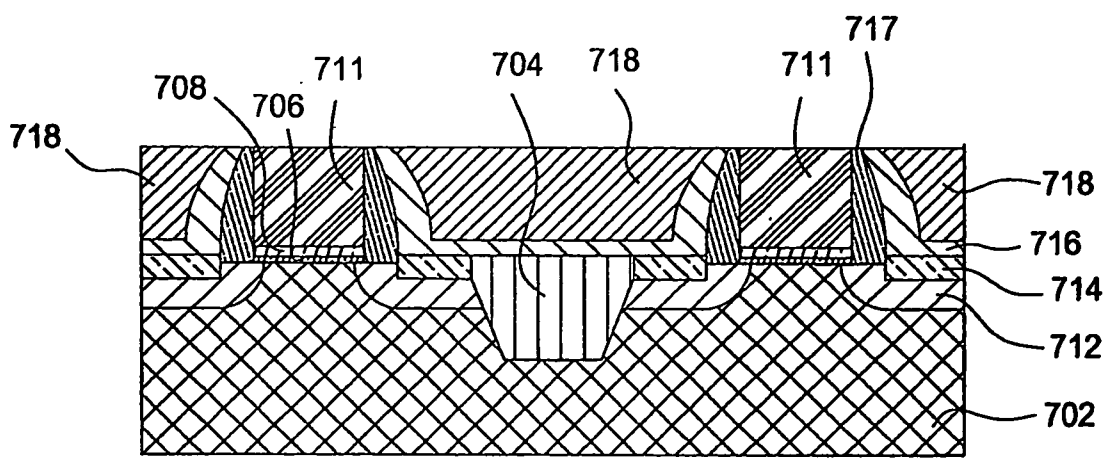
第7A圖



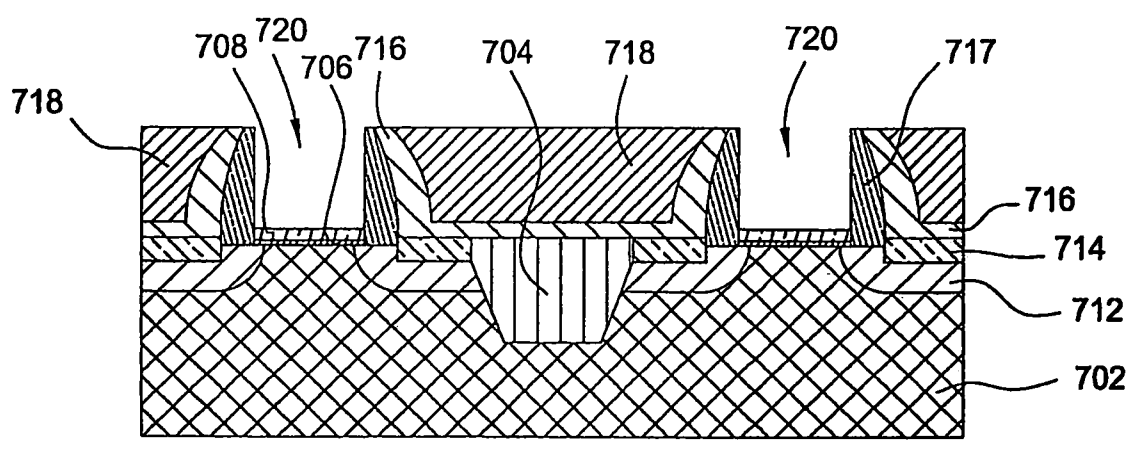
第7B圖



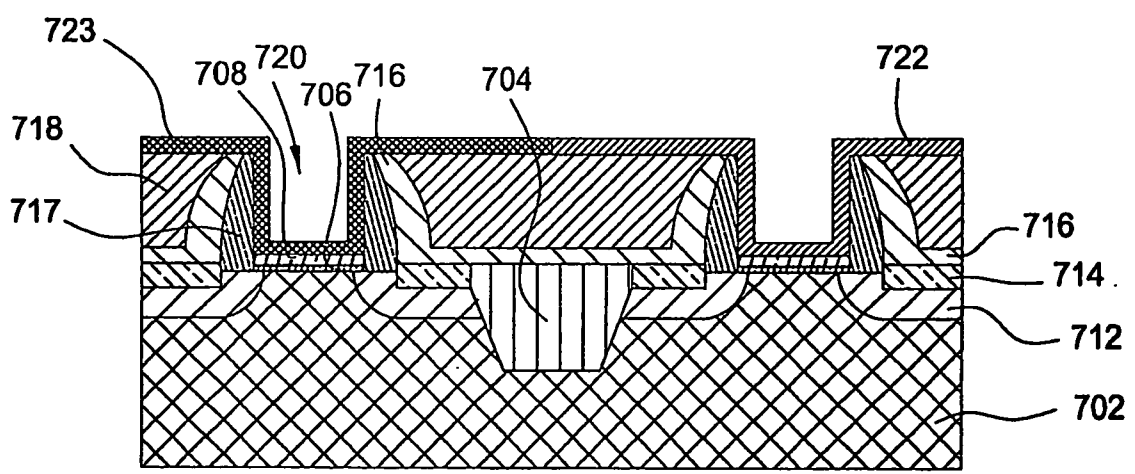
第7C圖



