



(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 I590715 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 01 日

(21)申請案號：099116533

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 05 月 24 日

(51)Int. Cl. : H05H1/16 (2006.01)

H05H1/46 (2006.01)

C23C16/513 (2006.01)

(30)優先權：2009/05/25

歐洲專利局

09161034.5

(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：莫利森尼爾 MORRISON, NEIL (GB)；賀佐格安德爾 HERZOG, ANDRE (DE)；海恩史帝芬 HEIN, STEFAN (DE)；史古克彼得 SKUK, PETER (AT)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

TW I241219

TW 200719773A

JP 11-150281A

JP 2001-49440A

JP 2006-164683A

US 4574733

US 5180434

US 2003/0113479A1

US 2007/0154650A1

審查人員：張簡宏偉

申請專利範圍項數：24 項 圖式數：8 共 46 頁

(54)名稱

電漿沉積源及用以沉積薄膜之方法

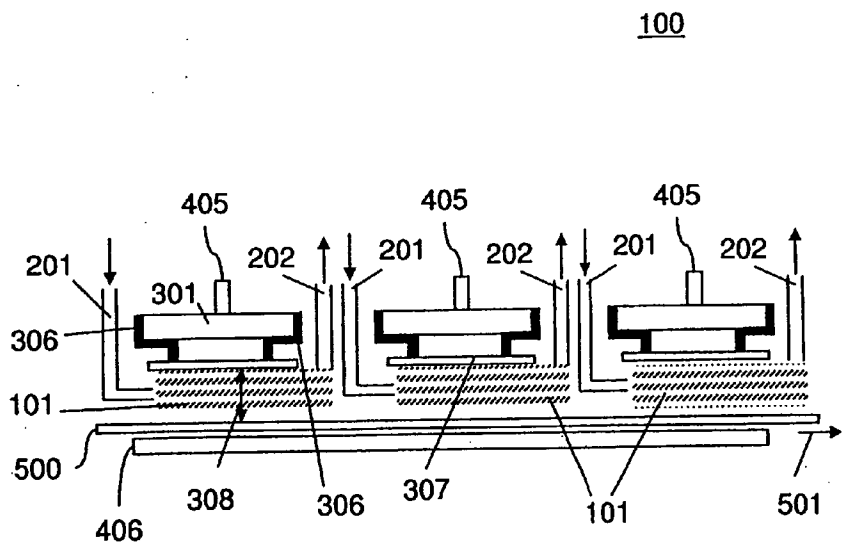
PLASMA DEPOSITION SOURCE AND METHOD FOR DEPOSITING THIN FILMS

(57)摘要

本發明描述一種電漿沉積源，其係用以將一沉積氣體轉換為一電漿相且用以自該電漿相將一薄膜沉積於一基板上，該基板在一真空腔室中沿一基板運送方向移動。該電漿沉積源包括：一多區電極裝置，其適於安置於該真空腔室中且包括經配置與該移動基板相對的至少一個 RF 電極；及一 RF 功率產生器，其適於向該 RF 電極供應 RF 功率。該 RF 電極具有至少一個進氣口及至少一個出氣口，該至少一個進氣口係配置於該 RF 電極之一邊緣上，該至少一個出氣口係配置於該 RF 電極之相對邊緣上。一標準化電漿容積係由在一電極表面與一相對基板位置之間界定的一電漿容積除以一電極長度所提供。將該標準化電漿容積調節為該沉積氣體之一耗盡長度。

A plasma deposition source for transferring a deposition gas into a plasma phase and for depositing, from the plasma phase, a thin film onto a substrate moving in a substrate transport direction in a vacuum chamber is described. The plasma deposition source includes a multi-region electrode device adapted to be positioned in the vacuum chamber and including at least one RF electrode arranged opposite to the moving substrate, and an RF power generator adapted for supplying RF power to the RF electrode. The RF electrode has at least one gas inlet arranged at one edge of the RF electrode and at least one gas outlet arranged at the opposed edge of the RF electrode. A normalized plasma volume is provided by a plasma volume defined between an electrode surface and an opposite substrate position, divided by an electrode length. The normalized plasma volume is tuned to a depletion length of the deposition gas.

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 100 . . . 電漿沉積源
- 101 . . . 電漿容積
- 201 . . . 進氣口
- 202 . . . 出氣口
- 301 . . . RF 電極
- 306 . . . 電極隔離物
- 307 . . . 電極表面塗層
- 308 . . . 電極-基板間隙距離
- 405 . . . RF 輸入端
- 406 . . . 反電極
- 500 . . . 基板
- 501 . . . 基板運送方向

第6圖

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：99116533

※ 申請日期：2010 年 5 月 24 日

※IPC 分類：

H05H 1/6 (2006.01)

H05H 1/46 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

(27C 1/513 (2006.01))

電漿沉積源及用以沉積薄膜之方法

PLASMA DEPOSITION SOURCE AND METHOD FOR DEPOSITING THIN FILMS

二、中文發明摘要：

本發明描述一種電漿沉積源，其係用以將一沉積氣體轉換為一電漿相且用以自該電漿相將一薄膜沉積於一基板上，該基板在一真空腔室中沿一基板運送方向移動。該電漿沉積源包括：一多區電極裝置，其適於安置於該真空腔室中且包括經配置與該移動基板相對的至少一個 RF 電極；及一 RF 功率產生器，其適於向該 RF 電極供應 RF 功率。該 RF 電極具有至少一個進氣口及至少一個出氣口，該至少一個進氣口係配置於該 RF 電極之一邊緣上，該至少一個出氣口係配置於該 RF 電極之相對邊緣上。一標準化電漿容積係由在一電極表面與一相對基板位置之間界定的一電漿容積除以一電極長度所提供。將該標準化電漿容積調節為該沉積氣體之一耗盡長度。

三、英文發明摘要：

A plasma deposition source for transferring a deposition gas into a plasma phase and for depositing, from the plasma phase, a thin film onto a substrate moving in a substrate transport direction in a vacuum chamber is described. The

plasma deposition source includes a multi-region electrode device adapted to be positioned in the vacuum chamber and including at least one RF electrode arranged opposite to the moving substrate, and an RF power generator adapted for supplying RF power to the RF electrode. The RF electrode has at least one gas inlet arranged at one edge of the RF electrode and at least one gas outlet arranged at the opposed edge of the RF electrode. A normalized plasma volume is provided by a plasma volume defined between an electrode surface and an opposite substrate position, divided by an electrode length. The normalized plasma volume is tuned to a depletion length of the deposition gas.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 6 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 100 電漿沉積源
- 101 電漿容積
- 201 進氣口
- 202 出氣口
- 301 RF 電極
- 306 電極隔離物
- 307 電極表面塗層
- 308 電極-基板間隙距離
- 405 RF 輸入端
- 406 反電極
- 500 基板
- 501 基板運送方向

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】

本發明之實施例係關於用以將薄膜沉積於基板上之電漿增強式化學氣相沉積系統。詳言之，實施例係關於藉助於射頻（RF）電極用以將沉積氣體轉換為電漿相之電漿沉積源。此外，本發明係關於用以將薄膜沉積於移動基板上的方法。

【先前技術】

PECVD（電漿增強式化學氣相沉積）提供用以將薄膜沉積於各種基板上之強大工具。此類型之薄膜沉積具有許多應用（例如，在微電子工業中），以將光電層沉積於可撓性基板上、以大體上改性基板之表面等。矽基沉積氣體係用於（例如）在製造光電電池之基板上製造矽薄膜。用於將矽基材料沉積於基板上之沉積氣體通常包括矽烷或基於矽烷之前驅物氣體。

當將此等氣體自氣相轉換為電漿相時，其之行為就沉積速率、薄膜之均勻性（厚度、組成）及非期望之反應產物及粉塵之形成而言存在問題。在使用矽烷以產生光電電池之情況下，矽烷粉塵之形成對於所沉積之薄膜不利。將薄膜更有效地沉積於基板上係基於增大沉積速率且減少粉塵（矽烷粉塵等）之形成。

線性 PECVD 源可用於動態沉積用於光電沉積應用的

矽基材料。另外，若電漿沉積系統由於非期望之粉塵形成而具有減少之正常運行時間，則基於薄膜沉積之製造光電組件或微電子組件之成本增加。粉塵之形成愈多，整個 PECVD 系統維護之間的時間間隔愈短。

【發明內容】

鑒於以上內容，本發明提供了一種根據獨立項第 1 項之電漿沉積源，其係用以將沉積氣體轉換為電漿相，且用以自電漿相將薄膜沉積於基板上，該基板在真空腔室中沿基板運送方向移動。此外，本發明提供一種根據獨立項第 16 項之用以將薄膜沉積於基板上的方法。

根據一實施例，本發明提供一種電漿沉積源，其係用以將沉積氣體轉換為電漿相，且用以自電漿相將薄膜沉積於基板上，該基板在真空腔室中沿基板運送方向移動。該電漿沉積源包括：一多區電極裝置，其適於佈置於真空腔室中且包含至少一個 RF 電極，該 RF 電極具有平行於基板運送方向之電極寬度及垂直於基板運送方向之電極長度，且該 RF 電極經配置與移動基板相對，其中標準化電漿容積係由在電極表面與相對基板位置之間界定的電漿容積除以電極長度所提供，且其中將該標準化電漿容積調節為沉積氣體之耗盡長度；及一 RF 功率產生器，其適於向該至少一個 RF 電極供應 RF 功率，其中該 RF 電極具有至少一個進氣口及至少一個出氣口，該至少

