



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I835901 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 03 月 21 日

(21)申請案號：108138595

(22)申請日：中華民國 108 (2019) 年 10 月 25 日

(51)Int. Cl. : H01J37/32 (2006.01)

C23C16/505 (2006.01)

(30)優先權：2018/11/21 美國

62/770,547

(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：李曉璞 LI, XIAOPU (CN)；貝拉 卡羅 BERA, KALLOL (IN)；韓蒙得五世 愛德華 P HAMMOND, IV, EDWARD P. (US)；白宗薰 BAEK, JONGHOON (KR)；班莎 阿米特庫瑪 BANSAL, AMIT KUMAR (US)；馬駿 MA, JUN (CN)；小林悟 KOBAYASHI, SATORU (JP)

(74)代理人：李世章；彭國洋

(56)參考文獻：

TW 201345322A

TW 201709774A

EP 2190004A2

US 5314603A

US 5436424A

US 5964947A

US 2014/0302256A1

審查人員：曾宏仁

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：5 共 40 頁

(54)名稱

用於使用相位控制來調整電漿分佈的裝置

(57)摘要

本文中所述的實施例與用於處理腔室中的射頻(RF)相位控制的裝置及技術相關。處理容積藉由面板電極及支撐托座界定在處理腔室中。接地筒與處理容積相對地圍繞支撐托座設置在處理腔室內。接地筒實質填充支撐托座下方除處理容積以外的容積。相位調諧器電路耦接到設置在支撐托座中的 RF 網格、及面板電極。調諧器電路調整面板電極的相位與 RF 網格的相位之間的相位差。

Embodiments described herein relate to apparatus and techniques for radio frequency (RF) phase control in a process chamber. A process volume is defined in the process chamber by a faceplate electrode and a support pedestal. A grounding bowl is disposed within the process chamber about the support pedestal opposite the process volume. The grounding bowl substantially fills a volume other than the process volume below the support pedestal. A phase tuner circuit is coupled to an RF mesh disposed in the support pedestal and the faceplate electrode. The tuner circuit adjusts a phase difference between a phase of the faceplate electrode and a phase of the RF mesh.

指定代表圖：

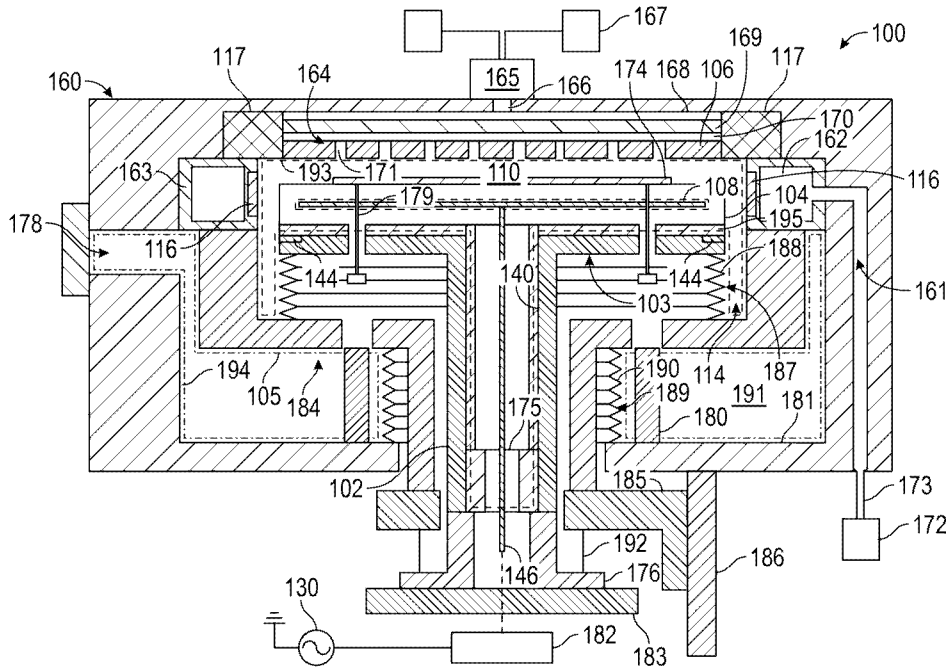


圖1A

符號簡單說明：

100:處理腔室

102:接地筒

103:第一部分

104:支撐托座

105:第二部分

106:面板

108:RF 網格

110:處理容積

112: 泵槽

114:吹掃間隙

115:環形襯墊

116:第一部分

117:第二部分

118:寬度

120:高度

122:高度

124:厚度

126:箭頭

128:支撐面

130:RF 電源

132:背表面

134:凸耳

136: 寬度

140: 桴

142:连接器

144:塊體

146:導電桿

160:腔室蓋

161: 泵送路徑

162: 泵送容積

163: 泵送板

164:氣體分佈組件

165:氣體歧管

166:氣體入口通路

167:氣體源

168:氣體箱

- 169:背板
- 170:增壓室
- 171:孔洞
- 172:泵
- 173:導管
- 174:基板
- 175:加熱器夾鉗
- 176:冷卻套殼
- 178:縫閥
- 179:升降銷
- 180:升降板
- 181:底部
- 182:RF 匹配電路
- 183:升降系統
- 184:接地路徑系統
- 185:第二部分載具
- 186:軌路
- 187:接地筒導體
- 188:波紋管
- 189:第二部分導體
- 190:波紋管
- 191:外容積
- 192:波紋管
- 193:主 RF 籠
- 194:輔助 RF 籠
- 195:熱屏障



I835901

【發明摘要】

【中文發明名稱】用於使用相位控制來調整電漿分佈的裝置

【英文發明名稱】APPARATUS FOR TUNING PLASMA DISTRIBUTION USING
PHASE CONTROL

【中文】

本文中所述的實施例與用於處理腔室中的射頻（RF）相位控制的裝置及技術相關。處理容積藉由面板電極及支撐托座界定在處理腔室中。接地筒與處理容積相對地圍繞支撐托座設置在處理腔室內。接地筒實質填充支撐托座下方除處理容積以外的容積。相位調諧器電路耦接到設置在支撐托座中的RF網格、及面板電極。調諧器電路調整面板電極的相位與RF網格的相位之間的相位差。

【英文】

Embodiments described herein relate to apparatus and techniques for radio frequency (RF) phase control in a process chamber. A process volume is defined in the process chamber by a faceplate electrode and a support pedestal. A grounding bowl is disposed within the process chamber about the support pedestal opposite the process volume. The grounding bowl substantially fills a volume other than the process volume below the support pedestal. A phase tuner circuit is coupled to an RF mesh disposed in the support pedestal and the faceplate electrode. The tuner circuit adjusts a phase difference between a phase of the faceplate electrode and a phase of the RF mesh.

【指定代表圖】第（1A）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 0	...	處 理 腔 室
1 0 2	...	接 地 筒
1 0 3	...	第 一 部 分
1 0 4	...	支 撐 托 座
1 0 5	...	第 二 部 分
1 0 6	...	面 板
1 0 8	...	R F 網 格
1 1 0	...	處 理 容 積
1 1 2	...	泵 槽
1 1 4	...	吹 掃 間 隙
1 1 5	...	環 形 襯 墊
1 1 6	...	第 一 部 分
1 1 7	...	第 二 部 分
1 1 8	...	寬 度
1 2 0	...	高 度
1 2 2	...	高 度
1 2 4	...	厚 度
1 2 6	...	箭 頭
1 2 8	...	支 撐 面
1 3 0	...	R F 電 源
1 3 2	...	背 表 面
1 3 4	...	凸 耳
1 3 6	...	寬 度

1 4 0	...	桿
1 4 2	...	連 接 器
1 4 4	...	塊 體
1 4 6	...	導 電 桿
1 6 0	...	腔 室 蓋
1 6 1	...	泵 送 路 徑
1 6 2	...	泵 送 容 積
1 6 3	...	泵 送 板
1 6 4	...	氣 體 分 佈 組 件
1 6 5	...	氣 體 歧 管
1 6 6	...	氣 體 入 口 通 路
1 6 7	...	氣 體 源
1 6 8	...	氣 體 箱
1 6 9	...	背 板
1 7 0	...	增 壓 室
1 7 1	...	孔 洞
1 7 2	...	泵
1 7 3	...	導 管
1 7 4	...	基 板
1 7 5	...	加 熱 器 夾 鉗
1 7 6	...	冷 卻 套 殼
1 7 8	...	縫 閥
1 7 9	...	升 降 銷

