

申請日期	
案 號	
類 別	

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書		
一、發明名稱	中 文	
	英 文	
二、發明人	姓 名	4. 杜格魯 亞莎 TUGRUL YASAR 5. 布魯斯 吉特曼 BRUCE GITTLEMAN 6. 羅迪尼 羅賓森 RODNEY ROBISON
	國 籍	4.-6. 均美國 U.S.A.
	住、居所	4. 美國亞歷桑納州史考戴爾市東柯約提路13947號 13947 E. COYOTE ROAD, SCOTTSDALE, ARIZONA 85259, U.S.A. 5. 美國亞歷桑納州史考戴爾市東卡米諾迪爾聖圖路9118號 9118 E. CAMINO DEL SANTO, SCOTTSDALE, ARIZONA 85260, U.S.A. 6. 美國亞歷桑納州梅莎市東普拉塔街8313號 8313 E. PLATA AVENUE, MESA, ARIZONA 85212, U.S.A.
	姓 名 (名 稱)	
三、申請人	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代 表 人 姓 名	

裝
訂
線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

國（地區） 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權
美國 2001 年 05 月 04 日 60/288,952 ☒有 ☐無主張優先權

有關微生物已寄存於： 寄存日期： ，寄存號碼：

裝
訂
線

五、發明說明 (¹)

本發明依2001年5月4日提出的美國臨時專利申請號60/288,952主張優先權，在此處以參照之方式併入本發明。

發明範疇

本發明係關於通路與溝渠結構在半導體晶圓上的金屬化作用。特別是，本發明係關於利用離子化濺鍍材料以形成障壁層與種子層之矽晶圓的高長寬比通路與溝渠結構的金屬化作用。

發明之背景

在高長寬比通路與溝渠在半導體晶圓上的金屬化作用中，障壁層與種子層必須具有良好側壁與底部覆蓋物。障壁層必須盡量薄而不犧牲其障壁性。障壁層必須薄，因為其加入通路電阻結構的電阻必須降至最小。其必須相配並具持續性以防止種子層材料擴散入介電層及其他層內而影響可靠性問題。此要求障壁層厚度必須控制良好且特別在通路底部降至最小。在通路底部的厚障壁層會引起實質上不適合電阻至互連金屬的電阻。高接觸電阻導致不良IC性能。在障壁層沉積期間，在通路入口的頂邊緣，由於較厚材料的堆積，懸垂現象會形成。此懸垂現象會干擾種子層在通路的側壁與底部上的沉積。在種子層沉積期間，必須防止種子層材料本身進一步的懸垂形成。

種子層必須持續並在通路的側壁與底部具有良好覆蓋物。對障壁層與種子層沉積後的電鍍步驟此為必要的。通路入口因懸垂的閉塞導致不良側壁覆蓋物、不良電鍍填料降低裝置產率。

五、發明說明 (2)

離子化物理氣相沉積沉積在先進IC晶圓中用於障壁層與種子層金屬化作用。離子化物理氣相沉積於通路與溝渠結構中提供良好側壁與底部覆蓋物。然而，當幾何形狀收縮及通路尺寸下降在0.15微米以下時，離子化沉積條件變成更重要。因此，極希望具有一種離子化物理氣相沉積過程，其中底部與側壁覆蓋物平衡良好且懸垂現象降至最小。

依序沉積與蝕刻過程先前已經提出。美國專利6,100,200號，Van Buskirk等人，教示一種依序進行加熱沉積與蝕刻單元法以提供通路或溝渠結構的相配覆蓋物。然而，其教示通常在300-600℃與500-450℃間之高基材溫度下的沉積與蝕刻過程。但是，用於目前半導體過程的新穎技藝狀態的低k介電質需要溫度<200℃。銅種子層沉積需要<0℃，通常為-20℃至-50℃以防止銅結塊。由Van Buskirk等人教示的溫度會導致銅種子層的全部結塊、通路與溝渠的懸垂及封閉以及銅與不連續銅層的大孤島。Van Buskirk等人亦教示通常低於1 kW，特別是低於0.5 kW的低電力濺鍍。此對過程造成嚴重沉積速率與生產率限制。

此外，Van Buskirk等人亦教示欲藉傳送晶圓在專用沉積與蝕刻模組之間的單一真空系統內實施，或使用多刻面沉積與反應性離子蝕刻模組的單一真空系統內實施的依序沉積與蝕刻步驟。此外，Van Buskirk等人亦提出可在獨立沉積與蝕刻系統實施的步驟。在相同模組內傳送晶圓自一蝕刻處理室至另一沉積處理室或自蝕刻站至另一沉積站，自

五、發明說明 (3)

過程的成本與過程品質的觀點而言，其具有缺點。藉傳送晶圓自一處理室至另一處理室或在相同處理室內自一站至另一站，導致生產率的損失，進而更高成本的過程。有些過程在傳送期間對氣體分子或其他污染物的吸附過敏，其會損害結構下裝置的品質與可靠性。Van Buskirk等人的另一教示為在過程間暴露至大氣的獨立系統內實施沉積與蝕刻步驟，而在大部分現代障壁/種子層金屬化過程中完全不能接受⁻。Van Buskirk等人未教示任何在沉積步驟期間基材偏壓。

在美國專利4,999,096號中，Nikei等人教示一種在相同處理室內依序沉積與蝕刻時可進行濺鍍的方法及裝置。Nikei等人交替地應用負性電壓至目標物及基材以交替地進行膜沉積與逆向濺鍍。其教示過程模組內的RF線圈，位於目標物與基材之間，以造成蝕刻步驟的電漿產生。此組態具有顯著缺點，即，內線圈為污染源，因為此技藝已知存在於過程空間內的高能離子與中子亦可即蝕刻自線圈除去材料並污染欲沉積或蝕刻在基材上的薄膜。在其他先行技藝中，線圈可自欲沉積的相同材料製成，但此對過程產生不適當經濟與硬體困難性。並非每一種欲沉積的材料適於構成線圈而大部分時候成本令人卻步。此外，Nikei等人的提議亦造成基材的不均勻電漿產生與不均勻蝕刻。依序蝕刻與沉積過程中二步驟必須均勻橫越晶圓以在過程結束時造成均勻處理的晶圓。

Nikei等人教示並強調一種低壓沉積與蝕刻過程以防止雜

五、發明說明 (4)

質包括於沉積的薄膜內。此係在蝕刻與沉積過程期間在低壓如 10^{-3} 托或以下藉產生電漿完成。在蝕刻過程期間，內線圈必須被 RF 充電以完成放電，其與保持某種污染物離開基材的意願相反而促進污染物到達基材。Nikei 等人嚴格教示或限制其發明至低壓 (10^{-3} 托或以下) 操作。

美國專利 6,274,008 號教示一種整合銅填充法，其中實施同時清潔-沉積步驟。此發明使用銅離子以在沉積銅種子層以前清潔及/或蝕刻通路結構的底部。

本發明之概示

根據本發明的原理，提供一種方法及裝置，其中使用依序沉積與蝕刻步驟以解決上述問題。本發明的方法涉及首先沉積一金屬化如鈮 (Ta)、氮化鈮 (TaN) 或銅 (Cu) 的薄層，然後，最好是在停止沉積後，藉離子化氣體如氬氣 (Ar) 進行離子蝕刻步驟。

蝕刻步驟除去較沉積步驟期間沉積更少在晶圓與通路底部頂表面上二場區上的材料，因此在過程週期結束時有淨沉積。必要時，可重複沉積/蝕刻週期多次以完成所欲結果。藉平衡沉積與蝕刻次數、速率及其他沉積與蝕刻參數，懸垂會消除或降至最少。懸垂與底部沉積被回蝕並至少局部再分配至側壁。

在根據本發明之一具體例的過程中，材料沉積在一具有小高長寬比部件如直徑為 0.15 微米或以下的孔或通路而長寬比為 3 或 5 至 15 或以上的晶圓上。沉積使用離子化物理氣相沉積 (iPVD) 法及裝置，具有特性敘述於美國專利

五、發明說明 (5)

6,287,435 號、6,080,287 號、6,197,165 號、6,132,564 號、5,948,215 號及 5,800,688 號以及 PCT 申請案 PCT/US00/31756 號，至少基於部份其上，皆併入本文供參考。

