



(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 I455820 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 11 日

(21)申請案號：098106006

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 02 月 25 日

(51)Int. Cl. : **B32B15/04 (2006.01)****C23C4/10 (2006.01)****C04B35/505 (2006.01)****H01L21/3065(2006.01)**

(30)優先權：2008/02/26 美國

12/072,530

(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：孫語南 SUN, JENNIFER Y. (US)；賀小明 HE, XIAOMING (CN)；柯林斯肯尼士 S COLLINS, KENNETH S. (US)；葛瑞夫斯湯瑪斯 GRAVES, THOMAS (US)；薩奇山恩 THACH, SENH (US)；元洁 YUAN, JIE (US)；徐力 XU, LI (US)；段仁官 DUAN, REN-GUAN (CN)

(74)代理人：蔡坤財；李世章

(56)參考文獻：

TW 200704823A

US 6776873B1

US 2003/0091835A1

US 2004/0229078A1

審查人員：吳韶淳

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：25 共 0 頁

(54)名稱

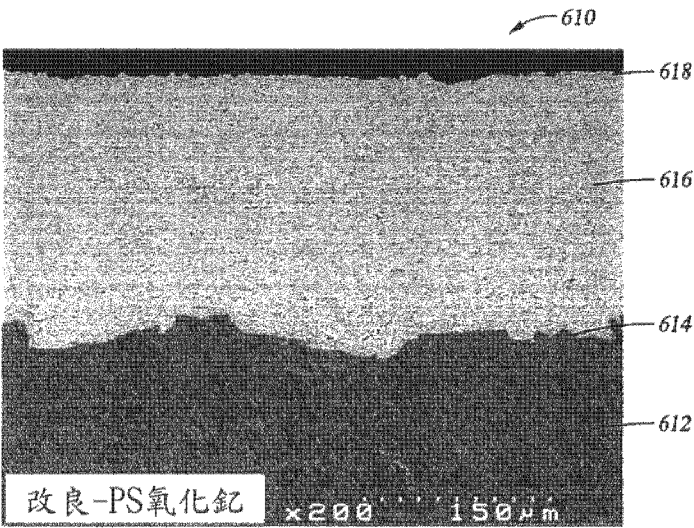
可抵抗還原電漿的含鈮陶瓷塗層

CERAMIC COATING COMPRISING YTTRIUM WHICH IS RESISTANT TO A REDUCING PLASMA

(57)摘要

在高腐蝕性電漿環境中進行半導體元件處理，常會出現微粒產生的問題。當上述電漿為還原電漿時，此一問題更顯嚴重。實驗資料顯示，在形成一種電漿噴塗之含鈮陶瓷(如氧化鈮、 Y_2O_3 - ZrO_2 固溶體、YAG 及 YF_3)時，當用於噴塗陶瓷之粉體進料的平均有效粒徑範圍介於約 $22\mu m$ 至約 $0.1\mu m$ 時，可提供一種低孔隙率的塗層，其具有平滑且緊實之表面。這些經噴塗之材料可降低在腐蝕性還原電漿環境中的微粒產生。

Particulate generation has been a problem in semiconductor device processing in highly corrosive plasma environments. The problem is exacerbated when the plasma is a reducing plasma. Empirically produced data has shown that the formation of a plasma spray coated yttrium-comprising ceramic such as yttrium oxide, Y_2O_3 - ZrO_2 solid solution, YAG, and YF_3 provides a low porosity coating with smooth and compacted surfaces when such ceramics are spray coated from a powder feed having an average effective diameter ranging from about $22\mu m$ to about $0.1\mu m$. These spray-coated materials reduce the generation of particulates in corrosive reducing plasma environments.



- 610 . . . 顯微照片
- 612 . . . 鋁合金基板
- 614 . . . 表面
- 616 . . . 氧化鈮塗層
- 618 . . . 塗層表面

第6B圖

六、發明說明：

本發明和另外兩件與半導體處理部件相關之申請案有關，上述半導體處理部件使用了經噴塗之含鈮陶瓷材料。上述經噴塗之含鈮陶瓷材料通常可施用於鋁或鋁合金基板上。上述相關申請案為 Sun 等人之美國專利申請案 10/075,967，申請日為 2002 年 2 月 14 日，標題為「Yttrium Oxide Based Surface Coating For Semiconductor IC Processing Vacuum Chamber」，上述申請案於 2004 年 8 月 17 日獲得美國專利號 6,776,873 號；以及 Sun 等人之美國專利申請案 10/898,113，申請日為 2004 年 7 月 22 日，標題為「Clean Dense Yttrium Oxide Containing Protecting Semiconductor Apparatus」，上述申請案於 2005 年 2 月 17 日公開，公開號為 US 2005/0037193 A1，目前仍在審查中。在此將上述引用之專利及申請案之標的納入本說明書。