- 1 8 0 . . . 升 降 板
- 1 8 1 . . . 底 部
- 1 8 2 . . . R F 匹 配 電 路
- 1 8 3 . . . 升 降 系 統
- 1 8 4 . . . 接 地 路 徑 系 統
- 1 8 5 . . . 第 二 部 分 載 具
- 1 8 6 . . . 軌 路
- 1 8 7 . . . 接 地 筒 導 體
- 1 8 8 . . . 波 紋 管
- 1 8 9 . . . 第 二 部 分 導 體
- 1 9 0 . . . 波 紋 管
- 1 9 1 . . . 外 容 積
- 1 9 2 . . . 波 紋 管
- 1 9 3 . . . 主 R F 籠
- 1 9 4 . . . 輔 助 R F 籠
- 1 9 5 . . . 熱 屏 障

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】用於使用相位控制來調整電漿分佈的裝置

【英文發明名稱】 APPARATUS FOR TUNING PLASMA DISTRIBUTION
USING PHASE CONTROL

【技術領域】

【0001】 此申請案主張於2018年11月21日所提出的第62/770,547號的美國臨時專利申請案的權益，其整體內容以引用方式併入本文中。

【0002】 本揭示內容的實施例大致與半導體處理相關，且更具體而言是與用於藉由控制處理腔室中的RF電力的相位來調整處理腔室中的電漿的分佈的裝置及技術相關。

【先前技術】

【0003】 化學氣相沉積（CVD）用來在基板（例如半導體基板）上沉積膜。CVD一般是藉由將處理氣體引入到容納基板的處理腔室中來完成。處理氣體被引導通過氣體分佈組件且進入處理腔室中的處理容積。氣體分佈組件與基板相對地設置在處理容積中，該基板定位在托座上。

【0004】 可以藉由向處理腔室施加射頻（RF）電力將處理氣體通電（例如激發）以在處理容積中形成電漿。此稱為電漿增強CVD（PECVD）。RF電源可以耦接到托座及氣體分佈組件。RF電源向托座及氣體分佈組件提供RF電力以在托座與氣體分佈組件之間產生電容耦合的電漿。然而，寄生電漿可能產生在托座下方的處理腔室的下

方容積中。寄生電漿減少了電容耦合電漿的密度及穩定性，且因此減少了PECVD腔室的電力效率。

【0005】 因此，需要改善的PECVD腔室設計。

【發明內容】

【0006】 在一個實施例中，提供了一種裝置。該裝置包括：支撐托座，具有支撐面。導電網格被設置在該支撐托座中，且面板與該支撐面相對地設置。處理容積至少部分地由該支撐托座及該面板所界定。該裝置更包括：環狀接地筒，且該接地筒的第一部分與該處理容積相對地環繞該支撐托座。環形襯墊環繞該支撐托座、及該接地筒的該第一部分的至少一部分。相位控制電路耦接到該面板及該導電網格。

【0007】 在一個實施例中，提供了一種裝置，該裝置包括：支撐托座，具有支撐面。導電網格被設置在該支撐托座中，且面板與該支撐面相對地設置。處理容積至少部分地由該支撐托座及該面板所界定。該裝置更包括：環狀接地筒，且該接地筒的第一部分與該處理容積相對地環繞該支撐托座。環形襯墊環繞該支撐托座、及該接地筒的該第一部分的至少一部分。可調整變壓器耦接到該導電網格及該面板。

【0008】 在一個實施例中，提供了一種裝置，該裝置包括：支撐托座，具有支撐面。導電網格被設置在該支撐托座中，且面板與該支撐面相對地設置。處理容積至少部分地由該支撐托座及該面板所界定。該裝置更包括：環狀接

地筒，且該接地筒的第一部分與該處理容積相對地環繞該支撐托座。該接地筒的第二部被設置在該接地筒的該第一部分的徑向外部。凸耳形成到該接地筒的該第二部分中。吹掃間隙在該支撐托座附近形成於該接地筒的該第一部分與該接地筒的該第二部分之間。設置在該凸耳上的環形襯墊環繞該支撐托座、及該接地筒的該第一部分的至少一部分。相位控制電路耦接到該面板及該導電網格。

【圖式簡單說明】

【0009】 可以藉由參照實施例來獲得上文所簡要概述的本揭示內容的更詳細說明以及可以用來詳細瞭解本揭示內容的上述特徵的方式，附圖中繪示了該等實施例中的一些。然而，要注意，附圖繪示示例性實施例且因此並不被視為其範圍的限制，且可以容許其他等效的實施例。

【0010】 圖1A是依據一個實施例的處理腔室的示意橫截面圖。

【0011】 圖1B是圖1A的處理腔室的一部分的示意橫截面圖。

【0012】 圖2A是依據一個實施例的調諧器電路的示意圖。

【0013】 圖2B是依據一個實施例的調諧器電路的示意圖。

【0014】 圖2C是依據一個實施例的調諧器電路的示意圖。

【0015】 圖3A是依據一個實施例的一張圖表，描繪供電的面板的各種相位差下的氬離子的電漿通量分佈。

【0016】 圖3B是依據一個實施例的一張圖表，描繪供電的面板的各種相位差下的氬自由基的電漿通量分佈。

【0017】 圖4是依據一個實施例的一張圖表，描繪被動浮動面板的各種相位差下的氬離子及氬自由基的電漿通量分佈。

【0018】 圖5是依據一個實施例的一張圖表，描繪具有被動浮動面板的處理腔室中的電壓分佈。

【0019】 為了促進瞭解，已儘可能使用相同的參考標號來標誌該等圖式共有的相同構件。可以預期，可以在不另外詳述的情況下有益地將一個實施例的構件及特徵併入其他實施例。

【實施方式】

【0020】 本文中所述的實施例與用於處理腔室中的射頻（RF）相位控制的裝置及技術相關。處理容積藉由面板電極及支撐托座界定在處理腔室中。接地筒與處理容積相對地圍繞支撐托座設置在處理腔室內。接地筒實質填充支撐托座下方的容積。相位調諧器電路耦接到設置在支撐托座中的RF網格、及面板電極。調諧器電路調整面板電極的相位與RF網格的相位的之間的相位差。

【0021】 寄生電漿在PECVD處理期間形成於處理腔室中，且可能減少形成於處理腔室的處理容積中的電漿的

穩定性。並且，寄生電漿減少了用來產生電漿的RF電源的電力效率。

【0022】電容耦合電漿形成於面板電極與設置在支撐托座中的RF網格之間的處理容積中。減少處理腔室中除處理容積以外的容積以防止處理腔室中的寄生電漿。接地筒被設置在處理腔室內部且圍繞支撐托座，以減少處理腔室內除處理容積以外的容積的尺寸。在一個實例中，處理容積以外的容積是支撐托座下方的區域。在另一個實例中，處理容積以外的容積是與支撐托座相鄰的吹掃間隙容積。在另一個實例中，處理容積以外的容積是支撐托座下方的區域及/或與支撐托座相鄰的吹掃間隙容積。

【0023】然而，接地筒接近RF網格可能減少處理容積中的電漿均勻性。為了減輕電漿均勻性的減少，將調諧器電路耦接到面板電極及/或RF網格。調諧器電路控制面板電極與RF網格之間的RF電勢的相位差，以促進改善電漿均勻性。

【0024】圖1A是依據一個實施例的處理腔室100的示意橫截面圖，且圖1B是圖1A的處理腔室100的一部分的示意橫截面圖。在一個實施例中，處理腔室100用來經由製程（例如化學氣相沉積製程）在基板174上沉積材料。在其他的實施例中，處理腔室100可以用來執行其他的沉積製程。處理腔室100包括腔室蓋160及泵送路徑161。泵送路徑161是形成於處理腔室100中且耦接到形成於泵送板163中的泵送容積162的路徑。支撐托座104被設

置在處理腔室100內部。支撐托座104包括支撐面128及與支撐面128相對的背表面132。支撐托座104定位在處理腔室100內的桿140上。桿140耦接到支撐托座104且從該支撐托座延伸。

【0025】 在一個實施例中，支撐托座104由陶瓷材料（例如氮化鋁）製造。面板106被設置在處理腔室100內部與支撐面128相對。支撐托座104及面板106至少部分地在其間界定處理容積110。