本發明之一具體例利用離子化物理氣相沉積裝置的獨特優點，如上述美國專利 6,287,435 號及 PCT 申請案 PCT/US00/31756 號的圖 1 所詳述。此裝置特別適合於依序沉積與蝕刻過程。依序沉積與蝕刻過程可應用至相同過程處理室內的基材而不用裂開真空或移動晶圓自一處理室至另一處理室。裝置的組態容許自離子化物理氣相沉積模式迅速改變成蝕刻模式或自蝕刻模式迅速改變成離子化物理氣相沉積模式。裝置的組態亦容許在沉積模式時之離子化物理氣相沉積過程控制參數與在蝕刻模式時之蝕刻過程控制參數的即時最佳化。此等優點的結果為具有優異通路金屬化與後續電鍍填充操作的晶圓的高生產率。

本發明除了教示低基材溫度以外，亦提出高 DC 目標物電力，例如，8 kW 至 19 kW，通常為 11 kW。高電力準位不但造成高生產率過程，而且最佳化金屬類如銅或鈹的離子化與離子化沉積。

本發明係在相同處理室內在原處提供依序蝕刻與沉積步驟來解決先行技藝的問題，具有高生產率且不用由 Van Buskirk 等人所教示的過程中發展的介面層。

本發明提供的過程模組的組態適合廣泛壓力以導致在高晶圓生產率準位下相合通路與溝渠覆蓋物。本發明不具有 Nikei 等人的低壓限制並提供過程壓力準位，適合濺鍍與蝕

五、發明說明 (6)

刻利用裝置能力的過程步驟。此外，先行技藝未教示對每一步驟具有最佳化來源-基材距離的沉積-蝕刻週期以增加所得薄膜的均勻性。

美國專利 6,274,008 號未教示依序蝕刻與沉積方式並限於金屬離子作為金屬種類。

由以下本發明例示具體例的詳細說明當可更加明白本發明的此等及其他目的及優點。

圖式之簡單說明

圖 1 為顯示涉及由離子化物理氣相沉積金屬沉積的機械裝置的一部份半導體晶圓截面的圖表。

圖 2 為顯示涉及由沉積金屬蝕刻的再濺鍍的機械裝置的圖 1 之半導體晶圓之部份之截面的圖表。

圖 3 為用於本發明之離子化物理氣相沉積裝置的一具體例的截面的圖表。

圖 3A 為類似於圖 3 用於本發明之離子化物理氣相沉積裝置的另一具體例的截面的圖表。

圖 3B 為類似於圖 3 與 3A 用於本發明之離子化物理氣相沉積裝置的另一具體例的截面的圖表。

圖 4 為例示在根據本發明之一具體例的依序沉積與蝕刻過程期間參數轉變的曲線圖。

圖 5 為例示在根據本發明之另一具體例的依序沉積與蝕刻過程期間參數轉變的曲線圖。

圖 5A 與 5B 為更詳細例示圖 5 曲線圖選擇部分的曲線圖。

圖 6 為例示圖 3、3A 或 3B 裝置的一部分控制系統的圖

五、發明說明 (7)

表。

圖 7 與 7A 為例示圖 3、3A 或 3B 裝置的部分替代氣流控制系統的圖表。

本發明例示具體例的詳細說明

圖 1 說明金屬膜 10 藉離子化物理氣相沉積的沉積入形成於半導體晶圓 12 的介電內層 13 內的通路結構 11。當金屬離子 18 沉積在晶圓 12 上時，金屬沉積具有傾向變成在通路入口較厚，造成一懸垂結構 14。同樣，金屬的沉積在通路 11 的底部 15 變成較在側壁 16 更厚。當通路尺寸降至 0.15 微米以下而無介電內層 13 厚度的對應減少時，通路 11 的長寬比會顯著增加，限制金屬離子 14 在通路 11 的側壁 16 上的通量。關於低於 100 埃的薄沉積物，沉積在通路 11 的側壁 16 上的薄膜，尤其是供金屬如銅的種子層，容易具有結塊孤島結構。銅種子層內缺口與不連續性導致側壁 16，特別是在金屬覆蓋物最少的側壁底部上電鍍空隙。

圖 2 以圖表顯示蝕刻週期以自通路 11 的底部 15 及自通路 11 頂部的懸垂結構 14 再濺鍍金屬沉積 10。在蝕刻週期中，氬離子 (Ar^+) 擊打並自沉積層 10 濺鍍材料如箭頭 19 所示。此濺鍍自通路底部 15 及懸垂物 14 除去過量材料。當金屬層為銅時，蝕刻過程係藉自通路底部 15 及自在通路入口的懸垂物 14 濺鍍的銅的再沉積增加銅在側壁 16 底部 15 與頂部上的連續性。若欲蝕刻的金屬為障壁層時，在通路底部 15 厚度的減少會降低通路的總接觸電阻而改良裝置性能。

參照圖 3 所示的離子化物理氣相沉積裝置 20 說明沉積與

五、發明說明 (8)

蝕刻週期。關於離子化物理氣相沉積，晶圓21保持定位於溫度控制的靜電夾頭22的頂部上。濺鍍氣體係自來源23供應至真空處理處理室30內，其壓力藉由泵29保持在真空下並調整至適當離子化沉積範圍供離子化物理氣相沉積用。DC電力係自電源24供應至目標物25，RF電力係自RF產生器27供應至天線26。打開此等電源24，27至適合離子化物理氣相沉積的電力準位。晶圓RF偏壓係藉RF偏壓產生器28供應至夾頭22，在沉積期間，其以可打開至適當準位以提供淨負性偏壓在晶圓21上以改良並影響過程。天線26定位於處理室壁32介電窗31後方處理室30的外側。百葉窗式沉積障板33，較佳由開縫金屬材料形成，位於處理室30內側，緊密地隔開窗31以防止窗31沉積。永久磁鐵包34定位於目標物25後方以在目標物25上方產生磁性隧道供磁子濺鍍。

控制晶圓21的溫度以得最佳通路金屬化。晶圓工作台22設置有Z移動驅動氣35以調整基材-來源距離以提供最佳沉積均勻性以及通路11的側壁16與底部15的最佳覆蓋物與對稱性。一些典型離子化物理氣相沉積參數示於表I內。

五、發明說明 (9)

表 I

典型離子化物理氣相沈積參數

材料	DC 電力(kW)	ICP 電力(kW)	RF晶圓偏壓 電力(W)	壓力 (mT)	N ₂ 流(全 部流之%)	晶圓工作 台溫度(°C)
Ta	8-19	1-7	0-200	50-120	---	25-100
TaN _x	8-19	1-7	0-200	50-120	3-50	25-100
Cu	8-19	1-7	0-100	50-100	---	-50-0

關於表 I 所示的過程，基材-來源距離通常可為 150 至 275 mm。氬氣為典型濺鍍氣體。為了沉積金屬氮化物如 TaN_x 的障壁層，在濺鍍沉積期間，除了氬氣以外，亦可使用氮氣。

在某種所欲沉積量後，減少或關閉 DC 電力 24 至目標物 25 以實質上減少或停止沉積過程。熟悉此技藝者當可明白，沉積過程可藉減少 DC 電力準位 24 至極低準位而不用完全關閉實質上減少及/或停止。繼續 RF 激發至 ICP 天線以產生氬氣電漿。此時，調整處理室氬氣壓力、ICP 電力、RF 基材偏壓電力及基材-來源距離以提供最佳蝕刻條件。若先前沉積步驟供金屬氮化物時，可關閉或減少氮氣流動至處理室。晶圓工作台 22 的溫度亦可針對蝕刻步驟改變，但此通常並無必要。典型蝕刻條件示於表 II。

五、發明說明 (10)

表 II

金屬與金屬氮化物之典型蝕刻製程參數

ICP電子(W)	RF晶圓偏壓電力(W)	壓力(mT)
50-3000	100-1000	0.1-2 mT

在先行技藝的過程中，種子金屬層的結塊很平常，其導致沉積在種子層上方電鍍填料內空隙發生，因而造成具有可靠性問題的無法接受的產品。

根據本發明，在依序沉積與蝕刻步驟期間控制晶圓溫度。此等過程可藉提供具有冷卻流體通道的靜電夾頭22及適當溫度控制完成於美國專利6,287,435號所述的裝置內。夾頭22與晶圓21間之良好熱接觸可藉提供夾頭22與晶圓21間之後側氣體傳導完成。可在依序沉積與蝕刻步驟期間控制後側氣體壓力以確保特別是在通路結構側壁的薄金屬沉積不會結塊。