一個進氣口係配置於該 RF 電極之一邊緣上，該至少一個出氣口係配置於該 RF 電極之相對邊緣上。

根據另一實施例，本發明提供一種用以將薄膜沉積於基板上之方法。該方法包括以下步驟：提供包括至少一個 RF 電極之多區電極裝置；導引基板沿基板運送方向經過 RF 電極；使沉積氣體自進氣口流至出氣口；向 RF 電極供應 RF 功率；及將薄膜沉積於經導引之基板上，其中將平行於基板運送方向之 RF 電極之寬度調節為沉積氣體之耗盡分佈。

【實施方式】

現將詳細參閱本發明之各種實施例，該等實施例之一或多個實例係圖示於圖式中。在以下圖式之描述中，相同元件符號代表相同組件。大體而言，僅描述了關於個別實施例之差異。每一實例係以說明本發明之方式提供且並不意欲為本發明之限制。舉例而言，說明或描述為一實施例之部分的特徵結構可用於其他實施例或結合其他實施例使用以產生另一實施例。此意謂本發明包括此等修改及變化。

本文所述之實施例尤其係關於用以自電漿相將薄膜沉積於移動基板上之電漿沉積系統。基板可在真空腔室中沿基板運送方向移動，在該真空腔室中設置用以將沉積氣體轉換為電漿相且用以自電漿相將薄膜沉積於移動基

板上之電漿沉積源。

如第 1 圖所示並根據本文所述之實施例，電漿沉積源 100 係作為線性 PECVD（電漿增強式化學氣相沉積）源而提供，其具有包括經配置與移動基板 500 相對的三個 RF 電極 301 的多區電極裝置 300。在第 1 圖中，多區電極裝置 300 經圖示安置於沿基板運送方向 501 移動的基板 500 上。

大體而言，根據可結合本文所述之其他實施例的不同實施例，電漿沉積源可適於將薄膜沉積於可撓性基板（例如，腹板或金屬薄片、玻璃基板或矽基板）上。通常，電漿沉積源可適於且可用於將薄膜沉積於（例如）可撓性基板上以形成可撓性 PV 模組。對於 PV 模組，可提供有效沉積以有可能沉積具有顯著不同之薄膜厚度的不同層。

個別 RF 電極 301 各自具有電極寬度 304 及電極長度 305，其中電極寬度係沿平行於基板運送方向 501 之方向量測且其中電極長度 305 係沿垂直於移動基板 500 之基板運送方向 501 之方向量測。在第 1 圖所示之一典型實施例中，三個 RF 電極 301 可具有相同電極寬度 304 及電極長度 305，以使得所有電極之電極面積相同。

電極面積對應於電漿區域以使得該至少兩個電極 301 之電漿區域形成組合電漿區域，該組合電漿區域係設置於一真空腔室中。藉此，形成多區電極裝置 300，其係設置於一真空腔室中。根據典型實施例，應將一真空腔

室理解為在真空系統之區域中未由壓力孔、壓力閥或用以提供不同壓力或不同氣氛的其他元件隔開的區域。根據本文所述之典型實施例，壓力可在 0.01 毫巴至 4.0 毫巴範圍內。

可基於電漿參數（諸如，沉積氣流、電漿壓力、個別 RF 電極上所提供之 RF 功率及 RF 頻率，及沉積氣體耗盡分佈）來測定電極寬度 304。個別 RF 電極之電極寬度 304 之測定將在本文下文相對於第 3 圖及第 4 圖來描述。

可調整個別 RF 電極 301 之電極長度 305，以使得電極長度 305 超過垂直於基板運送方向 501 之移動基板 500 之橫向尺寸。通常，電極長度 305 可大於電極寬度 304。此外，電極寬度 304 可取決於 RF 頻率，RF 頻率係用於特定電漿沉積製程。

儘管在本揭示案中主要描述電漿沉積製程，但是應瞭解根據本文所述之實施例之電漿沉積源亦可用於電漿增強式蝕刻製程、電漿增強式表面改性製程、電漿增強式表面活化或去活化製程，及熟習此項技術者已知之其他電漿增強式製程。

如第 1 圖所示，基板運送方向 501 平行於氣流方向 203。將進氣口及出氣口分別配置於每一 RF 電極 301 之兩邊緣。根據可結合本文所述之其他實施例之不同實施例，可將進氣口或出氣口提供為氣體噴管、氣體通道、氣體管道、氣體通路、氣體管、導管等。此外，可將出氣口組態為自電漿容積抽出氣體之泵的一部份。將至少

一個進氣口 201 配置於電極前緣 302 上且將至少一個出氣口 202 配置於多區電極裝置 300 之個別 RF 電極 301 之電極後緣 303 上。電極前緣 302 及電極後緣 303 係相對於基板運送方向 501 來界定。

然而，根據可結合本文所述之其他實施例之進一步實施例，可將進氣口 201 佈置於後緣上且可將出氣口 202 佈置於前緣上。因此，儘管第 1 圖所示之實施例展示了平行於基板運送方向 501 之氣流方向 203，但是根據可結合本文所述之實施例之另一實施例，有可能藉由交換個別 RF 電極 301 之進氣口 201 及出氣口 202 之個別位置而使氣流方向 203 反平行於基板運送方向。此外，有可能為個別 RF 電極 301 提供不同氣流方向 203。儘管第 1 圖中未圖示，但是可提供自一 RF 電極 301 至相鄰 RF 電極 301 之交替氣流方向 203。

在此應注意，術語「進氣口」表示至沉積區域（電漿容積 101）之氣體供應，而術語「出氣口」表示自沉積區域向外之氣體排出或沉積氣體之抽出。根據典型實施例之進氣口 201 及出氣口 202 基本上係垂直於基板運送方向 501 來配置。

第 2 圖為第 1 圖所示之電漿沉積源 100 的示意側視橫截面圖。在操作中，亦即若將 RF 功率施加於個別 RF 電極且在進氣口 201 與出氣口 202 之間提供氣流，則在電漿容積 101 中形成電漿，電漿容積 101 係設置於個別 RF 電極 301 之下表面與待塗佈之基板表面 502 之間，基板

表面 502 與反電極 406 相鄰（參閱第 6 圖）以產生電漿。待塗佈之基板 500 係沿基板運送方向 501 自左至右運送。分別為每一 RF 電極 301 之前緣 302（第 2 圖中之左邊緣）及後緣 303（第 2 圖中之右邊緣）提供個別進氣口 201 及個別出氣口 202。因此，在 RF 電極下方之氣流係自進氣口 201 提供至出氣口 202，以使得氣流方向 203（參閱第 1 圖）基本上平行於基板運送方向 501。此外，儘管第 2 圖中未圖示，但是有可能氣流方向反平行於基板運送方向 501。根據另一典型實施例，為了在個別 RF 電極 301 上提供此種反平行氣流，個別 RF 電極 301 上之進氣口 201 及出氣口 202 相對於彼此互換。

因此，本文所述之實施例適於且容許多電極裝置，其中氣流方向相對於基板之運送方向為相同方向或相反方向，亦即氣流方向與運送方向基本上平行或基本上反平行。藉此，多區電極裝置可易於增加至四個電極、五個電極、六個電極乃至更多個電極，而不會顯著地改變整個、組合電漿區域中之電漿製程參數。

向個別 RF 電極 301 提供單獨的進氣口 201 及出氣口 202（諸如，進氣通道及出氣通道）之另一優點為可選擇性地向由不同 RF 電極 301 提供之不同電漿容積 101 提供不同沉積氣體。因此，可藉由使用具有至少一個 RF 電極 301 之電漿沉積源 100 來執行各種薄膜沉積製程。在電漿沉積製程（例如，PECVD，電漿增強式化學氣相沉積）期間，當基板 500 沿基板運送方向 501 移動時，基板表

面 502 可具有薄膜。該薄膜可藉助於可由沉積源 100 轉換為電漿相的任何材料來提供。因此，可將薄膜及固體薄膜沉積於基板表面 502 上。

儘管第 2 圖之橫截面圖展示了與待塗佈之基板表面 502 相對的平坦電極表面，但是電極橫截面形狀並不限於平坦形狀。根據可結合本文所述之其他實施例之進一步實施例，可提供其他形狀，諸如（但不限於）彎曲的橫截面形狀。有利地，可將至少一個 RF 電極 301 之橫截面形狀調適為待塗佈之基板表面 502 之表面形狀。個別 RF 電極 301 之下表面朝向待塗佈之基板表面 502，以使得可控制在個別 RF 電極 301 與基板 500 之間提供的電漿容積 101。

在第 2 圖中，將在 RF 電極 301 之下表面與待塗佈之基板表面 502 之間的距離稱為電極-基板間隙距離 308。電漿容積 101 基本上係由電極長度 305、電極寬度 304（參閱第 1 圖）與電極-基板間隙距離 308 之（幾何）乘積來界定。

個別 RF 電極 301 具有電極長度 305，其經定向垂直於基板運送方向 501，電極長度 305 至少為垂直於基板運送方向 501 之移動基板的基板寬度。標準化電漿容積可由電漿容積 101 除以電極長度 305 來界定，電漿容積 101 係提供於電極下表面與相對基板表面 502 之間。隨後標準化電漿容積係基於沉積氣流、電漿壓力、施加於個別 RF 電極 301 上之 RF 功率，及 RF 電極 301 上提供之 RF