【0026】 RF電源130向RF網格108提供RF電力，此至少部分地促進產生電漿以用於處理設置在支撐托座104上的基板174。RF網格108被設置在支撐托座104中與支撐面128相鄰。RF電源130經由導電桿146及連接器142耦接到RF網格108。導電桿146延伸通過桿140。在一個實施例中，導電桿146與桿140的主軸同軸。導電桿146由金屬導電材料製造。例如，導電桿146可以由銅合金、不銹鋼合金、鎳合金、鋁合金、或上述項目的組合製造。連接器142延伸通過支撐托座104且耦接到導電桿146及RF網格108。在一個實施例中，連接器142由金屬導電材料製造。或者，導電桿146延伸通過支撐托座104且耦接到RF網格108。

【0027】 接地筒102被設置在處理腔室100內部與支撐托座104的背表面132相鄰。接地筒102電接地。接地筒102是環狀的，且環繞支撐托座104的桿140。在一個實施例中，接地筒102包括第一部分103及第二部分

105。在一個實施例中，接地筒102的第一部分103經由例如黏著劑（例如膠水）或焊接黏著到支撐托座104的背表面132。第一部分103由耐處理材料製造，例如不銹鋼材料。第二部分105可以由與第一部分103相同的材料或不同的材料製造。例如，接地筒102的第二部分105由含鋁材料製造，例如鋁或鋁合金材料。

【0028】 接地筒102及支撐托座104被可移動地設置在處理腔室100中。接地筒102及支撐托座104可以藉由耦接到接地筒102及支撐托座104的致動器（未示出）（例如線性致動器）在處理腔室100內移動。可以藉由朝向或背向面板106移動接地筒102及支撐托座104來調整處理容積110的高度120。例如，在接地筒102及支撐托座104朝向面板106移動時，處理容積110的高度120減少。相反地，在接地筒102及支撐托座104背向面板106移動時，處理容積110的高度120增加。

【0029】 吹掃間隙114至少形成在接地筒102的第一部分103與第二部分105之間。吹掃間隙114在第一部分103與第二部分105之間延伸通過接地筒102。因此，第一部分103及第二部分105至少部分地界定吹掃間隙114。吹掃間隙114與處理容積110流體連通。吹掃氣體源（未示出）與吹掃間隙114流體連通，且提供在箭頭126的方向上向處理腔室100流動的吹掃氣體。亦即，吹掃氣體朝向處理容積110流動通過吹掃間隙114。第一部分103與第二部分105之間的吹掃間隙114的寬度118是在

約 100 密耳與約 150 密耳之間，例如是在約 120 密耳與約 135 密耳之間，例如約 125 密耳。

【0030】 凸耳 134 形成於接地筒 102 的第二部分 105 中。凸耳 134 與支撐面 128 實質平行，且與吹掃間隙 114 的主軸實質垂直。環形襯墊 115 在吹掃間隙 114 的與處理容積 110 相鄰的端部處設置在吹掃間隙 114 與接地筒 102 的第二部分 105 之間的凸耳 134 上。環形襯墊 115 在吹掃間隙 114 附近延伸且與吹掃間隙 114 平行地延伸。在一個實施例中，環形襯墊 115 由陶瓷材料製造，例如氧化鋁材料。環形襯墊 115 的厚度 124 是在約 0.25 英吋與約 2.5 英吋之間，例如是在約 0.4 英吋與約 1.2 英吋之間，例如約 0.5 英吋。

【0031】 泵槽 112 通過環形襯墊 115 而形成且進入接地筒 102 的第二部分 105。泵槽 112 與處理容積 110 及吹掃間隙 114 流體連通。排氣泵（未示出）與泵槽 112 流體連通，以從處理容積 110 及吹掃間隙 114 移除處理氣體及吹掃氣體。

【0032】 環形襯墊 115 包括第一部分 116 及第二部分 117。環形襯墊 115 的第一部分 116 被設置在接地筒 102 的第二部分 105 中的凸耳 134 上。環形襯墊 115 的第二部分 117 與面板 106 共面。泵槽 112 穿過環形襯墊 115 的第一部分 116 與第二部分 117 之間。在一個實施例中，環形襯墊 115 的第二部分 117 的寬度 136 大於環形襯墊 115 的第一部分 116 的厚度 124。例如，環形襯墊 115 的第二部

分 117 從泵槽 112 延伸到面板 106。因此，環形襯墊 115 的第二部分 117 延伸於泵槽 112 上方。

【0033】 在一個實施例中，塊體 144 沿著吹掃間隙 114 的與環形襯墊 115 相對的一部分設置。塊體 144 與接地筒 102 及支撐托座 104 接觸。在一個實施例中，塊體 144 由金屬材料製造。在一個實施例中，塊體 144 由與接地筒 102 相同的材料製造。在一個實施例中，塊體 144 由與接地筒 102 的材料不同的材料製造。例如，塊體 144 可以由含不銹鋼的材料製造。

【0034】 處理腔室 100 的腔室蓋 160 包括氣體分佈組件 164，面板 106 是該氣體分佈組件的一部分。氣體入口通路 166 形成於腔室蓋 160 中以促進引入處理氣體。氣體歧管 165 接收來自一或更多個氣體源 167 的氣體流。氣體流在整個氣體箱 168 分佈、流動通過背板 169 的複數個孔洞（未示出）、且進一步在由背板 169 及面板 106 所界定的整個增壓室 170 分佈。氣體流接著通過面板 106 的複數個孔洞 171 流動到處理容積 110 中。泵 172 藉由導管 173 連接到泵送路徑 161，以控制處理容積 110 內的壓力且將氣體及副產物從處理容積 110 通過泵送路徑 161 排出。

【0035】 支撐托座 104 包括加熱構件（未示出）。支撐托座 104 藉由耦接到加熱器夾鉗 175 的桿 140 可移動地設置在處理容積 110 中。加熱器夾鉗 175 耦接到冷卻套殼 176。冷卻套殼 176 連接到升降系統 183，該升降系統在升高處理位置與降下位置之間移動支撐托座 104。支撐托

座 104 的移動促進通過形成於處理腔室 100 中的縫閥 178 向及從處理容積 110 傳輸基板 174。支撐托座 104 具有設置通過該支撐托座的孔洞，複數個升降銷 179 被可移動地設置通過該等孔洞。在降下位置中，該複數個升降銷 179 藉由接觸升降板 180 從支撐托座 104 凸出，該升降板耦接到腔室主體的底部 181。升降銷 179 的凸出使得基板 174 處於與托座隔開的關係，以促進傳輸基板 174。

【0036】 RF 電源 130 通過 RF 匹配電路 182 耦接到設置在支撐托座 104 內的 RF 網格 108。RF 匹配電路 182 藉由導電桿 146 電耦接到 RF 網格 108，該導電桿被設置通過冷卻套殼 176 及桿 140。可以經由接地路徑系統 184 接地的面板 106、及 RF 網格 108 促進形成電容電漿耦合。RF 電源 130 向支撐托座 104 提供 RF 能量，以促進在支撐托座 104 與氣體分佈組件 164 的面板 106 之間產生電容耦合的電漿（也稱為主電漿）。在向 RF 網格 108 供應 RF 電力時，在面板 106 與支撐托座 104 之間產生電場，使得存在於支撐托座 104 與面板 106 之間的處理容積 110 中的氣體原子被離子化且釋放電子。離子化的原子向支撐托座 104 加速以促進基板 174 上的膜形成。

【0037】 接地路徑系統 184 提供對稱的短路徑以供 RF 能量從面板 106 傳播到 RF 匹配電路 182，以減少產生寄生電漿，且因此增加沉積速率及改善膜均勻性。接地路徑系統 184 包括接地筒 102，該接地筒包括第一部分 103 及第二部分 105。接地筒 102 藉由熱屏障 195 耦接到桿 140

及支撐托座 104。熱屏障 195 向可能加熱到高達大於約 700℃ 的溫度的支撐托座 104 提供屏障。熱屏障 195 包括具有低導熱率的材料。在可以與本文中所述的其他實施例結合的一個實施例中，熱屏障 195 包括含有鉻鎳鐵合金、石英、氧化鋁、氮化鋁、及不銹鋼的材料中的一或更多者以提供對溫度的屏障。