在蝕刻步驟期間，尤其是針對銅沉積-蝕刻過程，在相當高基材偏壓影響下高能離子撞擊基材的蝕刻步驟期間，銅膜必須保持冷卻且不容許加熱。蝕刻步驟的目的為減少懸垂物的量，懸垂物會損害成功的通路或溝渠填充並減少底部覆蓋物的厚度。蝕刻步驟的另一目的為再沉積更多材料至通路與溝渠的側壁以使該處薄膜更具連續性。若基材21的溫度未被控制並容許在蝕刻步驟期間增加時，銅原子的可動性會增加且其擴散在積材21的表面上而導致大銅分子在通路與溝渠11的側壁16結塊而非形成連續性銅膜。因

五、發明說明 (11)

此，在蝕刻步驟期間，控制基材溫度並保持冷卻。

例如，在蝕刻期間，自偏壓電力產生器28至基材工作台22的電力保持在約500瓦，其導致約-300伏偏壓在晶圓工作台22上。在該蝕刻步驟期間產生在基材21的熱被晶圓夾頭22有效地萃取以保持晶圓21的溫度在實質上在處理室溫以下，較佳為在0°C以下，較佳為至約-30°C。

在蝕刻步驟後，可實施另一沉積步驟。蝕刻後的沉積週期可重複一次或必要時許多次。在另一具體例中，在整個過程期間可使用至少一個蝕刻步驟。該蝕刻過程例如可發生在二個沉積步驟之間。在本發明過程之一具體例中，典型障壁過程可包括氮化鈮沉積，接著蝕刻步驟，再接著鈮金屬沉積，然後另一蝕刻步驟。在蝕刻步驟期間沉積的材料厚度較在蝕刻期間除去的厚度更大，導致淨沉積。

在操作之一序列中，每一週期可具有固定沉積與固定蝕刻參數，如固定時間、壓力、DC與RF電力準位及來源-基材距離供各沉積與蝕刻模式。此操作序列之一例述於圖4，其中自電源24致目標物25的DC電力被打開供沉積而關閉供蝕刻。氬氣真空壓力係藉控制泵29及氣流23在沉積時較高壓力與蝕刻時較低壓力之間轉換。自RF產生器27至天線26的ICP電力係在沉積時較高電力準位與蝕刻時較低電力準位之間轉換。自產生器28至工作台22的RF偏壓電力係自較低偏壓供沉積而較高偏壓供蝕刻轉換。Z驅動器35移動工作台22以使晶圓對蝕刻較對沉積更靠近來源(其包括目標物25與天線26)。

五、發明說明 (12)

在實施本發明過程的系統的另一操作序列中，沉積與蝕刻模式的相對部分極其各個過程參數可在自週期至週期的週期期間改變以影響最佳總最後結果。此序列之例由圖5表示，各種曲線添加其上以顯示其時間關係。實施此過程具體例的系統優點為其容許自沉積模式至蝕刻模式的快速改變。裝置的能力為提供在高壓下的均勻沉積，其具有本身優點，而在低壓下的均勻蝕刻有利於達成具有高生產率的所需結果。裝置的離子化物理氣相沉積源敘述於美國專利6,287,435號及PCT申請案PCT/US00/31756號，顯示均勻或高方向金屬通量至晶圓。該源包括截頭圓錐形目標物或環狀環形目標物，RF線圈在目標物中心的介電窗後面。使用該源，在某種環境下，正性氬離子在晶圓上的通量會不均勻，反而中心地尖峰，環繞垂直於基材的線顯示寬廣環狀分布。此適合較高壓力沉積。然而，再濺鍍在蝕刻期間材料的週期部分沉積在沉積期間週期部分在晶圓的中心較邊緣更顯著，其對欲實施的蝕刻不適合。在濺鍍蝕刻步驟期間降低壓力造成正性氬離子在晶圓上的通量變成更均勻而由晶圓偏壓之助，更具方向性並垂直於基材。控制電漿源-晶圓空間的Z距離調整可均勻地提供最佳蝕刻與沉積。

在蝕刻步驟期間降低壓力可達成另一優點。在較高壓力下，在沉積期間通常使用具有上述離子化物理氣相沉積源的週期部分，自晶圓排出進入電漿的材料遭受多重碰撞而可反射回至欲離子化的晶圓上。此熱化材料的通量可增加垂懸物。此垂懸物係藉沉積-蝕刻離子化物理氣相沉積法

五、發明說明 (13)

減少，因為在較低壓力下，自晶圓濺鍍的材料平均自由路徑較長，在被離子化或衝擊處理室30的壁31以前，其反射回至晶圓上的可能性極少。理想上，沉積-蝕刻週期應快速，俾可在60秒典型處理時間內容許許多週期。具有可變工作週期的脈衝DC電力供應極適合於此目的。基材-來源空間類似於圖4。

在圖5中，"ICP電力"意指來自產生器27供形成稠密電漿的RF誘導耦合電力，而"RF基材偏壓電力"意指自產生器28施加至工作台22以在基材21上產生負性偏壓的RF電力。"DC電力"意指自電力供應處或源24施加至目標物25材料以造成材料濺鍍的DC電力。可控制參數，使在較高壓力沉積步驟期間點火的電漿被連續維持遍及蝕刻步驟。圖5顯示系統操作的實際資料，其中此並非該情況，且其中氬氣流動在蝕刻步驟再點火電漿前增加。電漿的再點火回應於圖5中RF基材偏壓電力的表觀峰值。提供圖5A與5B以清楚分開參數圖表。

系統控制器40被擬定程序以達到圖4與5所示的參數控制，並敘述於圖6的圖表。

本發明方法當使用上述裝置20時特別有利，其沉積材料，特別是金屬，在廣泛壓力範圍內，其包括沉積壓力範圍為1-150毫托或更高，而當壓力範圍為50-150毫托，或在濺鍍的材料遭受許多碰撞的其他壓力下，或在目標物與基材間被"熱化"時，特別有用。

裝置20亦具有優點為，可在廣泛RF工作台電力範圍內沉

五、發明說明 (14)

積，容許在極高工作台電力下沉積。與蝕刻組合的低工作台電力處理僅可在除去所有側壁與底部材料(至少對障壁層)以前除去部分懸垂物。高工作台電力沉積過程導致在底部側壁上高底部覆蓋及厚沉積以及在通路其餘部份上較佳的側壁覆蓋，藉此容許蝕刻步驟進行，直到更完全除去懸垂物為止。此等優點的發生乃由於發展充分高DC偏壓在晶圓21上，其同時再濺鍍並沉積以及影響離子以更垂直於晶圓21的方向的軌道。此加強在部件底部15的覆蓋範圍並容許在除去在部件底部的材料以前更多懸垂物的蝕刻。由於最佳化工作台電力與沉積壓力的能力，在自再濺鍍材料的再沉積的高工作台電力沉積期間懸垂物的增加可降至最小，容許懸垂物藉蝕刻過程的總減少。

沉積/蝕刻週期較佳藉快速與重複轉換在高沉積壓力與低蝕刻壓力為低於10毫托，特別是自幾毫托向下至0.1毫托或以下之間實施。實施壓力轉換而轉換濺鍍電力在目標物上及轉換偏壓電力在準位間的基材上。基材偏壓可藉RF電力在基材上的脈衝改變或轉換。視需要而定，基材偏壓可轉換在RF電力之二準位之間。基材偏壓轉換，相對於在沉積期間數十伏而在蝕刻期間數百伏的電漿，在基材上產生負性電位，而目標物DC偏壓轉換在沉積期間負性目標物濺鍍電壓與在蝕刻期間零或接近零伏之間。在蝕刻期間偏壓電力較佳為在沉積期間的數量級或以上。

轉換較佳為每週期約1秒或每週期約0.1至20秒的週期內，每晶圓全部處理時間較佳為1分鐘或以下，但有些過

五、發明說明 (15)

程會發生較長處理時間。

根據本發明之其他具體例，在週期的蝕刻部分期間正性氬離子在晶圓上的通量為均勻或方向性如同在週期的沉積部份期間自離子化物理氣相沉積源的金屬通量。此係用另一電磁線圈41環繞上述處理室完成，電磁線圈可定位於處理室30內部，如圖3A所示，或電漿外部。使用該線圈41，可使正性氬離子通量更均勻地垂直於基材21。此包括線圈41與天線26的雙線圈系統可以在沉積期間沉積少至若干單層在基材的表面上的方式脈衝，然後中斷沉積，俾可具有濺鍍來自沉積相當大量材料的部件11的頂角落14與部件11的底部15的材料在沉積很少材料但覆蓋物最重要(參照圖1)的側壁16上的功效。