頻率而給定。藉由使用此類型之標準化電漿容積，可調整個別 RF 電極 301 之電極寬度 304，以使得平行於基板運送方向 501 之電極寬度 304 由標準化電漿容積除以第 2 圖所示之電極-基板間隙距離 308 而給定。根據典型實施例，分別地，標準化電漿容積可在 5 cm^2 至 50 cm^2 範圍內，矽基 PECVD 製程之電漿密度可在 10^9 cm^3 至 10^{11} cm^3 範圍內，且電子溫度可在 1 eV 至 3 eV 範圍內。矽基 PECVD 製程之矽烷 (SiH_4) 之流動速率在 100 sccm 至 2200 sccm 範圍內。

經由個別進氣口 201 引入電漿容積 101 並藉助於個別 RF 電極 301 之個別出氣口 202 自電漿容積 101 排出之沉積氣體經受電漿製程，該等電漿製程可在引入電漿容積 101 中之沉積氣體自進氣口 201 經由電漿容積 101 至個別出氣口 202 之過程中將其分解及/或改變。在矽基沉積製程之情況下，可將矽烷引入電漿容積 101 中。當將矽烷沉積氣體運送過電漿容積 101 時，矽烷 (SiH_4) 之耗盡為一問題。沉積氣體之耗盡可影響沉積速率、薄膜組成、薄膜品質等。

第 3 圖為圖示矽烷耗盡分佈 600 為距離 601 (以任意單位 (a.u.) 計) 之函數的圖表。第 3 圖所示之距離 601 為沿基板運送方向 501 在個別進氣口 201 與待塗佈之基板表面 502 上之沉積位置之間的間距，其以任意單位 (a.u.) 給定。如第 3 圖所示，沉積氣體之耗盡的量度可由矽烷前驅物氣體 (沉積氣體) 之 SiH_4 的莫耳分率來提

供。

假定在 0 a.u. (位在利用進氣口 201 進入電漿容積 101 之位置處的初始值) 之距離處，矽烷沉積氣體之莫耳分率具有約 1.0 之值且隨後在直至 0.4 a.u. 之距離處保持處於恆定位準。隨後，矽烷耗盡分佈 600 降至較低值且在距離進氣口 201 5 a.u. 之距離處大致為零。如下文將相對於第 4 圖闡釋，對於矽基沉積製程， SiH_4 之莫耳分率可能不低於臨界莫耳分率。為避免由個別 RF 電極 301 界定之電漿容積 101 中之沉積氣體的 SiH_4 莫耳分率 602 過低，可將平行於基板運送方向 501 之個別電極寬度 304 限制於一值，其中 SiH_4 莫耳分率 602 高於臨界莫耳分率。矽烷莫耳分率隨著距離進氣口之距離增大而減小，其中此減小係基於由以下組成之群組中之至少一者：電漿密度、滯留時間、施加於電極上之功率、電漿壓力、入口矽烷濃度、總流動速率及標準化源容積。由於第 3 圖所圖示之耗盡長度亦取決於電漿容積 101 內之電漿，故可調整第 2 圖所示之電極-基板間隙距離 308，以使得沉積氣體之典型耗盡長度等於或大於平行於基板運送方向 501 之電極寬度 304。

藉此，根據可結合本文所述之其他實施例之一些實施例，電極寬度與電極-基板間隙之比率可在 5 至 18 範圍內，且通常為約 10。

對於沉積於基板 500 上之矽基材料，前驅物沉積氣體為矽烷 (SiH_4)。將矽烷前驅物氣體用作沉積氣體，且一

旦其到達電漿容積 101，沉積氣體即經分解。此類型之分解導致前驅物氣體之耗盡以獲得如第 3 圖所示之耗盡分佈 600。如第 3 圖所示，前驅物氣體矽烷之耗盡量取決於距離進氣口 201 之距離。因此，可調適個別 RF 電極 301 之電極寬度 304，以使得前驅物氣體之耗盡不超過特定電漿容積 101 內之預定限度。耗盡分佈可取決於一或多個電漿參數，諸如（但不限於）沉積氣流、電漿壓力，及個別 RF 電極上提供之 RF 功率及 RF 頻率。因此可將標準化電漿容積調節為耗盡分佈，該標準化電漿容積係由在電極下表面與相對基板表面 502 之間提供之電漿容積 101 除以電極長度 305 而界定。此種「調節」可藉由改變上文提及之電極寬度與電極-基板間隙之比率來提供。舉例而言，對於固定之 RF 電極面積，亦即對於固定之電極寬度及固定之電極長度，可調整電極-基板間隙以獲得所期望之標準化電漿容積。

第 4 圖為發生於電漿容積 101 內之製程的更詳細視圖。第 4 圖圖示單一 RF 電極 301，其具有在其左邊緣之進氣口 201 及在其右邊緣之出氣口 202。RF 電極 101 之橫截面圖下方之圖表圖示 SiH_4 莫耳分率 602 為距離進氣口 201 之距離 601 的函數。元件符號 600 指示沿著 RF 電極 301 之電極寬度 304 的矽烷耗盡分佈。將矽烷耗盡圖示為設置於 RF 電極 301 之電極表面下方之電漿容積 101 中的電漿的預定電漿參數。

此外，第 4 圖圖示 SiH_3 濃度分佈 604。 SiH_3 濃度分佈

604 與矽烷耗盡分佈 600 有關，因為 SiH_4 莫耳分率 602 之減小致使 SiH_3 莫耳分率 605 之增大。相對於第 4 圖，在此應注意， SiH_4 莫耳分率 602 對應於曲線 600，其中 SiH_3 莫耳分率 605 對應於曲線 604。第 4 圖係關於對於 RF 電極 301 之幾何尺寸（亦即，其電極寬度 304）的矽烷耗盡分佈 600 及 SiH_3 濃度分佈 604。在此假設矽烷耗盡可能不超過由第 4 圖中之水平（虛）線指示之臨界莫耳分率 603。可允許小於第 4 圖中指示之耗盡的耗盡，亦即高於臨界莫耳分率值 603 之 SiH_4 莫耳分率對於設置於電漿容積 101 中之電漿而言為可接受的，以可獲得所期望之組成、品質等的薄膜。另一問題為反應產物之形成，諸如隨增大之矽烷耗盡而增加的矽烷粉塵。

對於典型電漿狀況，已發現可將在 10 cm 至 18 cm 範圍內之電極寬度 304 用於本文所述之一些實施例。電極寬度 304 之更典型範圍可為 12 cm 至 17 cm，例如可提供 15 cm 之電極寬度 304。具有在 10 cm 至 18 cm 範圍內之電極寬度 304 的電極之典型電漿參數包括 70 sccm 至高達 2200 sccm（例如，100 sccm）之沉積氣流（矽烷氣流），以達成在 0.01 s 至 1 s 範圍內之粒子滯留時間。根據另一典型實施例，調整 RF 電極 301 之電極寬度 304 以提供約 0.4 s 之粒子滯留時間（亦即，電漿粒子（例如，原子、分子、離子）停留於電漿中之時間）。根據一典型實施例，分別地，矽基 PECVD 製程之電漿密度可在 10^9 cm^3 至 10^{11} cm^3 範圍內，且電子溫度可在 1 eV 至 3 eV 範

圍內。在此應注意，耗盡分佈及耗盡長度係分別經由上文提及之電漿參數而與粒子滯留時間相關。

此外，儘管未明確地圖示於圖式中，但是有可能提供矽烷與氫氣之混合物（ SiH_4/H_2 混合物）來作為沉積氣體，該沉積氣體可在電漿容積 101 內轉換為電漿相。可調節矽烷-氫氣比率以提供耗盡長度變化（參閱第 3 圖）。因此可將個別 RF 電極 301 之電極寬度 304 調節為所期望之耗盡長度。藉此，根據進一步實施例，可取決於 SiH_4/H_2 混合物將矽層沉積為非晶矽層或微晶/奈米晶矽層。通常，對於結晶矽之沉積， SiH_4/H_2 混合物包括顯著較多的 H_2 。

第 4 圖中圖示之臨界莫耳分率可基於矽烷耗盡分佈 600 之典型值來測定，例如，臨界莫耳分率可經測定為最大莫耳分率之 $1/10$ 。因此，若矽烷之最大莫耳分率以相對單位計為（例如）1（參閱第 3 圖），則臨界莫耳分率 603 可大致等於 0.1 以使得電極長度（以 a.u. 計之距離）大致等於 3 a.u.。

可調節個別 RF 電極 301 之電極寬度 304 以橫跨前驅物耗盡長度。可藉由提供沿基板運送方向 501 串聯配置之至少兩個 RF 電極 301 來調整總電極面積。相對於前驅物氣體之耗盡長度調節電極寬度 304 具有若干優點。首先，可增大有效沉積速率，且其次，可減少矽烷粉塵形成量。減少矽烷粉塵形成量可導致源的正常運行時間增加。如上文所指示，相對於該耗盡長度調節電極寬度 304

可包括：設計平行於基板運送方向 501 之 RF 電極 301 的電極寬度 304，以使得電極寬度 304 小於沉積氣體之耗盡分佈的臨界耗盡長度，該臨界耗盡長度係界定於沉積氣體莫耳分率降至約最大莫耳分率之 10% 的點上。