【發明所屬之技術領域】

本發明具體實施例有關於一種電漿或火焰熔射噴塗之含鈮塗層，其可作為在半導體處理環境中之處理表面上的保護塗層。在還原電漿中，上述電漿或火焰熔射噴塗之含鈮塗層可格外有效地防止處理中之基板的微粒污染。

【先前技術】

本部分描述和揭露與本發明具體實施例相關的背景技藝。並未明示或暗示地認為本部分所述之背景技藝合法地構成了先前技術。

抗腐蝕（包括侵蝕）性對於用在具有腐蝕性環境之半導體處理腔室中的設備部件及襯裡而言是重要特性之一。雖然在大多數的半導體處理環境中，都會存在腐蝕性電漿，包括電漿增強化學氣相沈積（PECVD）及物理氣相沈積（PVD），最具腐蝕性之電漿環境為用以清潔處理設備以及蝕刻半導體基板之環境。當存在高能量電漿並結合化學反應性以作用於位於該環境中之部件表面上時，上述情形更為明顯。當高能量電漿為還原電漿時，例如含氫物種電漿時，可觀察到處理腔室中出現微粒形成的問題。上述微粒常會污染在半導體處理腔中進行處理之基板中所含元件的表面。

在用以製造電子元件及微機電系統（MEMS）之處理腔室中所用的處理腔室襯裡及部件設備通常是由鋁及鋁合金所製成。通常會將這些（存在於腔室內的）處理腔室及部件設備的表面陽極化（anodized，電鍍），以便在上述腐蝕性環境中提供一定程度的保護。然而，鋁或鋁合金中的雜質可能會損及上述陽極化層的整體性，使得腐蝕提早發生而縮短了上述保護塗層的壽命。與某些其他陶瓷材料相較之下，氧化鋁的抗電漿性質並沒有特別突

出。因此，開發出多種組成之陶瓷塗層來取代上述氧化鋁層；而且，在某些例子中，可將陶瓷塗層用於鋁合金基板上之陽極極化層的表面上，以提升對下方鋁系材料的保護。

氧化釔是一種陶瓷材料，可保護暴露於用來製造半導體元件之含鹵素電漿中的鋁及鋁合金表面。可在高純度的鋁合金處理腔室表面或處理部件表面的陽極化表面上形成噴塗之氧化釔塗層，以提供優異的腐蝕保護性（如，上述 Sun 等人之美國專利 6,777,873 號）。

設備部件之腔室壁或襯裡的基板基底材料可以是一種陶瓷材料（ Al_2O_3 、 SiO_2 、 AlN 等）、可以是鋁或不銹鋼或可以是另一種金屬或金屬合金。可在上述任一者的基底材料上形成一噴塗薄膜。上述薄膜可由元素週期表中一種 III-B 族元素的化合物（如 Y_2O_3 ）所製成。上述薄膜可實質包含 Al_2O_3 與 Y_2O_3 。亦有人提出釔鋁石榴石（yttrium-aluminum-garnet, YAG）之噴塗薄膜。舉例來說，噴塗薄膜厚度的實施例介於約 $50\text{ }\mu\text{m}$ 至約 $300\text{ }\mu\text{m}$ 。

藉由噴塗含氧化釔薄膜，以使鋁及鋁合金具備抗腐蝕及抗侵蝕性會產生一些問題。特別是在積體電路（IC）製造作業中所產生的微粒及污染會降低合格元件的產率，這也是 45 奈米及 32 奈米技術節點（以及將來的技術節點）中 IC 蝕刻所面臨的嚴重考驗之一。

在半導體產業中，極需降低在製造 IC 部件時進行電漿處理過程中產生的微粒及污染量，特別是當是上述電漿

為還原電漿時。

【發明內容】

目前已知在高腐蝕性電漿環境下進行半導體元件處理過程中會出現微粒問題。上述微粒會影響半導體元件的產率。實驗資料顯示，用來保護腔室內之半導體處理腔室表面及設備部件的陶瓷保護塗層是微粒的主要來源。實驗資料指出，在使用塗覆有陶瓷的設備之前，先磨光上述塗有陶瓷之處理腔室襯裡或設備部件的表面，可降低微粒產生的數量。然而，所產生的微粒量仍會顯著地影響半導體產率。