另一組態40包括圓錐形ICP源44，其中心具有傳統平面磁控管，其包括目標物45，其後面為磁鐵組套件46，如圖3B所示。源44包括圓錐形線圈47，在處理室壁42內介電窗48後面的處理室43的外側，具有防止窗48沉積的圓錐形沉積障板49。

上述組態可在沉積金屬較蝕刻時更高壓力下進行。對於此可能性，可提供泵抽出處理室的快速電波。此可利用圖7所示的泵抽圖式。

圖3，3A及3B所示的處理室可裝設節流閘極閥50及渦輪泵，如圖7所示。對於該節流閘極閥50不具控制傳導性所欲範圍的能力的情況下，圖7A的泵抽組態可使用增加傳導性範圍的平行支管52。

五、發明說明 (16)

在濺鍍沉積與蝕刻間之壓力差異亦可藉改變氣流速率於濺鍍處理室內而完成。亦可使用氣流改變與泵抽速度改變的組合。

氣體可為氬氣，通常其較佳，但亦可為任何其他惰性氣體或可為與過程相容的非惰性氣體。

濺鍍材料可為銅、鉭、或任何其他金屬，介電材料，其進一步需要RF電力供應供非導電性目標物，或半導體材料。

障壁層材料如鉭、TaN、TiN及鈦自部件底部的厚沉積物的再濺鍍可用於避免在部件底部的該材料的厚沉積物所造成之高接觸電阻。

使用沉積在障壁層材料上面的導體材料如銅時，材料自邊緣的再濺鍍可避免該懸垂材料造成的部件內側的黑點，其抑制在後續電鍍過程中部件有效底向上填充。

可控制氬氣在蝕刻期間的方向性，以便利自部件邊緣再濺鍍在部件上半部或部分的側壁上並自部件底部再濺鍍在部件下半部或部分的側壁上。

本發明亦可使用，其中沉積過程為反應性過程，例如，用以沉積化合物膜如TiN、TaN、SiN等的過程。在該情況下，在沉積期間，除了氬氣以外，N₂或其他反應性氣體被導入處理室內。

為了最佳系統與過程結果，可選擇RF電力供應頻率。典型頻率可為13.56 MHz或2 MHz，但不限於此等頻率。

熟悉此技藝者當可明白，在不脫離本發明的原理以外，可對上述具體例做各種刪除、加入及修改。

四、中文發明摘要(發明之名稱: 具有依序沉積與蝕刻之離子化物理氣相沉積)

離子化物理氣相沉積裝置(20)被擬定程序以在真空處理室(30)內藉沉積與蝕刻模具間之週期在半導體基材(21)上沉積材料(10)成為高長寬比亞微米部件(11)。模具在不同電力與壓力參數下操作。超過50毫托的壓力，例如，用於自目標物濺鍍材料而低於幾毫托的壓力，例如，用以蝕刻。基材上的偏壓電力對蝕刻為較高數量級，產生數百伏偏壓供蝕刻，但僅數十伏供沉積用。交替蝕刻模式可除去懸垂基材上部位邊緣的沉積的材料，自部位的底部(15)除去一些沉積的材料，及在部位的側壁(16)上再濺鍍除去的沉積材料。基材(21)在沉積與蝕刻期間，特別是蝕刻期間冷卻至實質上0℃以下。RF能量耦合至處理室(30)內以形成高

英文發明摘要(發明之名稱: "IONIZED PVD WITH SEQUENTIAL DEPOSITION AND ETCHING")

An iPVD apparatus (20) is programmed to deposit material (10) into high aspect ratio submicron features (11) on semiconductor substrates (21) by cycling between deposition and etch modes within a vacuum chamber (30). The modes operate at different power and pressure parameters. Pressure of more than 50 mTorr, for example, is used for sputtering material from a target while pressure of less than a few mTorr, for example, is used to etch. Bias power on the substrate is an order of magnitude higher for etching, producing several hundred volt bias for etching, but only a few tens of volts for deposition. The alternating etching modes remove deposited material that overhangs edges of features on the substrate, removes some of the deposited material from the bottoms (15) of the features, and resputters the

四、中文發明摘要 (發明之名稱：)

密度電漿，具有在沉積期間較在蝕刻期間耦合之實質上更高RF電力。基材(21)在蝕刻期間較在沉積期間更靠近電漿源移動。

英文發明摘要 (發明之名稱：)

removed deposited material onto sidewalls (16) of the features. The substrate (21) is cooled during deposition and etching, and particularly during etching to substantially below 0°C. RF energy is coupled into the chamber (30) to form a high density plasma, with substantially higher RF power coupled during deposition than during etching. The substrate (21) is moved closer to the plasma source during etching than during deposition.

六、申請專利範圍

1. 一種離子化物理氣相沉積之製造方法，包括：

密封在離子化物理氣相沉積裝置的處理室內之基材，及不用打開處理室，進行離子化物理氣相沉積法以藉沉積模式，接著蝕刻模式，接著另一沉積模式操作裝置沉積傳導層在基材上高長寬比次微米部件的表面上，模式係藉控制裝置在沉積模式期間與蝕刻模式期間不同的電力與壓力下操作而受影響。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，供沉積塗膜在具有直徑為0.15微米或以下及長寬比為3或以上的部件上，其中離子化物理氣相沉積法的執行包括：