此外，個別 RF 電極 301 之電極寬度 304 可藉由界定標準化電漿容積來提供。標準化電漿容積係由在電極表面與相對基板位置之間界定的電漿容積來提供。隨後，標準化電漿容積係由電漿容積 101 除以垂直於基板運送方向 501 之電極長度 305 而獲得。取決於所期望之電漿參數，電極-基板間隙距離 308（第 2 圖）具有一特定值，此係因為標準化電漿容積取決於沉積氣流、電漿壓力、RF 電極 301 上提供之 RF 功率及 RF 電極 301 上提供之 RF 頻率。隨後，標準化電漿容積係由電極-基板間隙距離 308 與電極寬度 304 之（幾何）乘積來界定。由於電極-基板間隙距離 308 具有取決於電漿參數及耗盡分佈之一特定值，故電極寬度 304 可基於標準化電漿容積除以電極-基板間隙距離 308 來測定。

如上所述，由於耗盡分佈本身取決於電漿參數，故個別 RF 電極 301 之電極寬度 304 可基於矽烷耗盡分佈 600 來測定。可將電漿容積界定為在電極表面與相對基板表面之間的容積 101。由於電極長度 305 係由垂直於基板運送方向 501 之基板寬度給定，故可界定標準化電漿容積，標準化電漿容積又取決於電極-基板間隙距離 308 及電極寬度 304。對於特定電漿參數，且因此對於特定耗

盡長度，提供預定電極-基板間隙距離 308 以使得標準化電漿容積除以預定電極-基板間隙距離 308 可給定電極寬度 304 之量度。使用至少一個 RF 電極 301 之此電極寬度 304，可增大沉積速率，其中可減少矽烷粉塵形成。

第 5 圖為根據進一步實施例具有三個 RF 電極 301 之電漿沉積源 100 的橫截面側視圖。兩個相鄰 RF 電極 301 係由連接器 401（例如，電源支架）連接至彼此，以使得若將該等相鄰 RF 電極 301 連接至 RF 產生器 400 則可同相驅動該等相鄰 RF 電極 301。RF 產生器 400 在第一產生器極點 403 與第二產生器極點 404 之間提供 RF 功率輸出。通常，將第二產生器極點 404 接地或連接至接地電極。

在第 5 圖圖示之可結合本文所述之其他實施例的實施例中，接地電極或反電極對應於基板 500。因此，基板 500 係由（例如）導電輓（第 5 圖中未圖示）電氣連接至第二產生器極點 404。根據進一步實施例，在第 5 圖中可將接地電極或反電極設置於基板 500 下方，亦即以使得基板接收面積位在電極 301 與與接地電極或反電極之間。可將匹配網路 402 提供於連接器 401 與 RF 產生器 400 之間。提供匹配網路 402 以達成 RF 電極 301 之 RF 配置及基板 500 之阻抗與 RF 產生器 400 之阻抗之間的阻抗匹配。

RF 產生器 400 可提供固定頻率或可提供頻譜以激發電漿容積 101 中之電漿。施加於該等 RF 電極或個別 RF 電

極 301 上之 RF 頻率可在 10 MHz 至 100 MHz 範圍內，且通常為約 40.68 MHz。其他典型驅動頻率為 13.56 MHz 及 94.92 MHz。電漿容積 101 中提供之電漿參數（諸如，電漿密度、電漿壓力、電漿組成、前驅物氣體之分解等）可取決於 RF 頻率、電極寬度 304 及電極-基板間隙距離 308。RF 產生器 400 可以恆定 RF 功率密度操作，或者 RF 功率密度可基於沉積電漿及其參數之要求而變化。

可提供連接器 401 作為電源支架，以將 RF 功率密度經由匹配網路 402 自 RF 產生器 400 運送至連接器 401。此外，RF 產生器 400 可視電極尺寸而提供頻率。

根據可結合本文所述之其他實施例的一些實施例，電漿沉積源 100 可自單一 RF 產生器 400 對稱地操作，亦即使 RF 電極 301 由連接器（電源支架）401 並聯連接。此外，或者，電漿沉積源 100 可以推拉(pull-push)方式操作，以驅動相鄰 RF 電極 301，以在相鄰 RF 電極 301 之間提供通常 180 度之相差。

RF 電極 301 可由連接器 401 連接至彼此且可由另一連接裝置直接連接至 RF 產生器 400。此外，根據可結合本文所述之其他實施例的一些實施例，可使用連接器 401 以將每一 RF 電極 301 個別地連接至 RF 產生器 400。因此，提供至少一個連接器 401 以電氣連接 RF 電極 301。此外，根據可結合本文所述之其他實施例的另一實施例，可提供至少兩個連接器 401 以將 RF 電極 301 連接至彼此，其中該至少兩個連接器 401 係沿著垂直於基板運

送方向 501 之電極長度 305 配置。沿著 RF 電極 301 之長度 305 設置的至少兩個連接器 401 可在電漿容積 101 中沿著垂直於基板運送方向 501 之 RF 電極 301 之長度 305 導致較均勻之電漿分佈。

如第 5 圖所示，提供氣體供應裝置 200 以將沉積氣體（諸如，矽烷）供應至進氣口 201。此外，提供真空泵 606，其適於接收經由出氣口 202 輸出之氣體。儘管僅圖示了一 RF 電極 301 之進氣噴管 201 及出氣噴管 202 連接至氣體供應裝置 200 及真空泵 606，但是可將所有進氣口 201 連接至相同或不同之氣體供應裝置 200。另外，可將所有出氣口 202 連接至相同或不同之真空泵 606。此外，根據可結合本文所述之其他實施例的另一實施例，對於每一 RF 電極 301 可單獨控制自進氣口 201 橫跨 RF 電極 301 至出氣口 202 之沉積氣流。

氣體供應裝置 200 結合真空泵 606 之操作可在真空腔室內產生典型壓力，該壓力在 0.01 毫巴至 10 毫巴範圍內，通常在 0.01 毫巴至 4.0 毫巴範圍內，且更通常為約 0.05 毫巴。在此應注意，在真空腔室內之壓力可影響其他電漿參數，使得為維持所期望之電漿沉積操作，可改變電極-基板間隙距離 308（參閱第 2 圖）。修改電極-基板間隙距離 308 又可影響（例如）電漿容積 101 及標準化電漿容積。

此外，可為 RF 電極 301 下方之每一電漿容積 101 提供各種沉積氣體。因此，可為不同 RF 電極 301 提供不同沉

積氣體，以使得可在基板表面 502 上提供複合沉積層結構。

第 6 圖為包括三個局部隔開之 RF 電極 301 之電漿沉積源 100 的詳細橫截面側視圖。每一 RF 電極 301 具有 RF 輸入端 405，以自 RF 產生器 400（參閱第 5 圖）輸入 RF 功率。此外，每一 RF 電極 301 包括電極隔離物 306，以將 RF 電極 301 與環境隔離。舉例而言，除了將 RF 電極與環境隔離之外，亦可用（例如）連接器（例如，電源支架）將兩個或兩個以上電極 301 連接至彼此。除此之外，電極表面塗層 307 保護每一 RF 電極 301 免於暴露電漿。

根據可結合本文所述之其他實施例的一些實施例，可提供以（例如）玻璃或石英製成之保護層作為電極之表面塗層。通常，保護層可為可移除的，例如藉由將保護層夾持於電極上。如此允許在薄膜沉積系統之維護期間容易並快速地置換保護層。通常，保護層適於可移除地固定至電極，進而允許置換低成本設計的保護層。此外，除了保護 RF 電極之外，電極保護層之高二次電子發射係數可在高壓下提供電漿穩定。

第 6 圖更詳細地圖示了分別對於每一電極之沉積氣體經由進氣口 201 之輸入及沉積氣體經由出氣口 202 之排出。進氣口 201 適於將沉積氣體直接導引至電漿容積 101 中，而出氣口 202 係設置於電漿容積 101 之上部邊緣。如以上所提及，電漿容積係由電極之幾何尺寸且由電極-

基板間隙距離 308 來界定，亦即電漿容積 101 係由電極-基板間隙距離 308、電極寬度 304 及電極長度 305（參閱第 1 圖）之乘積來界定。

根據可結合本文所述之其他實施例的一些實施例，待塗佈之基板 500 係設置於個別 RF 電極 301 與反電極 406 之間。反電極 406 可接地，其中個別 RF 電極 301 之 RF 輸入端 405 係連接至 RF 產生器 400（參閱第 5 圖）之另一極點。第 6 圖所圖示之電極配置具有以下優點：為達產生電漿之目的，未電流接觸沿基板運送方向 501 移動之待塗佈之基板 500。尤其在移動基板 500 之狀況下，第 6 圖所示之配置可用於沉積製程。

在此應注意，儘管圖式中未圖示，但是可將電漿沉積源 100 安裝於真空腔室內以在降低的周圍壓力下提供電漿沉積製程。

儘管本揭示案描述了沉積製程，但是在此應注意，可將根據本文所述之至少一個實施例的電漿沉積源 100 用於其他電漿製程，諸如（但不限於）電漿蝕刻製程、表面改性製程、電漿增強式表面活化、電漿增強式表面去活化等。

根據圖式中未圖示之另一實施例，電極可具有彎曲橫截面形狀或可經配置以使得其在電漿沉積製程期間旋轉。可同相驅動或可異相驅動 RF 電極 301。可單獨操作每一 RF 電極 301，每一 RF 電極 301 具有在多區電極裝置 300 中的個別進氣口 201 及出氣口 202。因此，有可

能在由 RF 電極 301 界定之個別區域提供不同氣體、不同 RF 功率、不同 RF 頻率。因此，可將至少一種不同沉積氣體饋入由至少一個 RF 電極 301 相對於剩餘 RF 電極 301 所提供之電漿容積 101。