當電漿處理腔室中之環境為還原氣體時，上述微粒產生的問題會更形嚴重。有多種電漿處理會利用反應性物種，特別是氫，並且在此種還原環境中產生的微粒多於其他不含氫之環境中產生的微粒。進行了大量的研發計畫，而得到本發明之具體實施例，其有關於形成一種改良的保護性陶瓷塗層，此種塗層在還原環境中可產生較少的微粒。上述研發計畫以含鈮陶瓷為基礎。含鈮陶瓷包括氧化鈮 (Y_2O_3)、 Y_2O_3 - ZrO_2 固溶體 (solid solution)、YAG 及 YF_3 ，此外還設計更為特殊的陶瓷塗層組成，以提供特殊的機械、物理或電氣性質。

利用電漿噴塗技術領域中習知的技術在鋁基板上塗覆氧化鈮塗層，由上述經塗覆之基板切下樣本的顯微照片

顯示，在暴露於含有還原物種的電漿中之後，其孔隙率以及表面粗糙度都會實質增加。由實驗結果可知，在形成上述塗層時，當饋送至電漿噴塗設備之氧化釔粉末的平均粒徑較小時，可實質上降低所噴塗之氧化釔表面的孔隙率及表面粗糙度。本發明具體實施例中，使用了平均粒徑比先前技術要小的 Y_2O_3 、 $Y_2O_3-ZrO_2$ 固溶體、YAG 及 YF_3 粉末來噴塗基板。舉例來說，在本發明之前，先前技術用以饋送至電漿噴塗設備之氧化釔粉末的有效粒徑約為 $25\ \mu m$ 或更大。當將饋送至電漿噴塗設備之有效粒徑降低至小於約 $22\ \mu m$ ，通常小於約 $15\ \mu m$ 時，其中有效粒徑之範圍通常介於約 $15\ \mu m$ 至約 $5\ \mu m$ 時，對還原電漿的抗腐蝕/侵蝕性，可得到意料之外的改善效果。亦可使用有效粒徑更小（小至 $0.1\ \mu m$ ）的粉末，只要噴塗系統可使用此種大小的顆粒。以粒徑較小之粉末進行噴塗的基板可實質上相應且不可預期地(unexpected)降低塗層之平均孔隙率。在將 Y_2O_3 、 $Y_2O_3-ZrO_2$ 固溶體、YAG 及 YF_3 沉積於鋁合金基板表面上的具體實施例中，可觀察到上述塗層平均孔隙率降低的情形。舉例來說，以厚度約 $200\ \mu m$ 的塗層而言，利用先前噴塗技術且氧化釔之有效粉末粒徑約 $25\ \mu m$ 以上時，所得到氧化釔塗層的平均孔隙率介在約大於 1.5% 至約 4% （利用 Image-Pro Plus™ Version 6.0 軟體並配合 SEM 顯微照片所測得）。相較之下，本發明具體實施例之電漿噴塗所得到的氧化釔塗層之平均孔隙率介在小於約 1.5% 至約 0.15% ，其

中饋送至電漿噴塗設備之平均有效粉末粒徑介於約 22 μm 至約 5 μm 。作為例示，當所用有效粉末粒徑約 15 μm 時，所得到之氧化鈮塗層的平均孔隙率約 0.47 %。此外，有效粉末粒徑約 25 μm 時，所得氧化鈮塗層的平均表面粗糙度為約 200 微英吋 Ra (5.0 μm Ra)；相較之下，當饋送至雷射噴塗設備之氧化鈮粉末的粒徑約 15 μm 時，所得氧化鈮塗層之平均表面粗糙度僅有 51.2 微英吋 Ra (1.28 μm Ra)。一般而言，在本發明多個具體實施例中，平均表面粗糙度可介於約 3 μm Ra 至約 0.6 μm Ra。

將上述 200 μm 厚之氧化鈮塗層進行標準氯化氫氣泡試驗（詳見後述）的結果顯示，利用氧化鈮粉末有效粒徑 25 μm 所得之氧化鈮塗層的有效表現時間約 7.5 至 8 小時；而利用粉末粒徑 15 μm （或以下）所得之氧化鈮塗層的有效表現時間超過 10 小時。此外，利用粉末粒徑 25 μm 所得之氧化鈮塗層的崩潰電壓（ V_{BD} ）為 750 V/mil；而利用粉末粒徑 15 μm 所得之氧化鈮塗層的崩潰電壓為至少 875 V/mil。