形成高密度電漿於處理室內並產生離子於其間供沉積材料在基材上並供蝕刻基材；

在壓力為至少約50毫托下以沉積模式操作裝置而自目標物濺鍍材料於高密度電漿內以離子化材料，以及以高度方向性沉積離子化的材料垂直於並在基材上；

在壓力為低於約10毫托下並在基材上用具有大小為實質上超過100伏的偏壓以蝕刻模式操作裝置而不用自基材濺鍍實質上材料。

3. 如申請專利範圍第2項之方法，進一步包括：

在基材上用偏壓以沉積模式操作裝置且其中該偏壓具有大小為實質上低於在蝕刻模式期間在基材上的偏壓。

4. 如申請專利範圍第1項之方法，進一步包括：

當自沉積模式改變至蝕刻模式時，增加基材上的偏

六、申請專利範圍

壓電力以在自基材沉積的材料之蝕刻模式期間藉來自電漿之氣體離子造成淨蝕刻；及

當自蝕刻模式改變至沉積模式時，減少基材上的偏壓電力以吸引來自電漿之離子化的材料以造成材料在基材上的淨塗覆。

5. 如申請專利範圍第4項之方法，其中：

在蝕刻模式期間基材上的偏壓電力高於在沉積模式期間基材上的偏壓電力至少約一數量級。

6. 如申請專利範圍第1項之方法，其中：

蝕刻模式係在造成至少一種影響之參數下用來自電漿之離子濺鍍實施，參數選自大致上由下列所構成之群：

至少部分除去懸垂基材上部件邊緣之沉積之材料，

至少部分除去自部件底部之沉積之材料，及

再濺鍍自基材之沉積之材料至部件之側壁上。

7. 如申請專利範圍第6項之方法，其中：

蝕刻模式係在造成至少二種該影響之參數下用來自電漿之離子濺鍍實施。

8. 如申請專利範圍第6項之方法，其中：

蝕刻模式係在造成所有三種該影響之參數下用來自電漿之離子濺鍍實施。

9. 如申請專利範圍第1項之方法，進一步包括：

在沉積與蝕刻期間冷卻基材。

六、申請專利範圍

10. 如申請專利範圍第1項之方法，進一步包括：

在蝕刻期間冷卻基材至實質上0℃以下。

11. 如申請專利範圍第1項之方法，進一步包括：

在沉積期間轉換DC電力至濺鍍目標物而在蝕刻期間實質上關閉。

12. 如申請專利範圍第1項之方法，進一步包括：

藉來自處理室外之RF產生器的RF能量形成高密度電漿於處理室內。

13. 如申請專利範圍第1項之方法，進一步包括：

在處理室內的空間形成高密度電漿以在沉積模式期間產生塗料的離子供沉積在基材上並在蝕刻期間產生蝕刻基材的離子；及

在沉積模式期間在相對於空間的一位置定位基材而在蝕刻模式期間在相對於空間的另一位置再定位基材。

14. 如申請專利範圍第1項之方法，進一步包括：

在處理室內的空間形成高密度電漿以在沉積模式期間產生塗料的離子供沉積在基材上並在蝕刻期間產生蝕刻基材的離子；及

在沉積模式期間在相對於空間定位基材而在蝕刻模式期間在更靠近空間再定位基材。

15. 如申請專利範圍第1項之方法，進一步包括：

藉耦合RF能量於空間內，在處理室內的空間形成高密度電漿以在沉積模式期間產生塗料的離子供沉積在

六、申請專利範圍

基材上並在蝕刻期間產生蝕刻基材的離子；及

在沉積模式期間在一電力準位下而在蝕刻模式期間
在不同電力準位下耦合RF能量於空間內。

16. 如申請專利範圍第1項之方法，進一步包括：

藉耦合RF能量於空間內，在處理室內的空間形成高
密度電漿以在沉積模式期間產生塗料的離子供沉積在
基材上並在蝕刻期間產生蝕刻基材的離子；及

在沉積模式期間在一電力準位下而在蝕刻模式期間
在較低電力準位下耦合RF能量於空間內。

17. 一種用以塗覆一具有直徑為0.15微米或以下及長寬比
為3或以上之半導體基材之離子化物理氣相沉積處理裝
置，包括：

一可密封處理室，其中具有一目標及一基材支撐；

一控制器，程式化以操作該裝置，並經由一連串模
式而在該密封處理室中的該基材支撐上的一基材上執
行一離子化物理氣相沉積而不需打開處理室，在一蝕
刻模式之後，該控制器係程式化而藉由操作該裝置於
一沉積模式而沉積一導電層於具高長寬比次微米特徵
之該基材上的表面上，接著一蝕刻模式，接著在另一
沉積模式之後，該等模式係藉由控制裝置在沉積模式
期間與蝕刻模式期間不同的電力與壓力下操作而受影
響；

該控制器進一步程式化以在該處理室中形成一高密
度電漿並產生離子於其間用以沉積材料於該基材上並

六、申請專利範圍

用以蝕刻該基材、在壓力為至少50毫托下以沉積模式操作該裝置而自目標物濺鍍材料於高密度電漿以離子化該材料、以高度方向性垂直於並在該基材上沉積該離子化材料，以及在壓力低於10毫托並在該基材上用具有大小為實質上超過100伏的偏壓以蝕刻模式操作該裝置而不用自該基材濺鍍實質上材料。

18. 一種離子化物理氣相沉積處理裝置，具有：

一可密封處理室，其中具有一目標及一基材支撐；

一控制室，程式化以於一連串模式中操作該裝置而不用打開處理室，在一蝕刻模式後，藉由離子化物理氣相沉積一導電層於具高長寬比次微米特徵之該基材上的表面上，接著另一沉積模式；

該控制器藉由藉由控制該裝置在沉積模式期間與蝕刻模式期間不同的電力與壓力下操作而影響該等模式。

19. 如申請專利範圍第18項之離子化物理氣相沉積處理裝置，其中：

該控制室係進一步程式化以當自沉積模式改變至蝕刻模式時在該基材上增加偏壓電力以在自該基材沉積的材料的蝕刻模式期間藉由來自該電漿的氣體離子造成一淨蝕刻；及

當自蝕刻模式改變至沉積模式時，減少該基材上的偏壓電力以吸引來自該電漿的離子化的物質以造成材料在該基材上的一淨塗覆。

六、申請專利範圍

20. 一種離子化物理氣相沉積裝置，包括：

一真空處理室於其內並可操作以在壓力範圍為約0.1至100毫托下在基材上進行離子化物理氣相沉積；

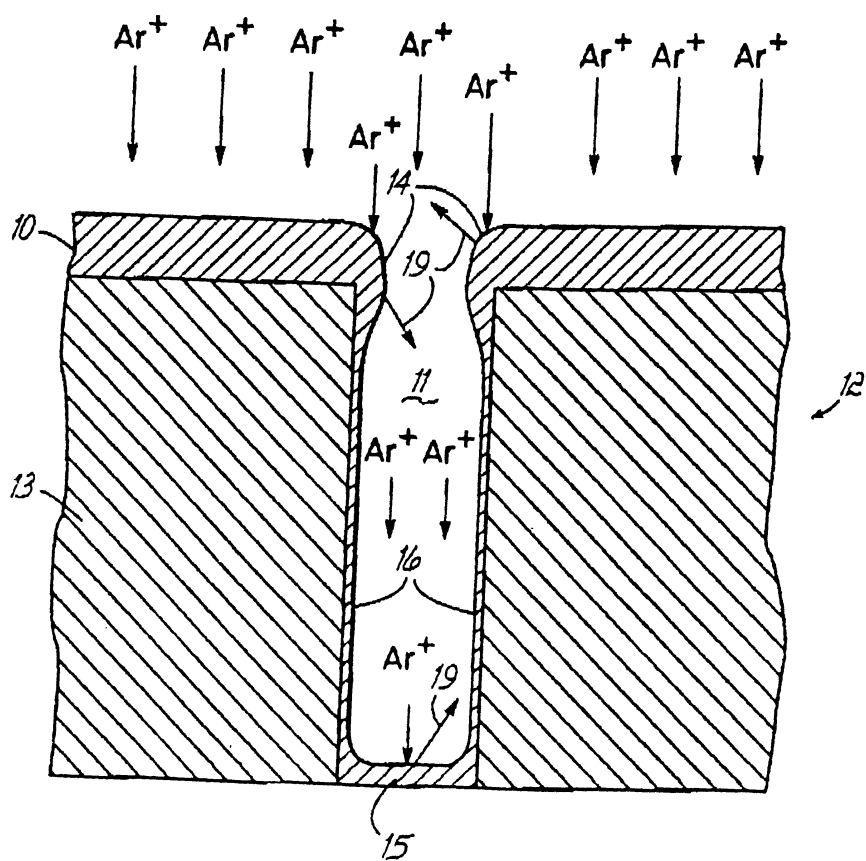
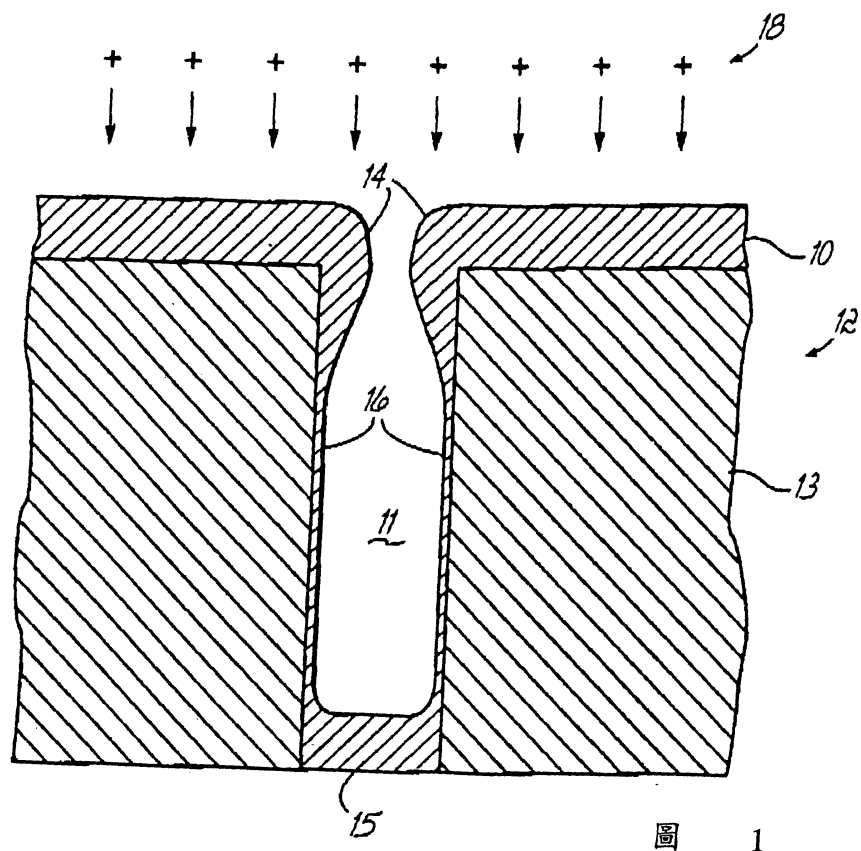
一環狀目標物在處理室的一端而一基材支持物在處理室的另一端；