第 7 圖為自底側在一觀測角所觀察的電漿沉積源 100 的透視圖，其中沿基板運送方向 501 運送基板（未圖示）經過 RF 電極 301。RF 電極 301 各自具有電極表面塗層 307，以保護個別 RF 電極 301 免於暴露電漿。RF 電極 301 在其垂直於基板運送方向 501 之邊緣上各自具有氣體噴管，亦即個別進氣口 201 及個別出氣口 202。進氣口 201 可具有沿著進氣口 201 之長度設置的進氣開口 204。可分別經由 RF 輸入端 405 向多區電極裝置 300 之每一 RF 電極 301 提供 RF 功率。

根據可結合本文所述之其他實施例的一些實施例，出氣口 202 且尤其是進氣口 201 為可組態或可交換。藉此，可提供（例如）具有開口 204 之氣體分佈條以使得可控制電漿區域中之氣體分佈。根據典型實施例，該氣體分佈條可具有相對於與基板運送方向 501 平行的沉積源之中心線的對稱設計。舉例而言，氣體分佈條相對於電極之長度方向的邊緣區域可具有額外或較大開口 204，以可補償在電極邊緣上的前驅物氣體之損失。此外，根據另一典型實施例，氣體分佈條相對於電極之長度方向的邊緣區域可具有較少或較小開口 204，以減少沉積前驅物之堆積及/或以進一步使沉積分佈均勻。除此之外，可

以槽之形式提供進氣開口 204 及/或出氣開口 205。個別槽可展示沿槽之長度的變化的槽寬，例如，在氣體分佈條之邊緣區域上之較大的或較小槽寬。

類似地，根據可結合本文所述之其他實施例的一些實施例，可提供具有開口 204 或狹縫之氣體泵取通道，以使得可控制或調適自電漿區域之排空以具有均勻電漿行為，亦即沿垂直於基板移動方向之基板方向的基板上之均勻沉積。藉此，根據典型實施例，氣體泵取條或氣體泵取通道可具有相對於與基板移動方向平行的沉積源之中心線的對稱設計。通常，氣體泵取通道為可組態或可交換，以補償泵取通道之長度中存在的差異並提供沿出氣口之長度的均勻流動阻力。

可在 10 MHz 至 100 MHz 範圍內的驅動 RF 頻率下操作多區電極裝置 300，其中典型的頻率約為 13.56 MHz 至 94.92 MHz。選定之驅動 RF 頻率尤其取決於電極尺寸。可按比例增大多區電極裝置 300 之尺寸，以向較大基板 500 上提供薄膜之電漿增強式沉積。在按比例增大之狀況下，可改變驅動 RF 頻率以避免駐波效應，駐波效應主要影響塗佈均勻性。可沿著電極長度 305 設置第 5 圖中已圖示且本文以上中已描述之連接器 401（電源支架），以在電漿容積中提供均勻電漿激發。可沿著垂直於基板運送方向 501 之電極長度 305 配置至少兩個連接器 401。

垂直於基板運送方向 501 之電極長度 305 可在 80 cm 至 200 cm 範圍內且通常在 120 cm 至 180 cm 範圍內。根

據另一典型實施例，電極長度 305 為約 150 cm。

沿著個別 RF 電極 301 之電極長度 305 設置且可用於將 RF 電極 301 連接至彼此的至少兩個連接器 401 可用以調整電場均勻性且因此調整在電漿容積中之電漿均勻性（第 7 圖中未圖示）。此外，藉由將個別 RF 電極 301 分別連接於至少一個 RF 產生器 400，可在兩個相鄰 RF 電極之間提供推拉模式。

如第 7 圖所示，氣流方向（亦即，自進氣口 201 經過 RF 電極 301 至出氣口 202 的氣流）平行於基板運送方向 501。此外，有可能將經過兩個相鄰 RF 電極之氣流方向對準以使得其與彼此相對。此外，根據可結合本文所述之其他實施例的另一實施例，可調整沉積氣體之氣流以使得經過所有 RF 電極 301 之氣流方向反平行於基板運送方向 501。

根據上述實施例中之一些實施例，可相對於前驅物氣體之耗盡分佈調整 RF 電極 301 之電極寬度 304，以減少矽烷粉塵形成。此外，若相對於電漿容積 101 中提供之電漿的電漿參數及前驅物氣體之耗盡分佈來調節電極寬度 304，則可增大沉積速率。另一優點為更有效利用沉積氣體。

因此，有利地，改良沉積於移動基板 500 之基板表面 502 上之薄膜的品質。如本文以上所述，可將包括多區電極裝置 300 之電漿沉積源 100 用於沉積製程。此外，根據進一步實施例，可設計多區電極裝置 300，以用於

蝕刻及其他表面改性製程，諸如（但不限於）表面活化、表面鈍化等。

在最靠近移動基板 500 之基板表面 502 之周圍區域，沉積速率可隨氣相前驅物活化程度而增大。此等氣相前驅物係由 RF 功率密度、電極-表面間隙距離 308、製程氣流 203 及製程氣體組成來控制。可基於相對於前驅物氣體矽烷之耗盡長度的電極寬度 304 之調整來減少矽烷粉塵之形成。因此可有效地提供對電極寬度 304 之調節以匹配所期望之前驅物耗盡長度分佈。

第 8 圖為圖示用於將薄膜沉積於基板上之方法的流程圖。該方法包括步驟 S1 至步驟 S7。程序始於步驟 S1 且進行至步驟 S2，其中提供包括至少兩個局部隔開的 RF 電極的多區電極裝置。在步驟 S3，沿基板運送方向導引基板經過 RF 電極。至少兩個局部隔開的 RF 電極中之每一者具有配置於 RF 電極之邊緣上的單獨進氣口及單獨出氣口，RF 電極之該等邊緣垂直於基板運送方向。在步驟 S4，將沉積氣體自個別 RF 電極之個別進氣口導引至個別出氣口。在步驟 S5，向至少兩個 RF 電極供應 RF 功率。藉此，在步驟 S6，將薄膜沉積於沿基板運送方向移動之經導引基板上。程序止於步驟 S7。

鑒於以上內容，已描述了複數個實施例。舉例而言，根據一實施例，提供一種電漿沉積源，其適於將沉積氣體轉換為電漿相且自電漿相將薄膜沉積於基板上，該基板在真空腔室中沿基板運送方向移動。電漿沉積源包

括：一多區電極裝置，其適於安置於真空腔室中且包括經配置與移動基板相對的至少一個 RF 電極；及一 RF 功率產生器，其適於向 RF 電極供應 RF 功率。RF 電極具有至少一個進氣口及至少一個出氣口，該至少一個進氣口係配置於電極之一邊緣上，該至少一個出氣口係配置於 RF 電極之相對邊緣上。根據該實施例之選擇性修改，平行於基板運送方向之 RF 電極的電極寬度小於沉積氣體之臨界耗盡長度，該臨界耗盡長度係界定於沉積氣體莫耳分率降至其初始值之約 10% 之值的點上。根據其他額外或替代修改，RF 電極界定真空腔室中在電極表面與相對基板位置之間的電漿容積。根據可結合上述任何其他實施例及修改的進一步實施例，標準化電漿容積係由在電極表面與相對基板位置之間界定的電漿容積除以電極長度來提供，其中標準化電漿容積係基於沉積氣流、電漿壓力、RF 電極上提供之 RF 功率及 RF 頻率而提供。根據其他額外或替代修改，提供氣體供應裝置，其適於將沉積氣體供應至電漿容積。根據可結合上述任何其他實施例及修改的進一步實施例，至少一個進氣口係相對於基板運送方向配置於 RF 電極之前緣，且至少一個出氣口係相對於基板運送方向配置於 RF 電極之後緣。根據另一修改，進氣口及出氣口基本上係垂直於基板運送方向來配置。根據可結合上述任何其他實施例及修改的進一步實施例，電漿沉積源進一步包括：至少一個連接器，其適於將 RF 電極電氣連接至彼此。根據又一修改，電漿

沉積源包括：至少兩個連接器，其適於將 RF 電極連接至彼此，其中該至少兩個連接器係沿著垂直於基板運送方向之電極長度來配置。可將該至少兩個電極連接至共用產生器極點。根據選擇性修改，提供匹配網路，以將 RF 功率產生器連接至多區電極裝置。此外，可將反電極配置於移動基板之與該至少一個 RF 電極相對的側面上。根據又一修改，施加於 RF 電極上之 RF 頻率在 10 MHz 至 100 MHz 範圍內，且通常為約 40.68 MHz。根據另一修改，電極寬度在 10 cm 至 18 cm 範圍內，通常在 12 cm 至 17 cm 範圍內，且更通常地為約 15 cm。根據可結合上述任何其他實施例及修改的進一步實施例，垂直於基板運送方向之電極長度在 80 cm 至 200 cm 範圍內，通常在 120 cm 至 180 cm 範圍內，且更通常地為約 150 cm。

根據另一實施例，提供一種用以將薄膜沉積於基板上之方法。該方法包括以下步驟：提供包括至少一個 RF 電極之多區電極裝置；導引基板沿基板運送方向經過 RF 電極；使沉積氣體自 RF 電極之進氣口流至出氣口；向 RF 電極供應 RF 功率；及將薄膜沉積於導引基板上。根據該實施例之選擇性修改，該方法可進一步包括以下步驟：對於每一 RF 電極單獨控制自進氣口橫跨 RF 電極至出氣口之沉積氣流。根據可結合以上修改或以上實施例的進一步實施例，同相驅動至少兩個 RF 電極。根據另一修改，兩個相鄰電極係由彼此之間的預定相差來驅動。根據又一實施例，電場均勻性係藉助於沿著垂直於基板