【0038】 接地筒 102 也耦接到冷卻套殼 176，該冷卻套殼連接到升降系統 183。升降系統 183 在升高處理位置與降下位置之間移動接地筒 102，從而促進傳輸基板 174。接地筒 102 包括能夠耐得住大於約 700℃ 的溫度的導電材料。在可以與本文中所述的其他實施例結合的一個實施例中，接地筒 102 包括含有鉻鎳鐵合金、鋁、及不銹鋼的材料中的一或更多者。第二部分 105 耦接到第二部分載具 185。第二部分載具 185 耦接到軌路 186。第二部分載具 185 被致動為沿著軌路 186 線性地移動，以在接地位置與傳輸位置之間移動第二部分 105。軌路 186 也可以是軌道或纜線。第二部分載具 185 包括能夠耐得住處理容積 110 中的溫度及處理環境的導電材料。在可以與本文中所述的其他實施例結合的一個實施例中，第二部分 105 包括含有鉻鎳鐵合金、鋁、及不銹鋼的材料中的一或更多者。

【0039】 接地筒 102 的第一部分 103 經由接地筒導體 187 耦接到第二部分 105。接地筒導體 187 在支撐托座 104 及接地筒 102 處於升高處理位置時處於擴張狀態且在支撐托座 104 及接地筒 102 處於降下位置時處於壓縮

狀態。處於擴張狀態的接地筒導體 187 提供了供 RF 能量傳播的路徑。接地筒導體 187 包括能夠耐得住處理容積 110 中的溫度及處理環境的導電材料。在可以與本文中所述的其他實施例結合的一個實施例中，接地筒導體 187 包括含有鎳基合金（例如 H A Y N E S[®] 230[®] 合金）、鉻鎳鐵合金、及不銹鋼的材料中的一或更多者。在可以與本文中所述的其他實施例結合的另一個實施例中，接地筒導體 187 包括複數個波紋管 188，該複數個波紋管在擴張狀態下擴張且在壓縮狀態下壓縮。

【0040】 第二部分 105 經由第二部分導體 189 耦接到處理腔室 100 的底部 181。第二部分導體 189 在第二部分 105 位於接地位置時處於擴張狀態且在第二部分 105 位於傳輸位置時處於壓縮狀態。處於擴張狀態的第二部分導體 189 提供了供 RF 能量傳播的路徑。第二部分導體 189 包括能夠耐得住處理容積 110 中的溫度及處理環境的導電材料。在可以與本文中所述的其他實施例結合的一個實施例中，接地筒導體 187 包括含有鎳基合金（例如 H A Y N E S[®] 230[®] 合金）、鉻鎳鐵合金、及不銹鋼的材料中的一或更多者。在可以與本文中所述的其他實施例結合的另一個實施例中，第二部分導體 189 包括複數個波紋管 190，該複數個波紋管在擴張狀態下擴張且在壓縮狀態下壓縮。冷卻套殼 176 藉由複數個波紋管 192 耦接到第二部分載具 185 以維持處理容積 110 內的壓力。

【0041】處於降下位置的接地筒102及處於傳輸位置的第二部分105促進通過縫閥178向及從處理容積110傳輸基板174，該縫閥通過處理腔室100而形成。

【0042】處於接地位置的第二部分105接觸泵送板163以完成主RF籠193以供RF能量從面板106傳播到RF匹配電路182。RF能量沿著主RF籠193從面板106傳播到泵送板163、從第二部分105傳播到接地筒導體187、從接地筒導體187傳播到第一部分103、及從第一部分傳播到導電桿146。由處於接地位置且接觸泵送板163的第二部分105所形成的主RF籠193利用減少的表面面積來允許較短的及更為受控的接地路徑，使得不在支撐托座104下方產生寄生電漿。因此，電容耦合電漿的濃度增加，且因此電容耦合電漿的密度增加，此增加了膜的沉積速率。並且，主RF籠193是實質對稱的，以改善電容耦合電漿的均勻性，以改善所沉積的膜的均勻性。

【0043】此外，若處於接地位置的第二部分105不接觸泵送板163，則處於接地位置的第二部分105在外容積191中形成輔助RF籠194。輔助RF籠194提供RF能量的包容。在外容積191中，RF能量沿著輔助RF籠194傳播到第二部分導體189、從第二部分導體189傳播到第二部分105、及從第二部分105傳播到主RF籠193。

【0044】接地筒102實質填充支撐托座104下方的處理腔室100中的容積。亦即，接地筒102實質減少了處理

腔室 100 內的可以在內部形成寄生電漿的區域。因此，接地筒 102 減少了處理腔室 100 內的寄生電漿的發生。

【0045】 為了在處理腔室 100 內實現各種處理條件，藉由朝向面板 106 或背向面板 106 移動接地筒 102 及支撐托座 104 來調整處理容積 110 的高度 120。處理容積 110 的高度 120 可以與泵槽 112 的高度 122 不同。在處理容積 110 的高度 120 減少時，面板 106 與 RF 網格 108 之間的距離也減少。面板 106 與 RF 網格 108 之間的減少的距離增加了處理容積 110 中的電場，此造成了支撐托座 104 的外緣附近的電漿密度增加。因此，減少的距離使得處理容積 110 中的電漿均勻性減少。

【0046】 進一步地，在處理容積中存在中心低的電漿分佈時（例如其中電漿形成在支撐托座 104 附近），RF 電力的效率減少。因此，處理容積 110 的減少的高度 120 增加了電漿的穩定性且減少了形成於處理腔室 100 內的寄生電漿的發生。然而，減少的高度 120 減少了電漿均勻性且減少了 RF 電力的效率。

【0047】 為了減少寄生電漿形成的可能性且增加處理腔室 100 內的電漿均勻性，將調諧器電路耦接到處理腔室中的各種部件。下文針對圖 2A、2B、及 2C 詳細論述調諧器電路。可以使用下文所述的調諧器電路以替代於或附加於處理腔室 100 的態樣。例如，可以將本文中所述的調諧電路的態樣與圖 1A 的 RF 匹配電路 182 及 RF 電源 130 結合使用或替換該 RF 匹配電路及該 RF 電源。

【0048】圖2A是依據一個實施例對面板106供電的相位控制電路200的示意圖。相位控制電路200包括第一產生器202、第二產生器208、相位偵測器220、反饋控制器222、及移相器224。第一產生器202包括振盪器204及耦接到振盪器204的第一RF電力放大器206。第二產生器208包括第二RF電力放大器210。振盪器204產生具有約4 MHz與約20 MHz之間（例如約8 MHz與約15 MHz之間，例如約13.56 MHz）的頻率的射頻（RF）訊號。

【0049】第一RF電力放大器206的頻率與第二RF電力放大器210的頻率實質相同。第一RF電力放大器206透過第一RF阻抗匹配電路214及第一連接件226耦接到RF網格108。第二RF電力放大器210透過第二阻抗匹配電路212及第二連接件228耦接到面板106。第一RF電力放大器206的輸出頻率與第二RF電力放大器210的輸出頻率實質相同。

【0050】相位偵測器220的輸入耦接到第一連接件226及第二連接件228。相位偵測器220偵測第一產生器202及第二產生器208的RF電力的相位。相位偵測器向反饋控制器222傳送所偵測到的相位。在一個實施例中，反饋控制器222包括相位比較器（未示出）。相位比較器將相位偵測器220的輸出轉換成與移相器224相容的訊號。例如，相位偵測器220的輸出訊號可以是正弦波。若

移相器 224 的輸入是方形波，則相位比較器將相位偵測器 220 的正弦波輸出轉換成方形波。

【0051】 反饋控制器 222 的相位比較器也決定第一產生器 202 及第二產生器 208 的相位之間的相位差。在一個實施例中，反饋控制器 222 也決定改善處理容積 110（繪示在圖 1 中）中所產生的電漿的均勻性所需的相位差。反饋控制器 222 向移相器 224 傳送所需的相位差及產生器 202 與 208 之間的相位差。

【0052】 若相位差小於所需的相位差，則移相器 224 增加第二產生器 208 的相位。若相位差大於所需的相位差，則移相器 224 減少第二產生器 208 的相位。因此，移相器 224 調變第二 RF 電力放大器 210 以實現所需的相位差。在一個實施例中，所需的相位差是在約 125° 與約 225° 之間。面板 106 與 RF 網格 108 之間所需的相位差可以取決於涉及處理處理容積 110 中的基板 174 的化學反應。調變第二 RF 電力放大器 210 的相位改善了處理容積 110 中的電漿的均勻性，且減少了吹掃間隙 114 及泵槽 112（繪示在圖 1 中）中的寄生電漿的發生。

【0053】 在一個實施例中，RF 電力放大器 206 及 210 的相位被鎖相。亦即，第二 RF 電力放大器 210 的相位與第一 RF 電力放大器 206 的相位成正比。相位控制電路 200 賦能將 RF 電力放大器 206 及 210 鎖相。