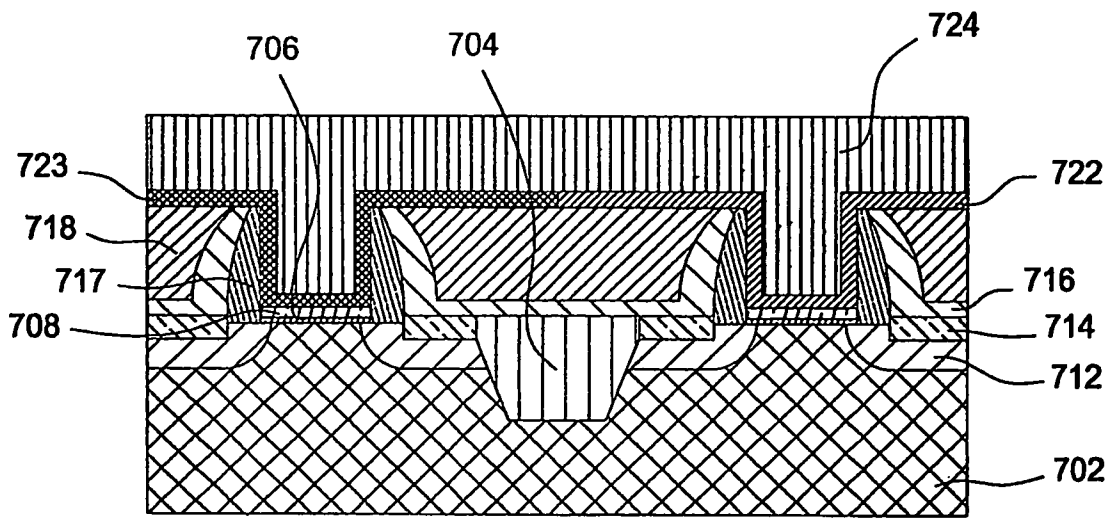
第7D圖



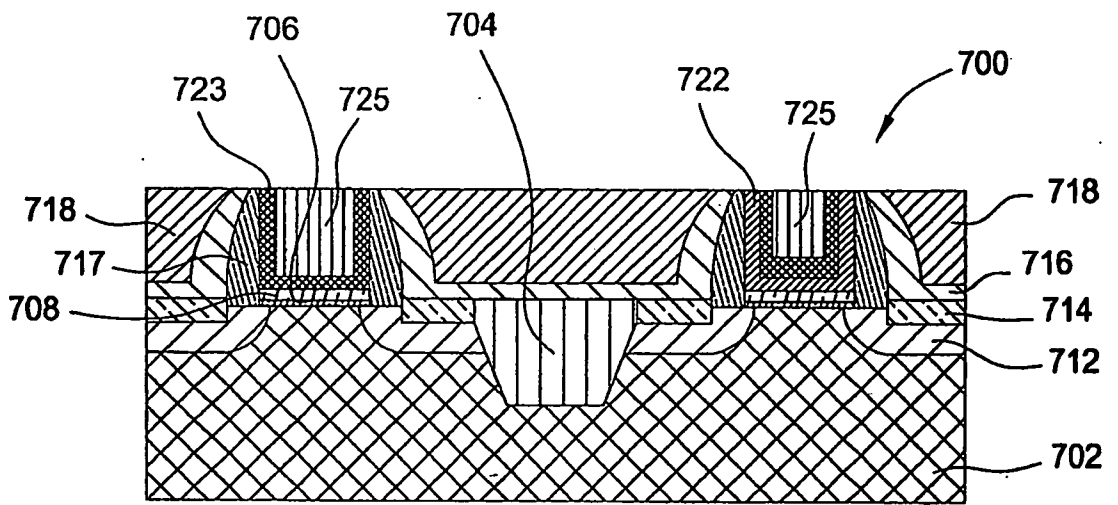
第7E圖



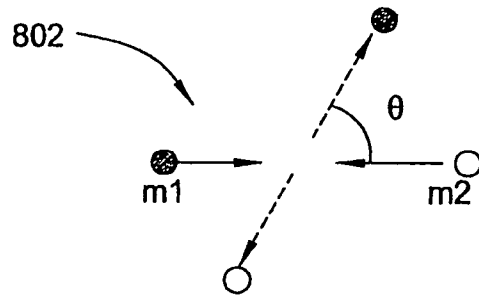
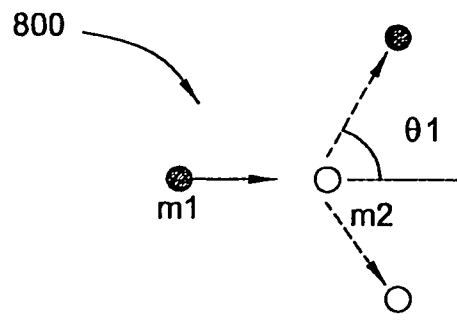
第7F圖