運送方向之電極長度設置的至少兩個連接器來調整，該至少兩個連接器經提供以將 RF 電極連接至彼此。根據可結合如上所述之其他修改的另一修改，調整電極-基板間隙距離距離，以使得沉積氣體之耗盡長度等於或大於平行於基板運送方向之電極寬度。根據又一修改，將至少一種不同沉積氣體饋入由至少一個 RF 電極相對於剩餘 RF 電極所提供之電漿容積。此外，根據又一實施例，至少兩個 RF 電極係以推拉模式驅動。根據另一實施例，調整 RF 電極之電極寬度以使得粒子滯留時間在 0.01 s 至 1 s 範圍內，且通常為約 0.4 s。根據可結合本文以上描述之實施例及修改的進一步實施例，調整沉積氣體之氣流以使得橫跨兩個相鄰 RF 電極之氣流方向與彼此相對。此外，可調整沉積氣體之氣流以使得橫跨 RF 電極之氣流方向平行或反平行於基板運送方向。

儘管上述事項係針對本發明之實施例，但在不脫離其基本範疇的情況下，可擬出本發明之其他及進一步實施例，且其範疇係由以下申請專利範圍判定。

【圖式簡單說明】

因此，可詳細瞭解本發明之以上詳述特徵結構之方式，即以上簡略概述之本發明之更特定描述可參照實施例進行。附圖係關於本發明之實施例且在下文中描述：

第 1 圖圖示根據本文所述之實施例之電漿沉積源的示

意圖；

第 2 圖為第 1 圖所示之配置於待塗佈之移動基板上的電漿沉積源的側視圖；

第 3 圖為執行基於矽烷之沉積製程時所形成的矽烷耗盡分佈；

第 4 圖為圖示根據本文所述之實施例相對於電漿沉積源之 RF 電極的寬度尺寸，產生於電漿容積中之矽烷耗盡分佈及 SiH_3 濃度分佈的圖表；

第 5 圖為根據本文所述之其他實施例連接至用以驅動 RF 電極之 RF 產生器的電漿沉積源的橫截面圖；

第 6 圖為根據本文所述之實施例且具有三個 RF 電極及個別氣體供應裝置的電漿沉積源的詳細橫截面圖；

第 7 圖為根據本文所述之實施例自基板側面觀察之電漿沉積源的透視圖；及

第 8 圖為圖示根據本文所述之實施例用以將薄膜沉積於基板上的方法的流程圖。

【主要元件符號說明】

100 電漿沉積源

101 電漿容積

200 氣體供應裝置

201 進氣口

202 出氣口

- 203 氣流方向
- 204 進氣開口
- 205 出氣開口
- 300 多區電極裝置
- 301 RF 電極
- 302 電極前緣
- 303 電極後緣
- 304 電極寬度
- 305 電極長度
- 306 電極隔離物
- 307 電極表面塗層
- 308 電極-基板間隙距離
- 400 RF 產生器
- 401 連接器
- 402 匹配網路
- 403 第一產生器極點
- 404 第二產生器極點
- 405 RF 輸入端
- 406 反電極
- 500 基板
- 501 基板運送方向
- 502 基板表面
- 600 矽烷耗盡分佈
- 601 距離

602 SiH_4 莫耳分率

603 臨界莫耳分率

604 SiH_3 濃度分佈

605 SiH_3 莫耳分率

606 真空泵

S1 步驟

S2 步驟

S3 步驟

S4 步驟

S5 步驟

S6 步驟

S7 步驟

七、申請專利範圍：

1. 一種電漿沉積源，適於將一沉積氣體轉換為一電漿相且自該電漿相將一薄膜沉積於一基板上，該基板在一真空腔室中沿一基板運送方向移動，該電漿沉積源包含：一多區電極裝置，適於佈置於該真空腔室中且包含至少兩個 RF 電極，各個電極具有平行於該基板運送方向之一電極寬度及垂直於該基板運送方向之一電極長度，且經配置與該移動基板相對，

其中對各個 RF 電極而言，一標準化電漿容積(normalized plasma volume)係由在一電極表面與一相對基板位置之間界定的一電漿容積除以該電極長度提供，其中將該標準化電漿容積調節為該沉積氣體之一耗盡長度，且其中該標準化電漿容積在 5 cm^2 與 50 cm^2 之間的一範圍內；及

一 RF 功率產生器，適於向該些 RF 電極供應 RF 功率，其中各個 RF 電極具有至少一個沉積氣體進氣口及至少一個沉積氣體出氣口，該至少一個沉積氣體進氣口係配置於該 RF 電極之一邊緣上，該至少一個沉積氣體出氣口係配置於該 RF 電極之相對邊緣上，其中該邊緣與該相對邊緣分別為相對於該基板運送方向之一前緣與一後緣，或者該邊緣與該相對邊緣分別為相對於該基板運送方向之一後緣與一前緣。

2. 如申請專利範圍第 1 項之電漿沉積源，其中平行於該

基板運送方向之該 RF 電極的該電極寬度小於該沉積氣體之一耗盡分佈的一臨界耗盡長度，該臨界耗盡長度係界定為該沉積氣體之一最大莫耳分率之約 10%。

3. 如申請專利範圍第 2 項之電漿沉積源，其中各個 RF 電極於該真空腔室內界定在 1200 cm^3 至 7200 cm^3 之一範圍內的一電漿容積，該電漿容積介於一電極表面與一相對基板位置之間。

4. 如申請專利範圍第 1 項之電漿沉積源，其中對各個 RF 電極而言，該標準化電漿容積係基於以下各者來提供：一沉積氣流、一電漿壓力、該 RF 電極上所提供之該 RF 功率及一 RF 頻率。

5. 如申請專利範圍第 1 項之電漿沉積源，其中對各個 RF 電極而言，該標準化電漿容積在 10 cm^2 與 36 cm^2 之間的一範圍內。

6. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項之電漿沉積源，進一步包含：至少一個連接器，適於將該至少兩個 RF 電極電氣連接至彼此。

7. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項之電漿沉積源，進一步包含：至少兩個連接器，適於將該至少兩個

RF 電極連接至彼此，其中該至少兩個連接器係沿著垂直於該基板運送方向之該電極長度而配置。

8. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項之電漿沉積源，其中該至少兩個電極係連接至一共用產生器極點。

9. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項之電漿沉積源，其中一反電極係配置於該移動基板與該些 RF 電極相反的一側面上。

10. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項之電漿沉積源，其中設置各個 RF 電極之該電極寬度以使得一粒子滯留時間在 0.01s 至 1s 之一範圍內，且通常約為 0.4s。

11. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項之電漿沉積源，其中平行於該基板運送方向之各個電極寬度在 10 cm 至 18 cm 之一範圍內，通常在 12 cm 至 17 cm 之一範圍內，且更通常地為約 15 cm。

12. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項之電漿沉積源，其中垂直於該基板運送方向之各個電極長度在 80 cm 至 200 cm 之一範圍內，通常在 120 cm 至 180 cm 之範圍內，且更通常地為約 150 cm。

13. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項之電漿沉積源，進一步包含：一氣體供應裝置，適於向該電漿容積供應該沉積氣體。

14. 如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項之電漿沉積源，其中提供一匹配網路，以將該 RF 功率產生器連接至該多區電極裝置。

15. 一種用於將一薄膜沉積於一基板上之方法，該方法包含以下步驟：

提供包含至少兩個 RF 電極之一多區電極裝置；

導引一基板沿一基板運送方向經過各個 RF 電極；

使一沉積氣體自一沉積氣體進氣口流至一沉積氣體出氣口，該沉積氣體進氣口配置於該 RF 電極的一邊緣上而該沉積氣體出氣口配置於該 RF 電極的相對邊緣上，其中該邊緣與該相對邊緣分別為相對於該基板運送方向之一前緣與一後緣，或者該邊緣與該相對邊緣分別為相對於該基板運送方向之一後緣與一前緣；

向各個 RF 電極供應 RF 功率；及

將該薄膜沉積於該經導引之基板上，其中將平行於該基板運送方向之各個 RF 電極的寬度調節為該沉積氣體之耗盡分佈。

16. 如申請專利範圍第 15 項之方法，其中平行於該基板

運送方向之該 RF 電極的該寬度小於該沉積氣體之一臨界耗盡長度，該臨界耗盡長度係界定於一沉積氣體莫耳分率降至其初始值之約 10%之一值的一點上。

17. 如申請專利範圍第 15 項之方法，其中對於各個個別 RF 電極而言，單獨控制自該沉積氣體進氣口經過各個 RF 電極至該沉積氣體出氣口的該沉積氣流。

18. 如申請專利範圍第 15 項之方法，其中同相驅動該至少兩個 RF 電極。

19. 如申請專利範圍第 15 項之方法，其中該至少兩個彼此相鄰 RF 電極係由彼此之間的一預定相差來驅動。

20. 如申請專利範圍第 15 項之方法，其中一電場均勻性係藉助於沿著垂直於該基板運送方向之一電極長度設置的至少兩個連接器來調整，提供該至少兩個連接器以將該至少兩個 RF 電極連接至彼此。