【0054】 操作時，相位控制電路200連續偵測面板106與RF網格108之間的相位差，且移動第二RF電力放大器210的相位以實現所需的相位差。

【0055】 圖2B是依據一個實施例具有被動浮動面板的調諧器電路230的示意圖。因為儘管面板106連接到共同的電接地，但面板106並未實體連接到地面，所以面板106是「浮動的」。調諧器電路230包括面板調諧器236，該面板調諧器包括並聯的可變電容器234及電感器232。可變電容器234及電感器232耦接到面板106。面板調諧器236的阻抗相對於第一產生器202的相位及電壓產生面板106的相位及電壓的移動。因此，面板調諧器236在面板106與RF網格108之間產生相位差。

【0056】 相位偵測器220耦接到連接件226及228。操作時，相位偵測器220經由第二連接件228偵測面板106的相位及經由第一連接件226偵測RF網格108的相位。相位偵測器220向反饋控制器222傳送所偵測到的相位。反饋控制器222決定所偵測到的相位之間的相位差。反饋控制器222決定面板106的相位的改變以在面板106與RF網格108之間實現所需的相位差。

【0057】 反饋控制器222基於相位的改變決定可變電容器234的電容值，該電容值實現所需的相位差。反饋控制器222將可變電容器234的電容調整到決定的電容值。調諧器電路230連續監測面板106與RF網格108之間

的相位差，且調整可變電容器234的電容以實現所需的相位差。面板調諧器236使面板106相對於接地電浮動。

【0058】 在圖2B中所繪示的實施例中使用了單個電力產生器（例如第一產生器202）。單個電力產生器向調諧器電路230提供單頻，使得RF網格108的頻率及面板106的頻率實質相同。因此，單個產生器減少了面板106與RF網格108之間的不同頻率的發生。有利地，實施調諧器電路230的成本小於實施例如具有兩個電力產生器的調諧器電路的成本，因為利用單個電力產生器而不是多個電力產生器。

【0059】 圖2C是依據一個實施例的調諧器電路240的示意圖。調諧器電路240包括電力產生器248及RF變壓器。電力產生器248包括RF電源242。RF變壓器244經由連接器246耦接到處理腔室中（繪示在圖1中）的接地筒102。連接器246耦接到RF變壓器244的輔助繞組245上的可調銷。

【0060】 RF變壓器244將來自RF電源242的RF電力分成兩個電力訊號。第一電力訊號傳送到面板106，且第二電力訊號傳送到RF網格108。第一電力訊號的相位與第二電力訊號的相位相對（例如約180°）。因此，RF變壓器244在面板106與RF網格108之間產生相位差。為了調整面板106與RF網格108之間的相位差及電壓，可調銷可以在RF變壓器244的輔助繞組245上移動。

【0061】 有利地，單個電力產生器（例如電力產生器248）向調諧器電路240提供電力。因此，面板106的頻率及RF網格108的頻率實質相同。進一步地，相對於包括二或更多個電力產生器的調諧器電路，單個電力產生器減少了實施調諧器電路240的成本。

【0062】 圖3A是一張圖表，描繪供電的面板的各種相位差下的氬離子的電漿通量分佈。圖3A中的圖表描繪氬離子在設置在處理容積（繪示在圖1中）中的基板174的各種半徑處的分佈。該圖表繪示，調整面板與RF網格之間的相位差可以改善整個處理容積內的電漿均勻性。例如，基準通量分佈（其中未控制面板與RF網格之間的相位差）具有在受處理的基板174的中心處的約 4.5×10^{20} 與距離基板174的中心約140 mm (0.14 m) 處的約 7.5×10^{20} 之間的氬離子通量。在調整面板與RF網格之間的相位差時，氬離子通量實質改善了。例如，在 135° 的相位差下，氬離子通量是在基板174的中心處的約 5×10^{20} 與距離基板174的中心約140 mm處的約 5.25×10^{20} 之間。

【0063】 利用如針對圖2A所描述的調諧器電路用約13.56 MHz的頻率及約5 kW的功率，在如針對圖1A及圖1B所描述的處理腔室中實現了圖3A中所繪示的通量分佈。儘管圖3A描繪氬離子的通量分佈，但可以預期，也可以使用許多其他的化學品來在處理容積中產生電漿以供處理基板174。

【0064】圖3B是一張圖表，描繪供電的面板的各種相位差下的氫自由基的電漿通量分佈。圖3B中的圖表繪示，控制處理腔室中的面板與RF網格之間的相位差實質改善了處理容積中的氫自由基的均勻性。例如，基準通量分佈（其中未控制面板與RF網格之間的相位差）具有在基板174的中心處的約 1.24×10^{20} 與距離基板174的中心約140 mm處的約 1.52×10^{20} 之間的氫自由基通量。在 165° 的相位差下，氫自由基通量是在基板174的中心處的約 1.37×10^{20} 與距離基板174的中心約140 mm處的約 1.35×10^{20} 之間。因此，調整面板與RF網格之間的相位差實質改善了處理容積中的電漿的均勻性。

【0065】利用如針對圖2A所描述的調諧器電路用約13.56 MHz的頻率及約5 kW的功率，在如針對圖1A及圖1B所描述的處理腔室中實現了圖3B中所繪示的通量分佈。儘管圖3B描繪氫自由基的通量分佈，但可以預期，也可以使用許多其他的化學品來在處理容積中產生電漿以供處理設置在其中的基板174。

【0066】圖4是一張圖表，描繪被動浮動面板的各種相位差下的氫離子及氫自由基的電漿通量分佈。圖4中的圖表描繪處理腔室（例如圖1A及圖1B中所描繪的處理腔室100）中的氫離子及自由基通量分佈，其中面板經由調諧器電路（例如圖2B中所描繪的調諧器電路230）而浮動。

【0067】基準離子及自由基通量分佈由虛線繪示。基準通量分佈是藉由在處理腔室（例如圖1中所繪示的處理腔

室 1 0 0) 中產生電漿來獲得的。由實線所繪示的通量分佈是藉由用耦接到面板電極的調諧器電路 (例如圖 2 B 中的調諧器電路 2 3 0) 在處理腔室中產生電漿來獲得的。如所示，一系列的基準離子及自由基通量分佈 (由虛線繪示) 比在使用調諧器電路來控制面板與 R F 網格之間的相位差時的相位範圍寬。

【 0 0 6 8 】 圖 5 是一張圖表，描繪具有被動浮動面板的處理腔室中的電壓分佈。如所繪示，面板及 R F 網格的 R F 電力異相達約 2 2 0 ° 。此相位差是在處理腔室 (例如針對圖 1 A 及 1 B 所描述的處理腔室 1 0 0) 及耦接到面板電極的調諧器電路 (例如圖 2 B 中的調諧器電路 2 3 0) 中實現的。

【 0 0 6 9 】 本文中所所述的實施例提供了用來維持或改善用來在處理容積中產生電漿的 R F 電力的效率的裝置及技術。本文中所所述的實施例也實質減少了處理腔室內的寄生電漿的發生。最後，本文中所所述的實施例在整個處理容積內提供了改善的電漿均勻性。

【 0 0 7 0 】 儘管以上內容是針對本揭示內容的實施例，但也可以在不脫離本揭示內容的基本範圍的情況下設計本揭示內容的其他的及另外的實施例，且本揭示內容的範圍是由隨後的請求項所決定的。

【符號說明】

【 0 0 7 1 】

- 1 0 0 ... 處理腔室
- 1 0 2 ... 接地筒

1 0 3	...	第 一 部 分
1 0 4	...	支 撐 托 座
1 0 5	...	第 二 部 分
1 0 6	...	面 板
1 0 8	...	R F 網 格
1 1 0	...	處 理 容 積
1 1 2	...	泵 槽
1 1 4	...	吹 掃 間 隙
1 1 5	...	環 形 襯 墊
1 1 6	...	第 一 部 分
1 1 7	...	第 二 部 分
1 1 8	...	寬 度
1 2 0	...	高 度
1 2 2	...	高 度
1 2 4	...	厚 度
1 2 6	...	箭 頭
1 2 8	...	支 撐 面
1 3 0	...	R F 電 源
1 3 2	...	背 表 面
1 3 4	...	凸 耳
1 3 6	...	寬 度
1 4 0	...	桿
1 4 2	...	連 接 器
1 4 4	...	塊 體