一條三維線圈在目標物中心，耦合至RF能量源並可有效以誘導方式耦合RF能量於處理室內以形成高密度電漿於其內；及

一控制器，程式化以操作裝置以轉換在下面步驟之間：

在足夠高壓力下操作裝置，以熱化自目標物濺鍍電漿內的材料並濺鍍自濺鍍目標物於電漿內的材料，以離子化材料並以高度方向均勻性沉積材料垂直並在晶圓上，及

在低於熱化電漿內粒子的壓力下操作裝置而不用自目標物濺鍍材料，加速來自電漿的氣體離子在基材上以自基材蝕刻沉積的材料並造成懸垂基材上部件邊緣的沉積的材料的移除並自部件底部再濺鍍材料在部件的側壁上。



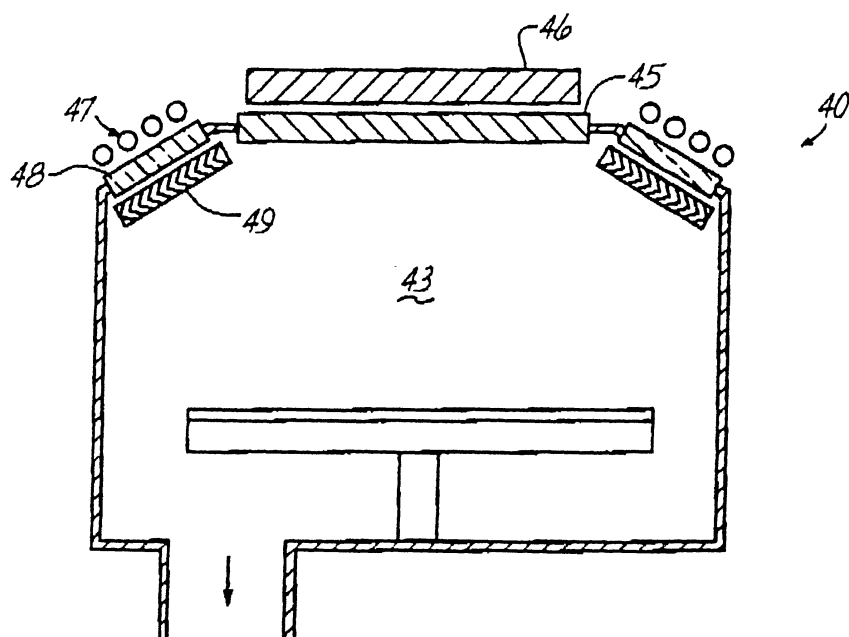


圖 3B

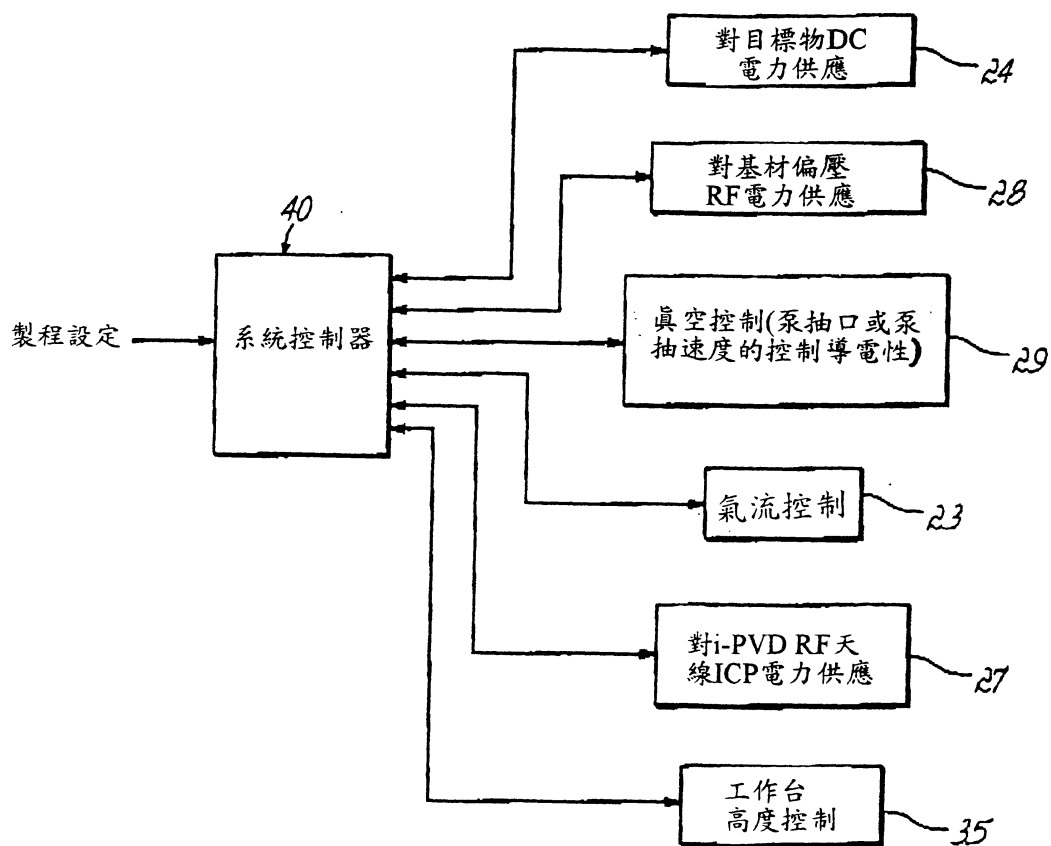


圖 6

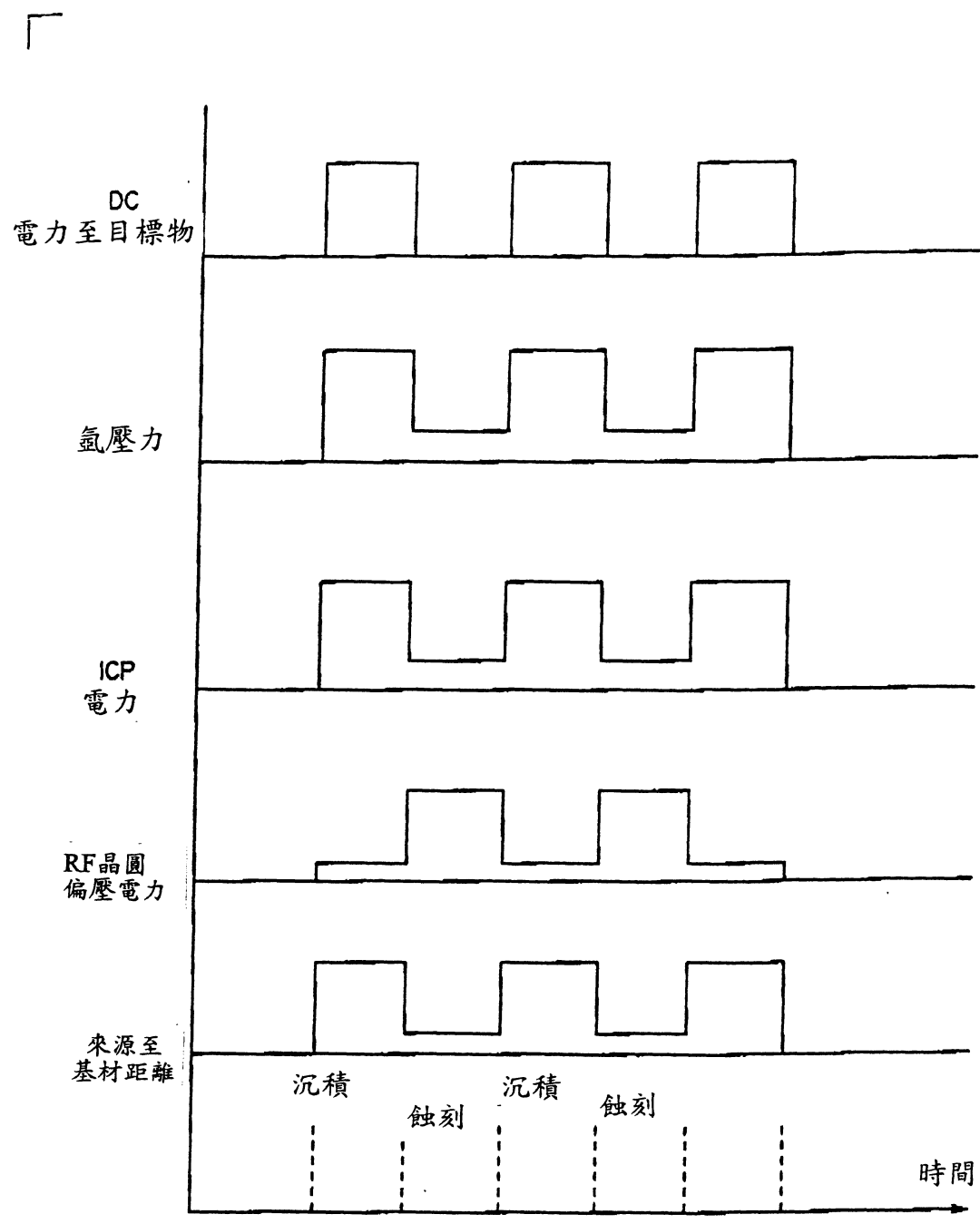


圖 4

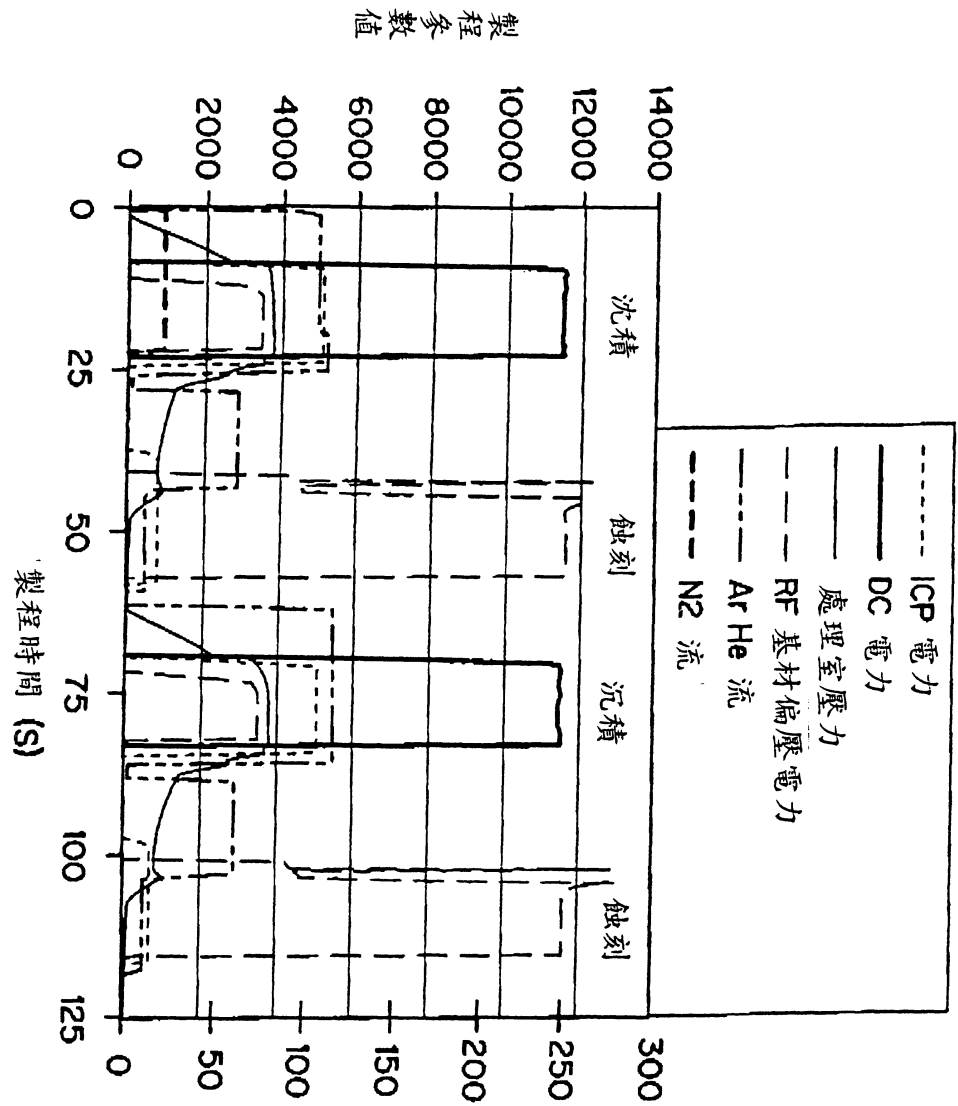


圖 5

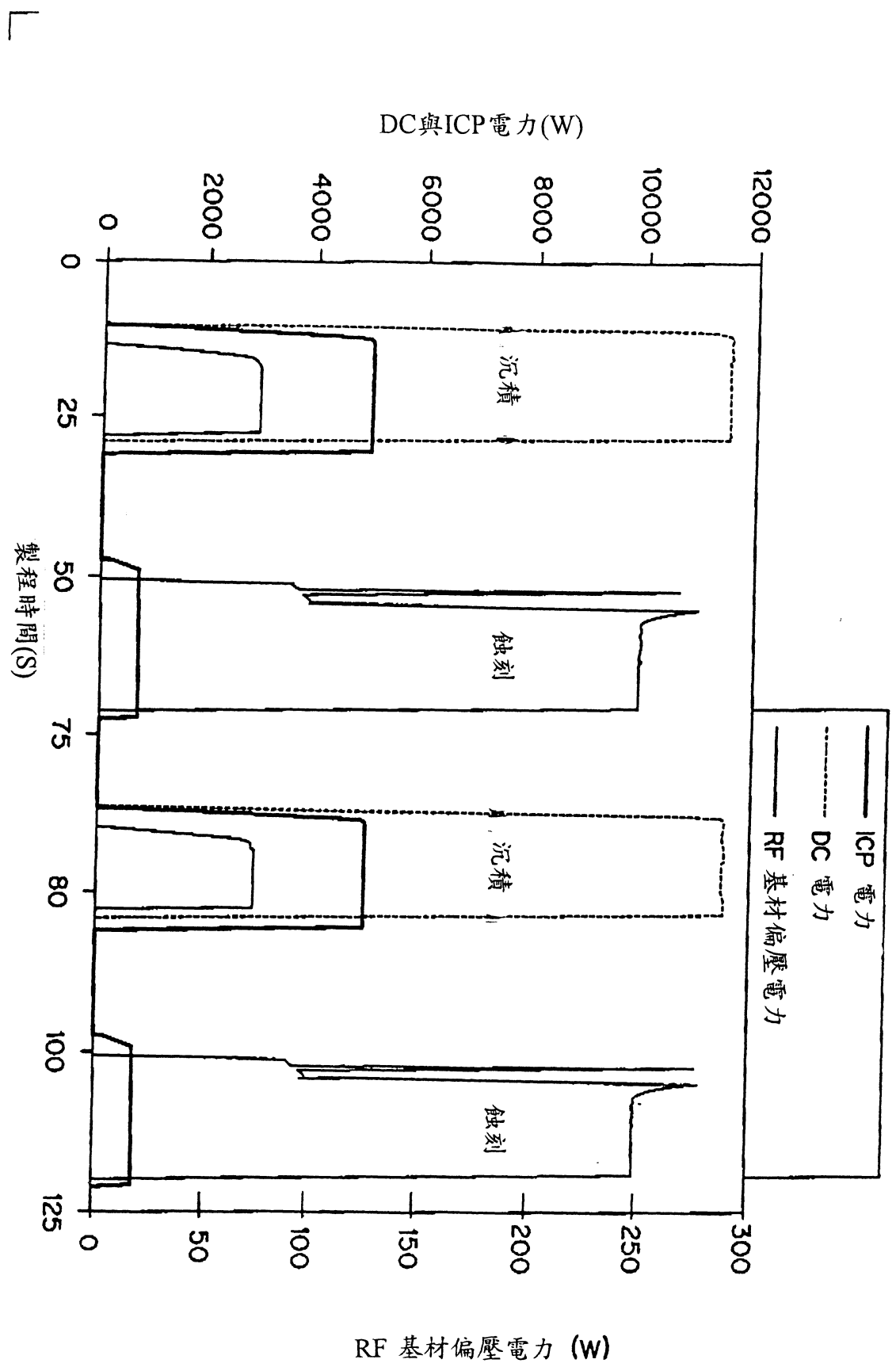