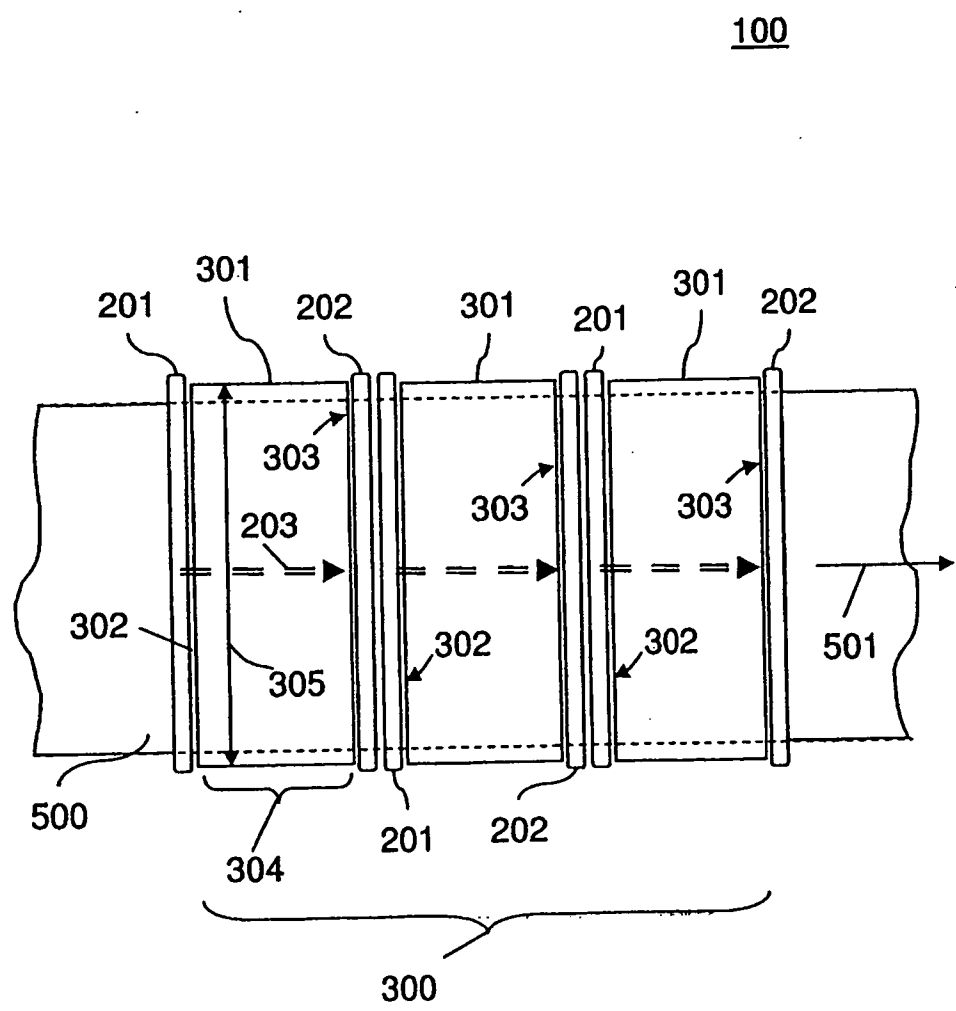
21. 如申請專利範圍第 15 項至第 20 項中任一項之方法，其中調整一電極-基板間隙距離，以使得該沉積氣體之該耗盡長度等於或大於平行於該基板運送方向之各個 RF 電極的一電極寬度。

22. 如申請專利範圍第 15 項至第 20 項中任一項之方法，其中將至少一種不同沉積氣體饋入由各個 RF 電極相對於剩餘 RF 電極所提供之電漿容積。

23. 如申請專利範圍第 15 項至第 20 項中任一項之方法，其中該至少兩個 RF 電極係以一推拉模式驅動。

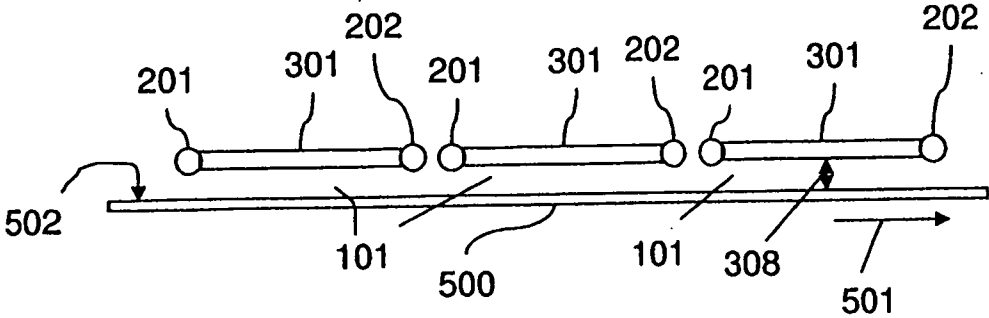
24. 如申請專利範圍第 15 項至第 20 項中任一項之方法，其中調整各個 RF 電極之該電極寬度以使得一粒子滯留時間在 0.01 s 至 1 s 之一範圍內，且通常約為 0.4 s。