本發明所屬技術領域中具有通常知識者可在進行最少試驗的情形下，選擇本領域中常用的任何電漿噴塗設備來噴塗含鈮塗層，並得到相似的相關結果。

利用有效粒徑較小之含鈮粉末對於基板塗佈的效率較差，因為對沉積的塗層而言，單位厚度所消耗的粉末較多。由於含鈮粉末價格高昂，因此未曾進行利用粒徑較小之含鈮粉末來噴塗的研發。根據本發明具體實施例，

利用介在小於約 $22\text{ }\mu\text{m}$ 至約 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 的有效粉末粒徑得到上述塗層所產生不可預期之相對優點，不僅證實了使用較小有效粉末粒徑的可行性。舉例來說，噴塗所得之塗層的厚度約 $300\text{ }\mu\text{m}$ 或以下時，表現出的孔隙率介於約 0.15% 至小於約 1.5% （利用上述 Image-Pro Plus™ 軟體與上述方式測得）。實驗資料顯示，根據本發明具體實施例利用改良之噴塗技術與有效粒徑較小之粉末所得到經噴塗之氧化釔處理部件，與固態氧化釔部件相較之下，前者在還原電漿中的抗侵蝕性較佳，且產生的微粒較少。目前推論，這是因為固態氧化釔部件需要使用燒結添加物以產生粒間玻璃態，而上述粒間玻璃態是微粒形成的來源之一。

在嘗試改善氧化釔塗層在還原電漿中之效能的同時，發現到攻擊氧化釔表面之機制是透過形成氫氧化釔（ $\text{Y}(\text{OH})_3$ ）。當存在如氫或氫及氧的反應性電漿物種時，會形成 $\text{Y}(\text{OH})_3$ 化合物。當存在如氫、氟及氧的反應性電漿物種時，會形成 $\text{Y}(\text{OH})_3$ 化合物以及 YF_3 化合物，其中基於熱力學的考量， YF_3 會優先形成。

在還原氣體中，於氧化釔表面上形成 $\text{Y}(\text{OH})_3$ 是形成微粒的主要原因之一。發現了此一機制之後，進一步的研究顯示，根據本發明具體實施例，可利用多種例示性的方法來降低微粒形成量：（1）繼續使用氧化釔塗層，但產生更緻密且更平滑的 Y_2O_3 電漿噴塗塗層，使得還原物種對其攻擊率降低。此可藉由將噴塗成型所用的粉末有

效粒徑降低至約 $22\ \mu\text{m}$ 至約 $0.1\ \mu\text{m}$ 來達成。(2) 電漿噴塗設備中改用 YAG (鈮鋁石榴石，常用的形式為 $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$)、或 $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ 固溶體或 YF_3 組成 (或上述之組合)，來形成 YAG、或 $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ 固溶體或 YF_3 (或上述之組合) 塗層。這些材料可分別降低或避免 $\text{Y}(\text{OH})_3$ 之形成。以及 (3) 改用 YAG、或 $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ 固溶體或 YF_3 (或上述之組合) 材料來取代 Y_2O_3 ，並將送入電漿噴塗設備中的 YAG、或 $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ 固溶體或 YF_3 (或上述之組合) 粉末有效粒徑降低至介於約 $22\ \mu\text{m}$ 至 $0.11\ \mu\text{m}$ 。更具體而言，所用之粉末粒徑介於約 $15\ \mu\text{m}$ 至 $5\ \mu\text{m}$ 。所產生之塗層的厚度介於 $5\ \mu\text{m}$ 至 $400\ \mu\text{m}$ 。一般而言，塗層厚度介於約 $25\ \mu\text{m}$ 至約 $300\ \mu\text{m}$ 。

【實施方式】

在正式進入詳細說明之前，應先指出，除非上下文另有明確的指示，否則本說明書及附隨申請專利範圍中，單數形式的「一」、「一種」以及「該」包含其複數形。

在此處中，當使用「約」一詞時，所指的意思是所示額定數值的精確度在 $\pm 10\%$ 的範圍內。

為了有助於理解，盡可能使用相同的元件符號來指稱在各圖式間相同的元件。當可想見，可將一具體實施例的元件及特徵納入其他具體實施例中，而不需進一步詳述。亦應注意到，在附圖有助瞭解本發明之例示具體實

施例時，提出代表性實施例之附隨圖式。並非所有的具體實施例都需要圖式才能理解，且因此不應將圖式視為本發明範圍的限制，因為本發明亦可涵蓋其他等效的具體實施例。

如上所述，已觀察到微粒是在高腐蝕性電漿環境中進行半導體元件處理過程中常會發生的問題。實驗資料顯示，用以保護腔室內各種半導體設備處理表面的陶瓷保護塗層是大量微粒的來源。此外，當比較各種半導體處理電漿之侵蝕速率時，可以明顯發現當電漿為含有還原物種（特別是氫）的還原電漿時，所產生的微粒會變多。