1 4 6	...	導電桿
1 6 0	...	腔室蓋
1 6 1	...	泵送路徑
1 6 2	...	泵送容積
1 6 3	...	泵送板
1 6 4	...	氣體分佈組件
1 6 5	...	氣體歧管
1 6 6	...	氣體入口通路
1 6 7	...	氣體源
1 6 8	...	氣體箱
1 6 9	...	背板
1 7 0	...	增壓室
1 7 1	...	孔洞
1 7 2	...	泵
1 7 3	...	導管
1 7 4	...	基板
1 7 5	...	加熱器夾鉗
1 7 6	...	冷卻套殼
1 7 8	...	縫閥
1 7 9	...	升降銷
1 8 0	...	升降板
1 8 1	...	底部
1 8 2	...	R F 匹配電路
1 8 3	...	升降系統

1 8 4	...	接 地 路 徑 系 統
1 8 5	...	第 二 部 分 載 具
1 8 6	...	軌 路
1 8 7	...	接 地 筒 導 體
1 8 8	...	波 紋 管
1 8 9	...	第 二 部 分 導 體
1 9 0	...	波 紋 管
1 9 1	...	外 容 積
1 9 2	...	波 紋 管
1 9 3	...	主 R F 籠
1 9 4	...	輔 助 R F 籠
1 9 5	...	熱 屏 障
2 0 0	...	相 位 控 制 電 路
2 0 2	...	第 一 產 生 器
2 0 4	...	振 盪 器
2 0 6	...	第 一 R F 電 力 放 大 器
2 0 8	...	第 二 產 生 器
2 1 0	...	第 二 R F 電 力 放 大 器
2 1 2	...	第 二 阻 抗 匹 配 電 路
2 1 4	...	第 一 R F 阻 抗 匹 配 電 路
2 2 0	...	相 位 偵 測 器
2 2 2	...	反 饋 控 制 器
2 2 4	...	移 相 器
2 2 6	...	第 一 連 接 件

2 2 8 . . . 第 二 連 接 件
 2 3 0 . . . 調 諧 器 電 路
 2 3 2 . . . 電 感 器
 2 3 4 . . . 可 變 電 容 器
 2 3 6 . . . 面 板 調 諧 器
 2 4 0 . . . 調 諧 器 電 路
 2 4 2 . . . R F 電 源
 2 4 4 . . . R F 變 壓 器
 2 4 5 . . . 輔 助 繞 組
 2 4 6 . . . 連 接 器
 2 4 8 . . . 電 力 產 生 器

【生物材料寄存】

【 0 0 7 2 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 0 7 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】

【第1項】 一種用於使用相位控制來調整電漿分佈的裝置，包括：

一支撐托座，具有一支撐面；

一導電網格，設置在該支撐托座中；

一面板，與該支撐面對地設置；

一處理容積，至少部分地由該支撐托座及該面板所界定；

一接地筒的一第一部分，該第一部分具有一環形形狀且與該處理容積相對地環繞該支撐托座；

該接地筒的一第二部分，該第二部分被設置在該第一部分徑向外部，並經配置以選擇性移動成與一泵送板接觸及不接觸；

一環形襯墊，環繞該支撐托座、及該接地筒的該第一部分的至少一部分，該環形襯墊被設置在該泵送板的面向該處理容積的一凹部中；及

一相位控制電路，耦接到該面板及該導電網格。

【第2項】 如請求項 1 所述的裝置，其中該相位控制電路包括：

一相位偵測器；

一反饋控制器；及

一移相器。

【第3項】 如請求項2所述的裝置，其中該移相器包括：

一可變電容器；及

一電感器，與該可變電容器並聯。

【第4項】 如請求項1所述的裝置，更包括：

一射頻（RF）產生器；

一第一放大器，耦接到該射頻產生器及該面板；及

一第二放大器，耦接到該射頻產生器及該導電網格。

【第5項】 如請求項1所述的裝置，更包括：

一吹掃間隙，形成於該接地筒的該第一部分與該接地筒的該第二部分之間，該吹掃間隙的至少一部分由該環形襯墊所界定，其中該環形襯墊被設置在該接地筒的該第二部分至少一部分與該吹掃間隙之間。