八、圖式：

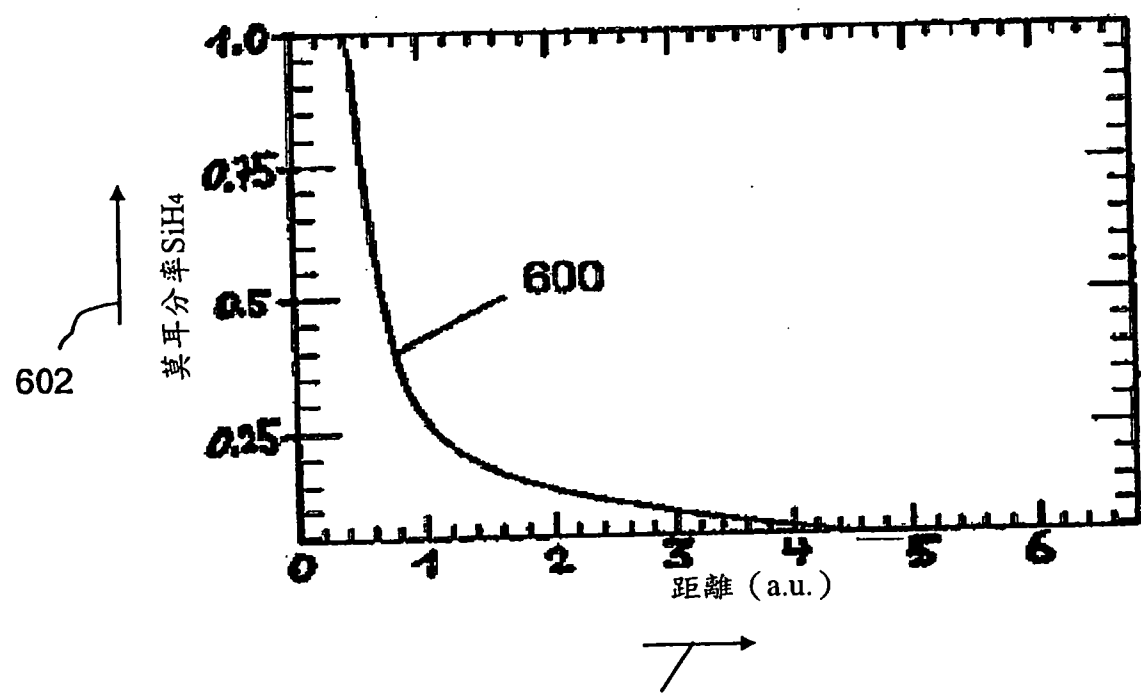


第1圖

100

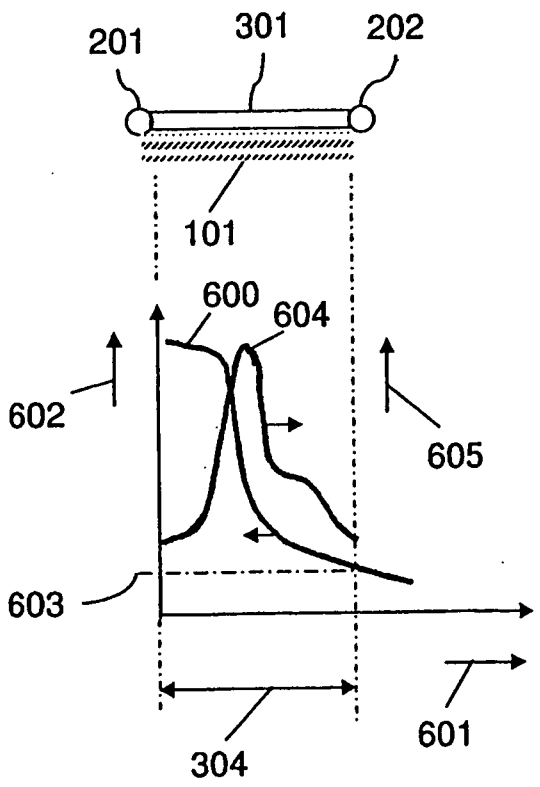


第2圖

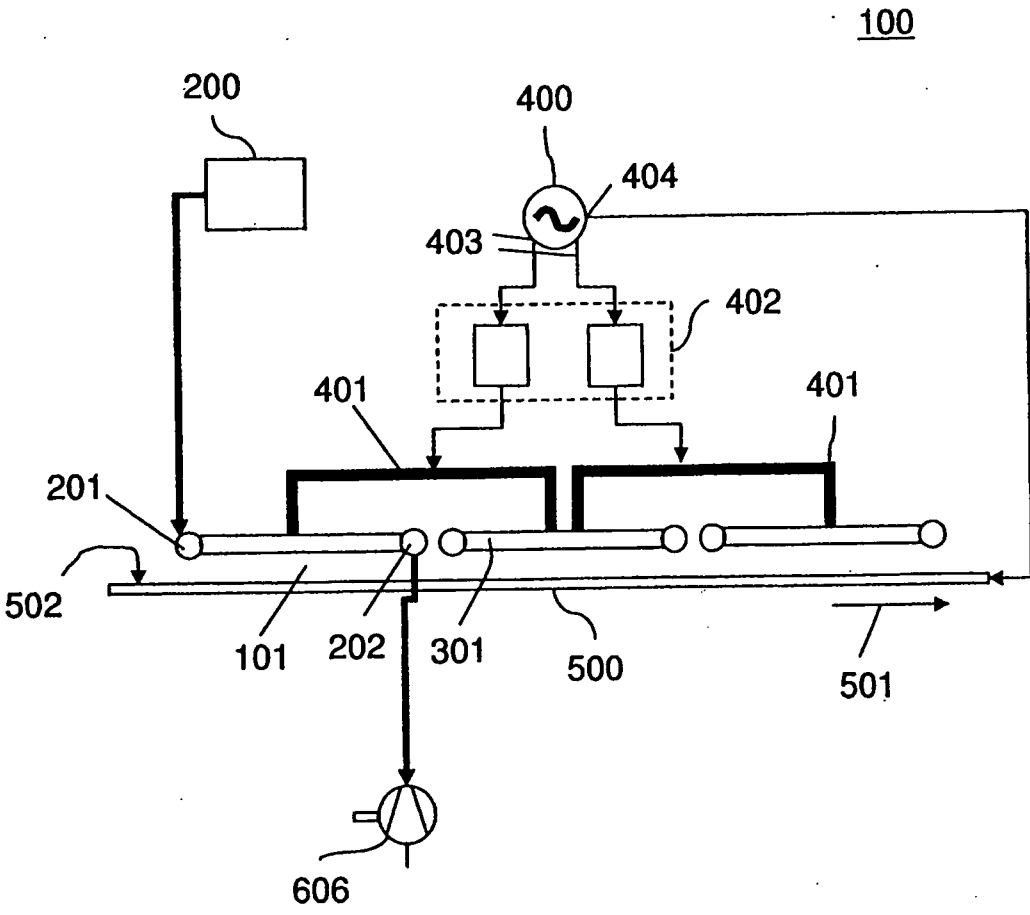


601

第3圖

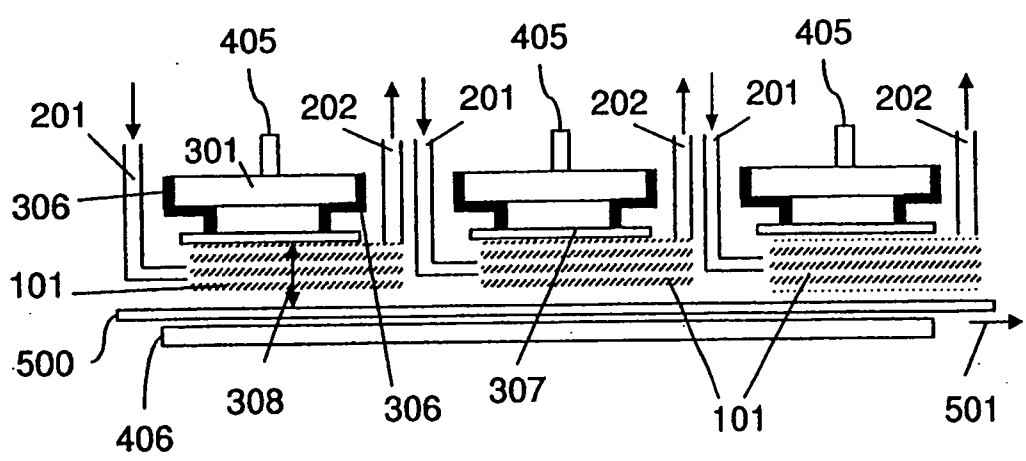


第4圖

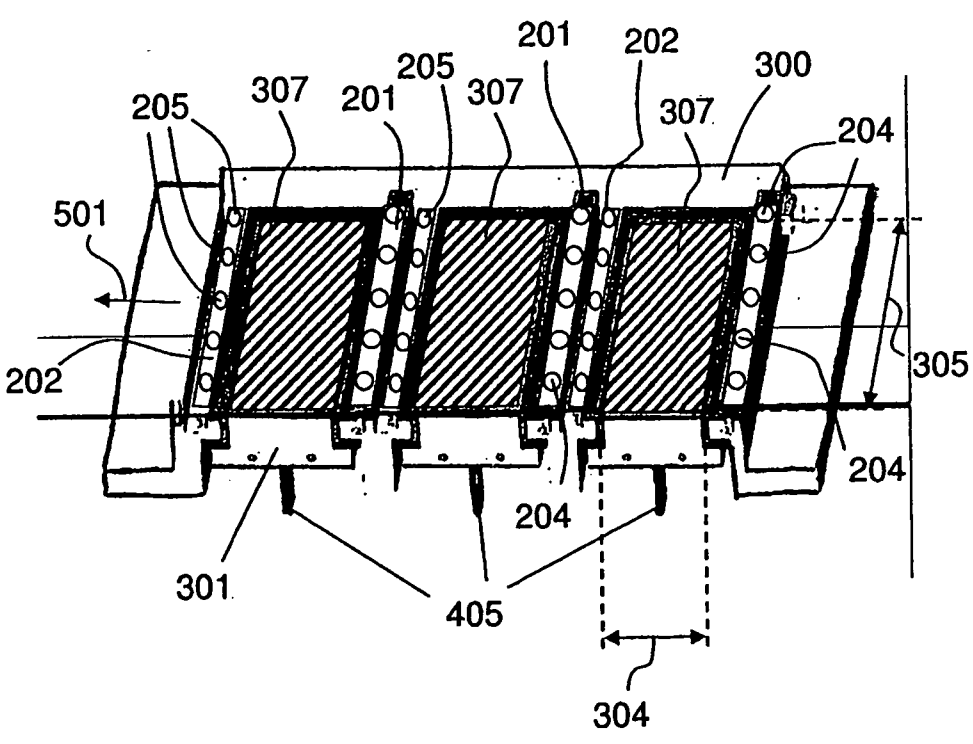


第5圖

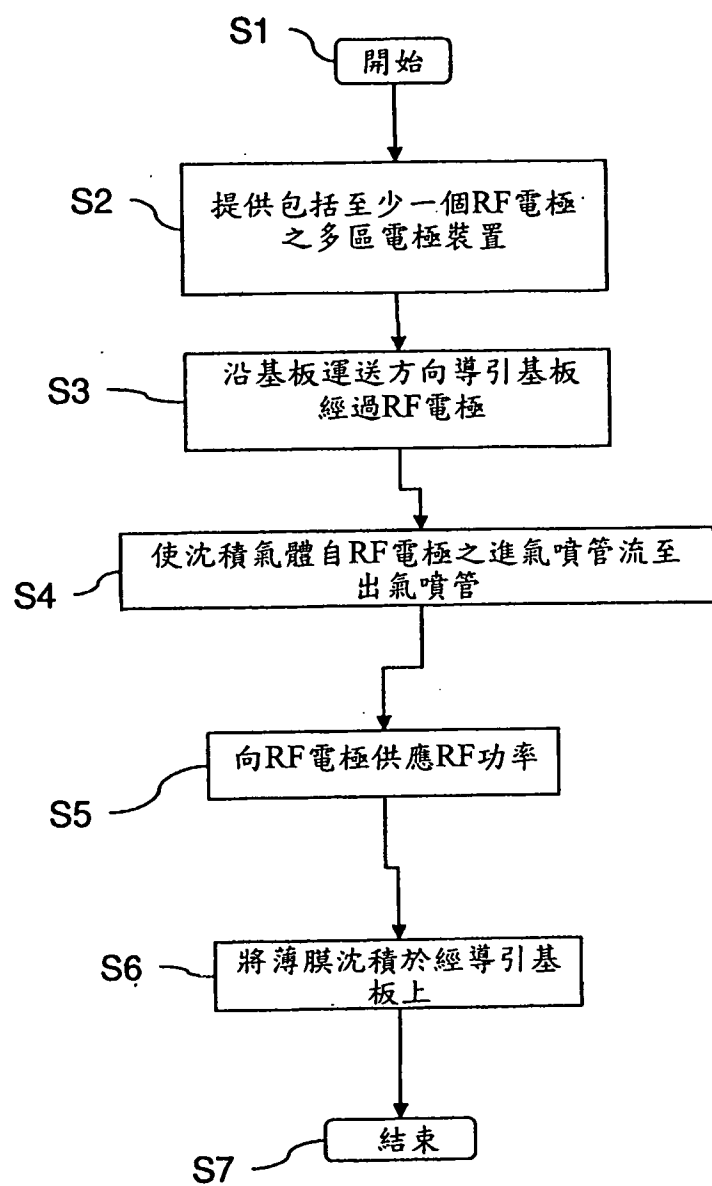
100



第6圖



第7圖



第8圖