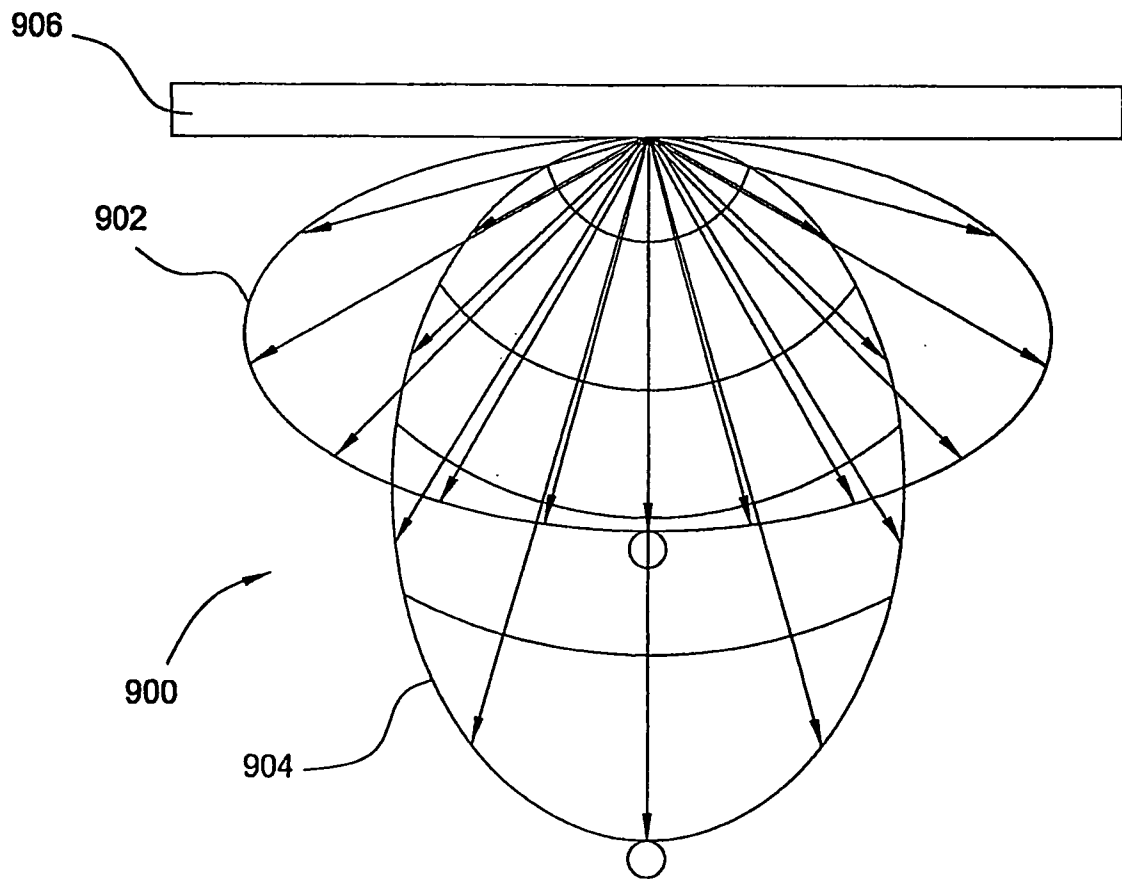
第7G圖



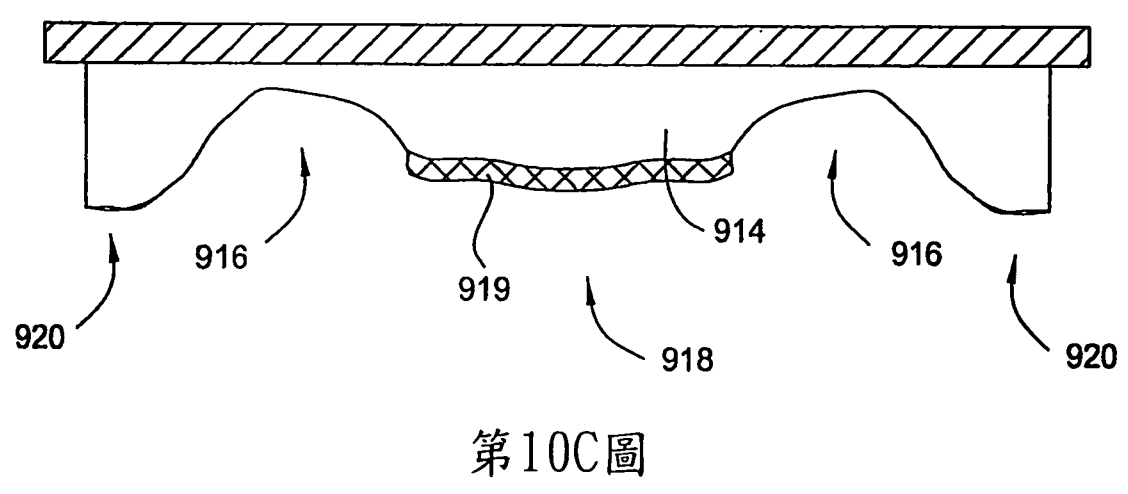