【第6項】 如請求項5所述的裝置，其中該吹掃間隙的至少一部分位在該環形襯墊與該接地筒的該第一部分之間。

【第7項】 如請求項5所述的裝置，其中該接地筒的該第一部分包括一含不銹鋼材料，且該接地筒的該第二部分包括一含鋁材料。

【第8項】 一種用於使用相位控制來調整電漿分佈的裝置，包括：

一支撐托座，具有一支撐面；

一導電網格，設置在該支撐托座中；

一面板，與該支撐面相對地設置；

一處理容積，至少部分地由該支撐托座及該面板所界定；

一接地筒的一第一部分，該第一部分具有一環形形狀且與該處理容積相對地環繞該支撐托座；

該接地筒的一第二部分，該第二部分被設置在該接地筒的該第一部分的徑向外部，該接地筒的該第二部分經配置以選擇性移動成與一泵送板接觸及不接觸；

一凸耳，形成到該接地筒的該第二部分中；

一吹掃間隙，在該支撐托座附近形成於該接地筒的該第一部分與該接地筒的該第二部分之間；

一環形襯墊，環繞該支撐托座、及該接地筒的該第一部分的至少一部分，該環形襯墊被設置在該泵送板的面向該處理容積的一凹部中；及

一相位控制電路，耦接到該面板及該導電網格。

【第9項】 如請求項 8 所述的裝置，其中該相位控制電路包括：

一相位偵測器；

一反饋控制器，其中該反饋控制器使用來自該面板及該導電網格的傳送的相位資料；及