圖 5A

L

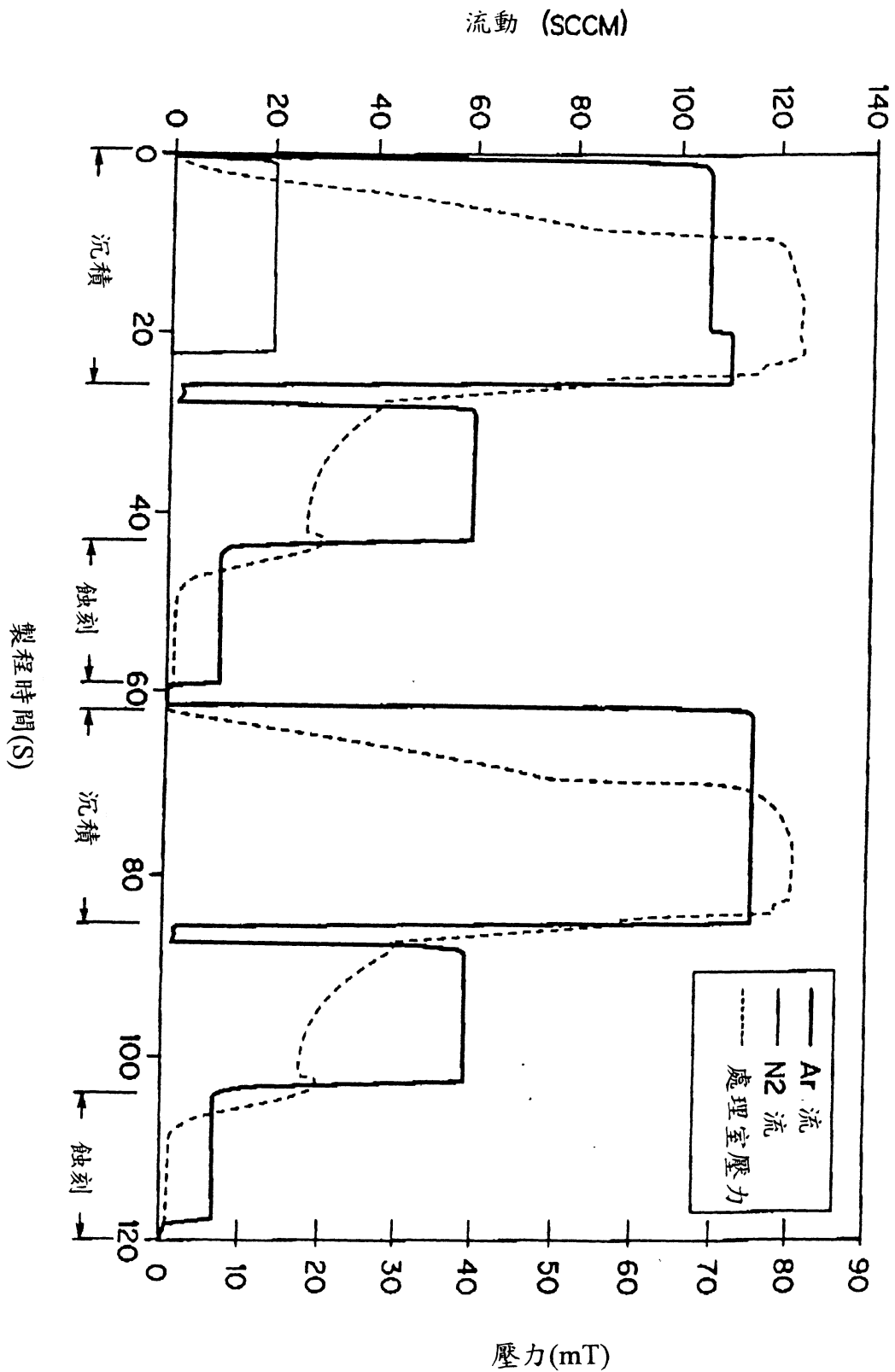


圖 5B

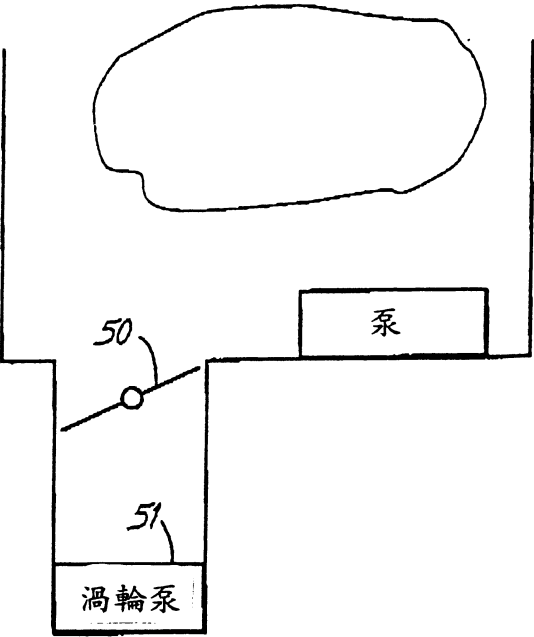


圖 7

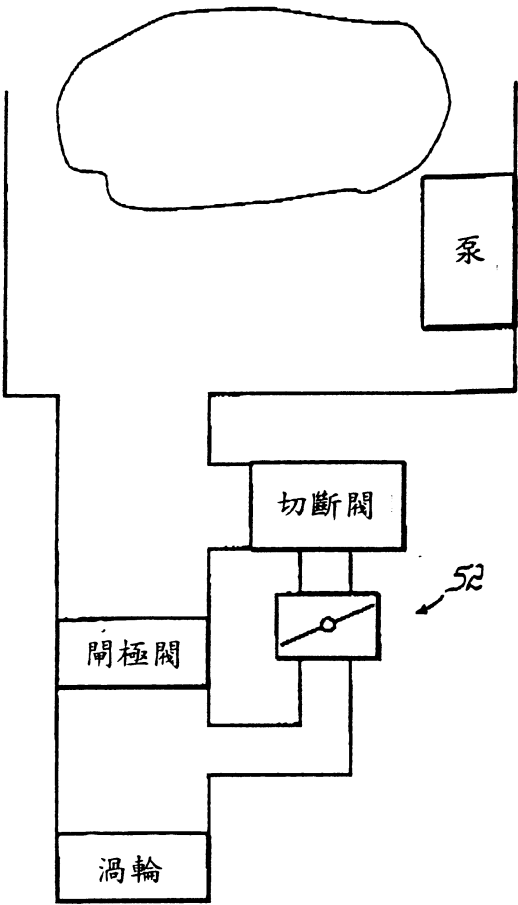


圖 7A

公 告 本

申請日期	91. 5. 3
案 號	091109243
類 別	1101/L 21/603

(以上各欄由本局填註)

A4
C4

552624

92. 5. 16修正
年 月 日 補充

中文說明書替換本(92年5月)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明名稱	中 文	具有依序沉積與蝕刻之離子化物理氣相沉積
	英 文	"IONIZED PVD WITH SEQUENTIAL DEPOSITION AND ETCHING"
二、發明人	姓 名	1. 葛林 雷諾茲 GLYN REYNOLDS 2. 法蘭克 希瑞歐 FRANK CERIO 3. 麥克 葛拉皮霍斯 MICHAEL GRAPPERHAUS
	國 籍	1. 英國 UNITED KINGDOM 2. 3. 美國 U.S.A.
	住、居所	1. 美國內華達州拉斯維加斯市渥邦尼特街8875號 8875 WARBONNET WAY, LAS VEGAS, NEVADA 89113, U.S.A. 2. 美國亞歷桑納州鳳凰城市南第15街16601號 16601 S. 15 th DRIVE, PHOENIX, ARIZONA 85045, U.S.A. 3. 美國麻州洛威爾市普林斯頓大街736號35室 736 PRINCETON BOULEVARD, #35 LOWELL, MASSACHUSETTS 01851, U.S.A.
三、申請人	姓 名 (名 稱)	日商東京威力科創有限公司 TOKYO ELECTRON LIMITED
	國 籍	日本 JAPAN
	住、居所 (事務所)	日本國東京都港區赤坂五丁目3番6號 3-6 AKASAKA 5-CHOME, MINATO-KU, TOKYO 107, JAPAN
	代 表 人 姓 名	寶拉 A. 卡拉布芮絲 PAULA A. CALABRESE