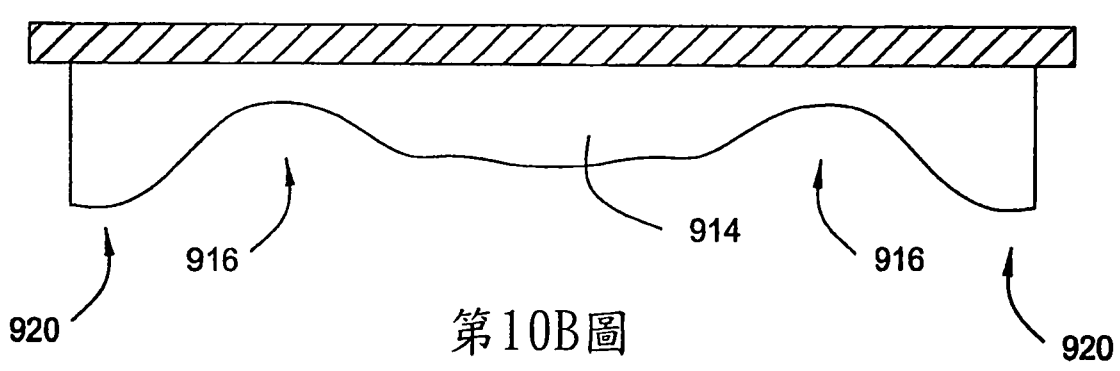
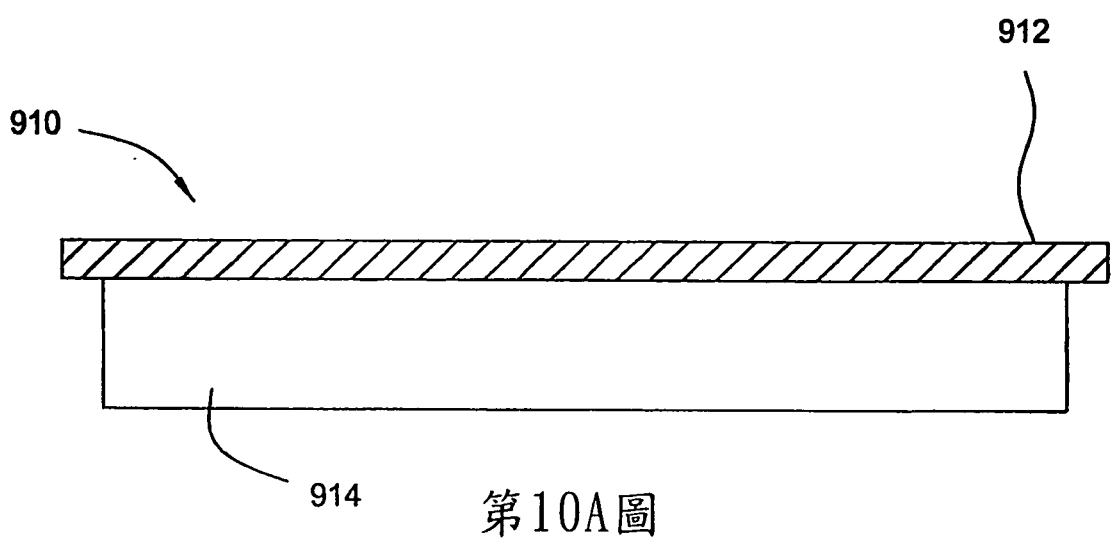
第7H圖