一移相器。

【第10項】 如請求項9所述的裝置，其中該移相器包括：

一可變電容器；及

一電感器，與該可變電容器並聯。

【第11項】 如請求項10所述的裝置，更包括：

一射頻（RF）產生器；

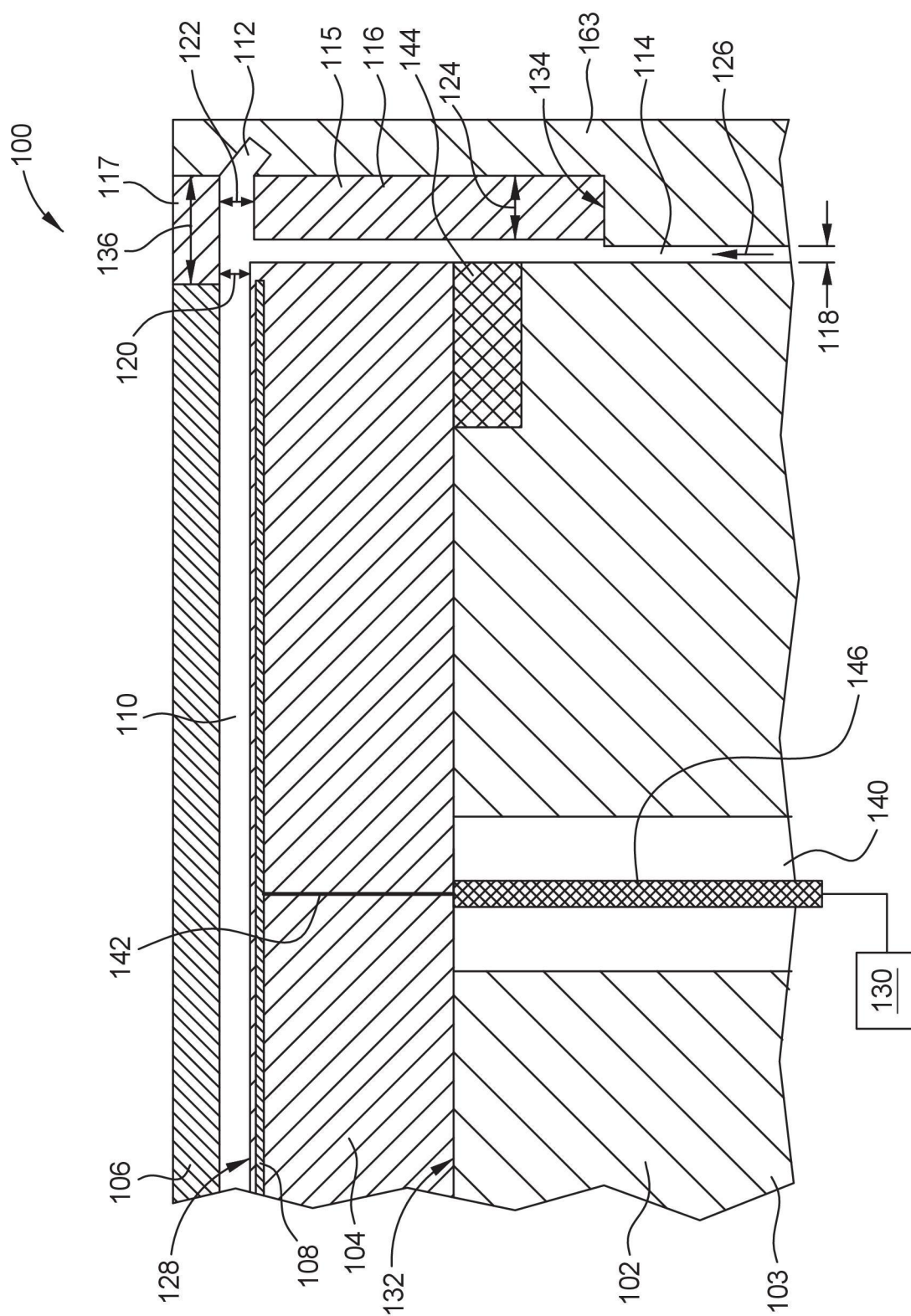
一第一放大器，耦接到該射頻產生器及該面板；及

一第二放大器，耦接到該射頻產生器及該導電網格。

【第12項】 如請求項8所述的裝置，其中該吹掃間隙的至少一部分位在該環形襯墊與該接地筒的該第一部分之間。

【第13項】 如請求項12所述的裝置，其中該接地筒的該第一部分包括一含不銹鋼材料，且該接地筒的該第二部分包括一含鋁材料。

【第14項】 如請求項8所述的裝置，其中該環形襯墊包括一含氧化鋁材料。

1B
圖



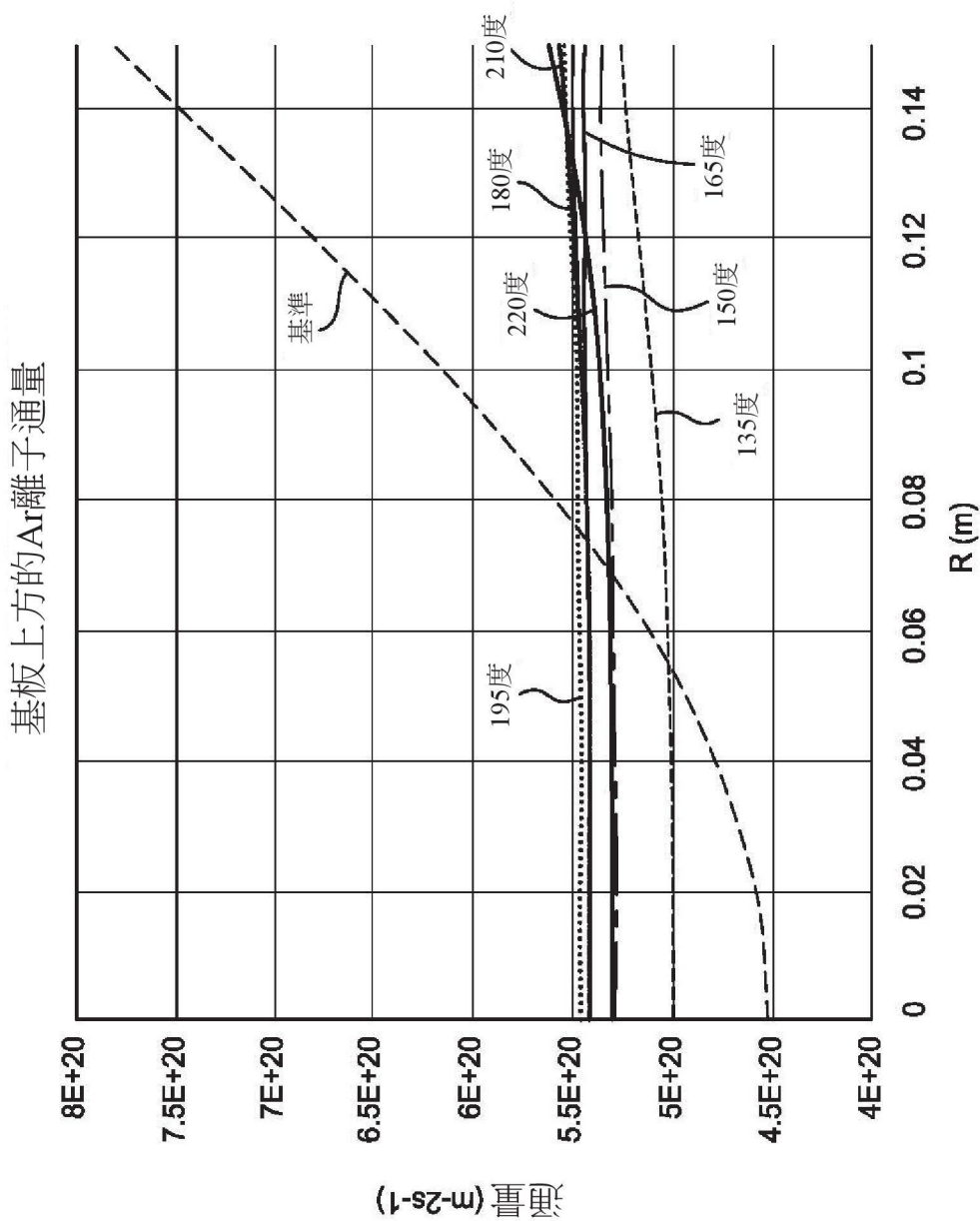


圖3A

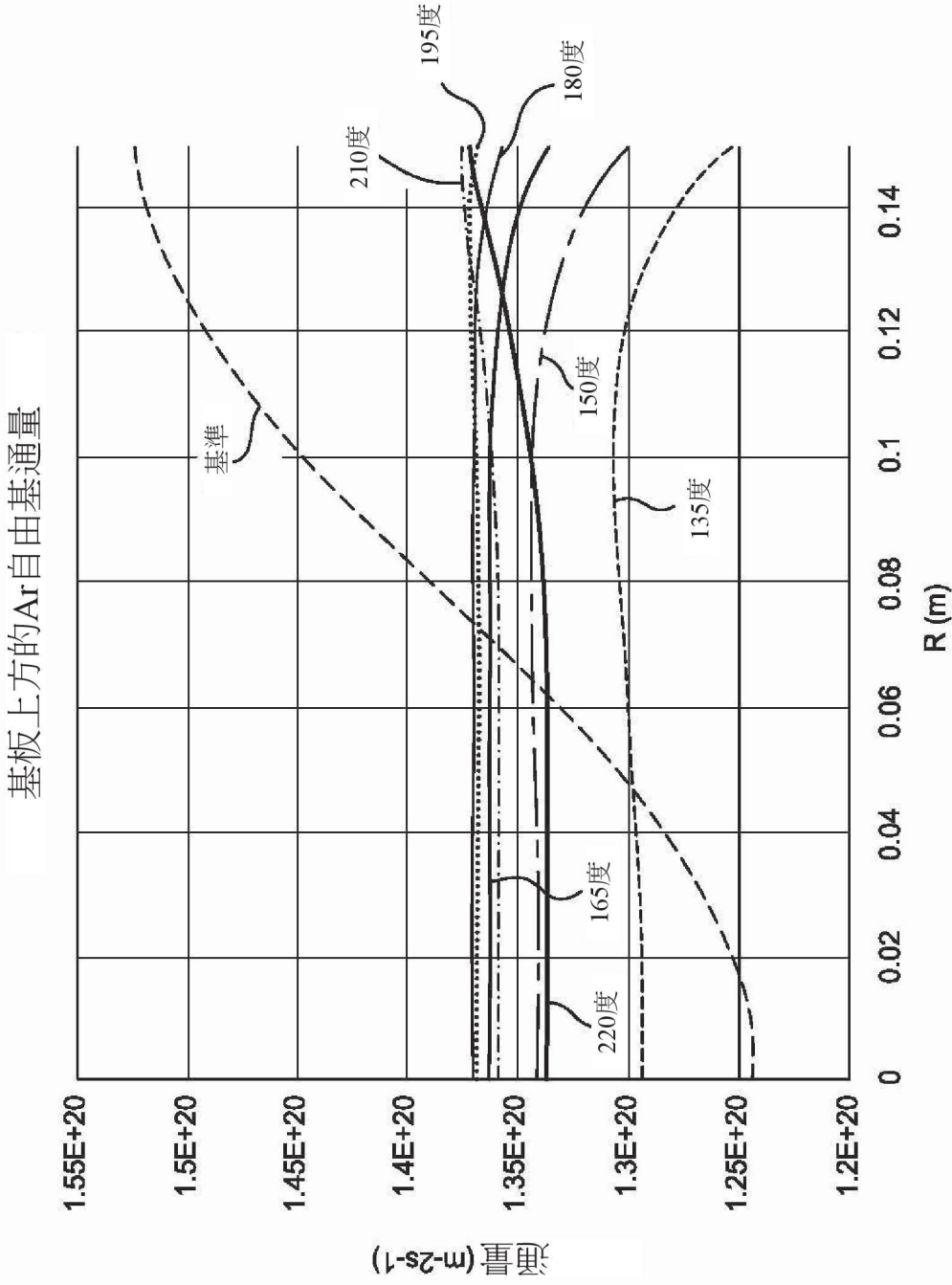


圖3B

基板上方的Ar離子及Ar自由基通量

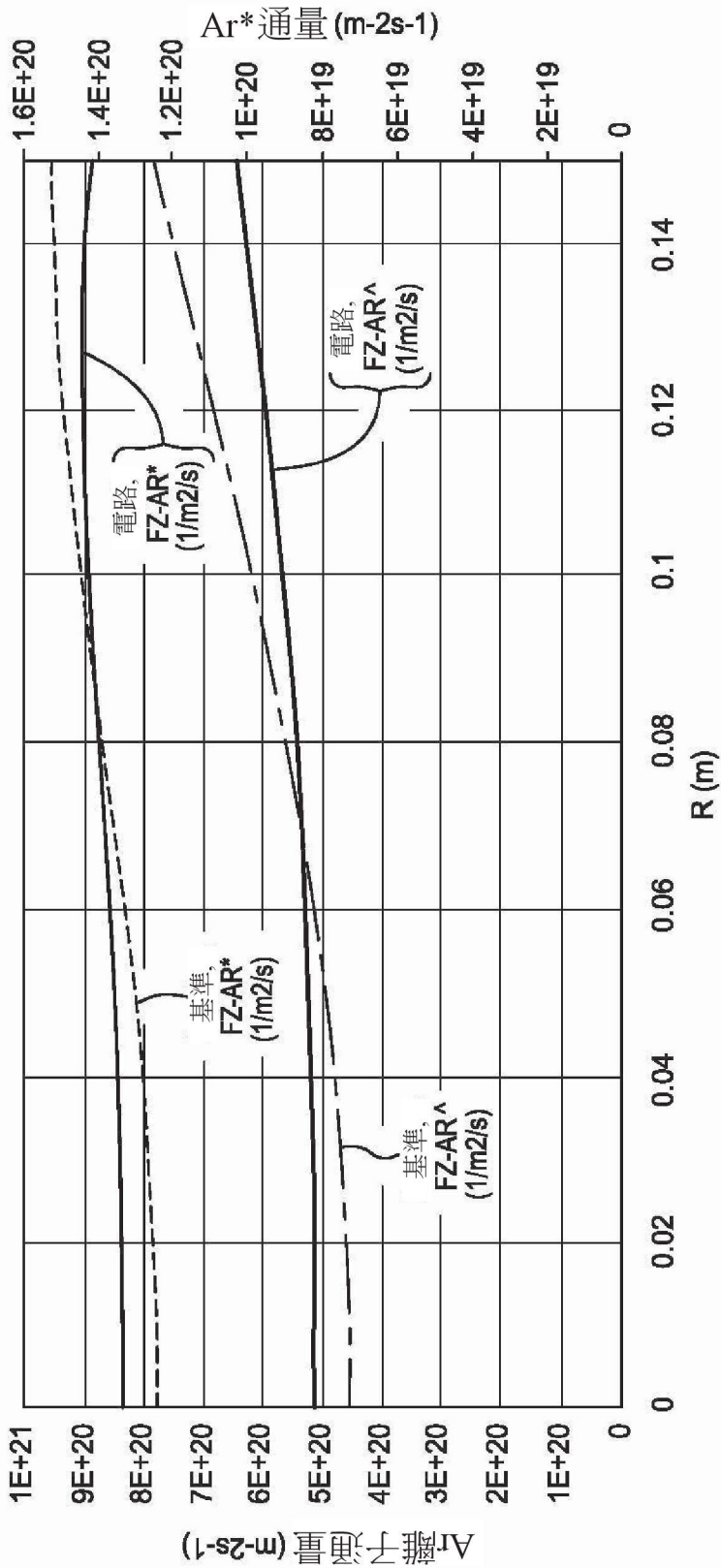


圖4

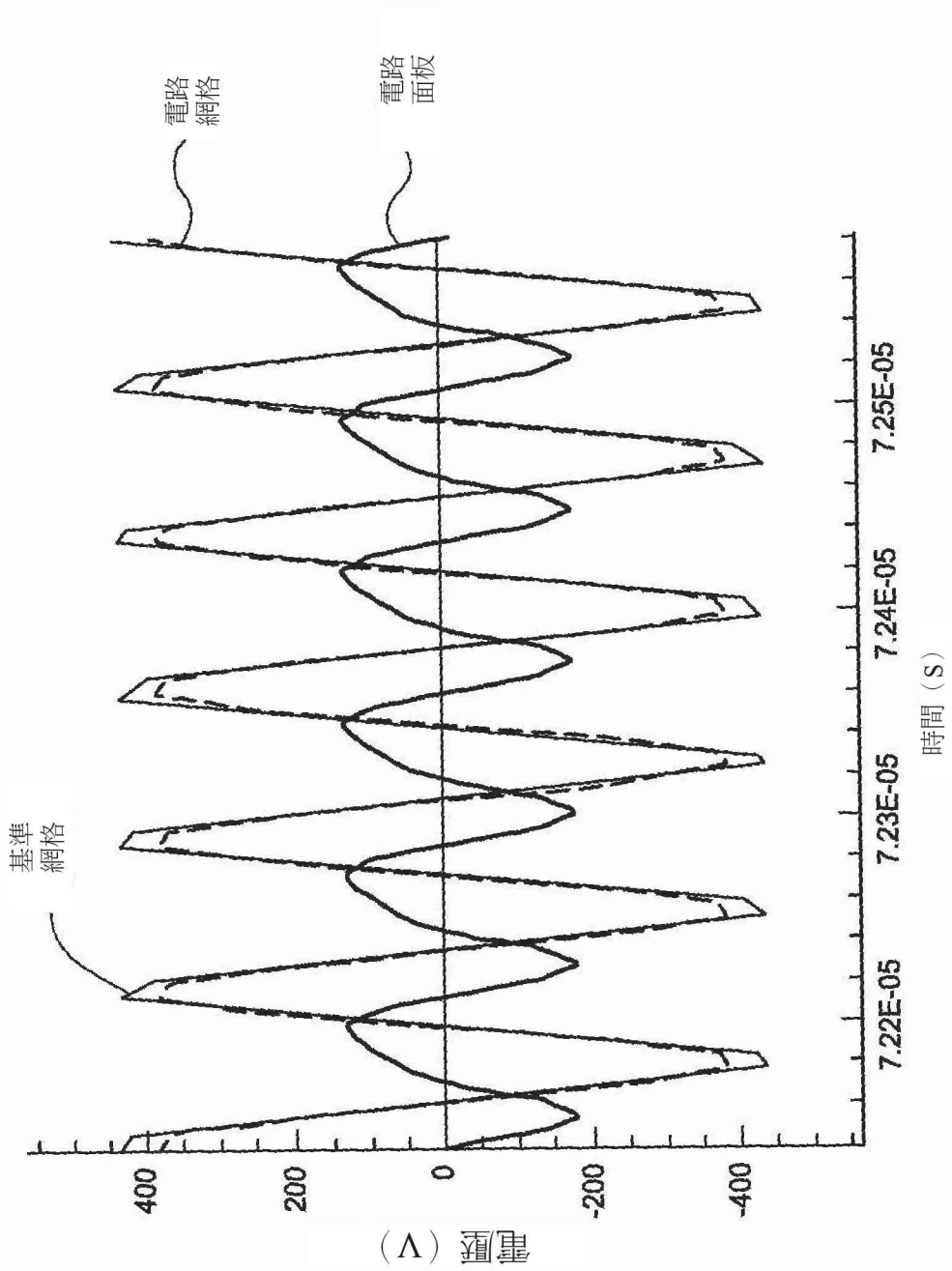


圖5