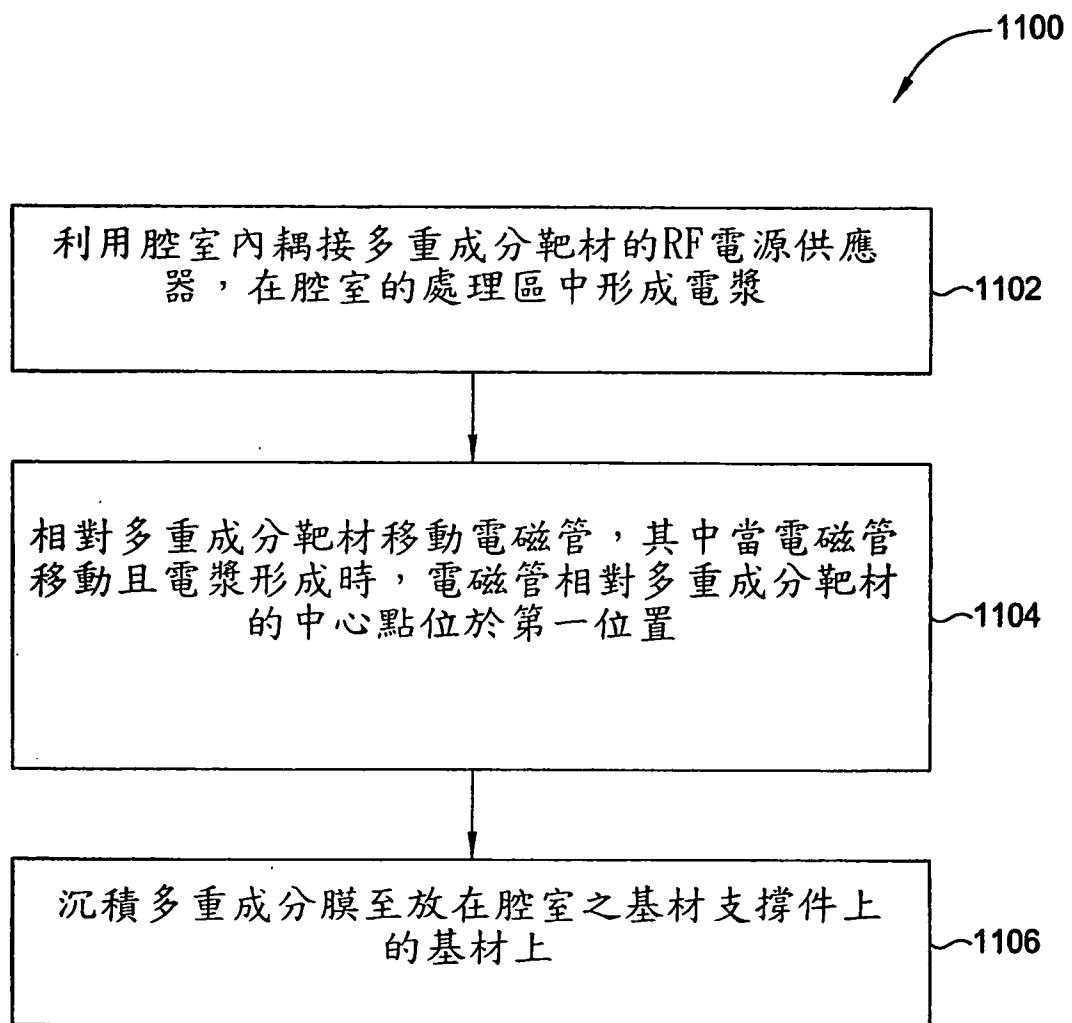


第8圖



第9圖





第11圖