當元件尺寸變小時，每一生產製程的元件產率就會變低，而且在該半導體基板表面上出現微粒對於元件功能的影響也更大。因此展開了一項研發計畫，試圖減少保護半導體處理設備表面之塗層所產生的微粒。

上述研發計畫以含鈮陶瓷為基礎。上述含鈮陶瓷包括氧化鈮、 $Y_2O_3-ZrO_2$ 固溶體、YAG 及 YF_3 ，此外還設計更特殊的含鈮陶瓷材料，以提供特定之機械、物理或電氣特性。

第 1 圖為概要剖面圖 100，繪示可用以施用本發明塗層之習知電漿噴塗系統的一種類型。第 1 圖所示的特定設備為 APS 7000 系列 Aeroplasma Spraying System（可購自日本東京的 Aeroplasma K.K. 公司）。設備 100 包括下列部件：第一 DC 主電極 102；第一輔助電極 104；第一氫源 106；第一氣源 108；噴塗材料粉末源 110；陰極

塗佈設備來實施本發明。當理解了下文所述之資訊後，電漿噴塗及火焰熔射噴塗領域中具有通常知識者可在最少實驗的情形下，利用不同的塗佈沉積設備來實施本發明。

第 2A、2B 及 2C 圖顯示利用本發明之前的技術沉積經塗佈之電漿噴塗氧化鈮塗層上表面的比較性顯微照片 200、210 及 220，該塗層之厚度約 200 μm 。上述顯微照片之放大倍率分別為 300X、1000X 及 5000X。在上述放大倍率下，皆可明顯地看到可能導致直接微粒形成之片狀表面結構，在 5000X 的放大倍率下特別明顯。

第 2D、2E 及 2F 圖為顯微照片 230、240 及 250，顯示將第 2A 至第 2C 圖所示剛塗佈之電漿噴塗氧化鈮塗層暴露於還原化學電漿中之後的表面。第 2D 圖之放大倍率為 300X，第 2E 圖之放大倍率為 1000X，以及第 2F 圖之放大倍率為 5000X。關於第 2、3 及 7B 圖中之資料，所用之還原電漿的相關參數如表 1 所示，並且是在 300 mm eMax™ CT+腔室（可由美國加州聖克拉拉市之應用材料公司取得）中進行。進行評估之基板的測試樣本放置於晶圓上，且之後放置於處理腔室內的靜電卡盤（ESC）位置上。很清楚地，當暴露於還原電漿中之後，第 2A、2B 及 2C 圖中所顯示的大量片狀形貌被移除掉。這些被移除的材料很有可能成為出現在經過還原化學電漿處理之含元件半導體結構表面上的微粒。

表 1

步驟	Ar	H ₂	CH ₂ F ₂	O ₂	CF ₄	CHF ₃	CO	N ₂	壓力	RF H	RF L	RF S	B fld
	SCCM	SCCM	SCCM	SCCM	SCCM	SCCM	SCCM	SCCM	mTorr	W	W	W	G
STAB 1				14	150	50			200				
B/S				14	150	50			200	300	300		
Pump	800								FO*				
CHMO		250						200	30	750		500	
STAB 2				26	100	100			50				
ME				26	100	100			50	700	300		
STAB 3			40	28		50	200		250				
OE			40	28		50	200		250	1000			
STAB 4				2020					250				50
ICC HP				2020					250			2500	50
ICC LP				2020					50			2500	50
Pump Purge	1500								FO*				

* FO=Fully Open (完全開啟)。

在暴露於上述處理方案中時，基板溫度約 25°C。

比較第 2C 圖與第 2F 圖，可清楚發現，當暴露於電漿中，氧化鈮塗層表面大量的片狀形貌(flaky topography)會被移除。上述現象加上在已處理之半導體元件表面上發現之微粒的化學組成，可以證實大多數的微粒是由上化鈮塗層所產生。

進一步檢視噴塗之氧化鈮層，發現在整個塗層的厚度方向上，隨著塗層深度的增加，氧化鈮的整體晶體結構與氧化鈮塗層的孔隙率相對恆定。然而，比較第 2A 至 2C 圖以及第 2D 至 2F 圖可以發現，當欲將一種新塗佈完成的設備引入處理腔室時，可在使用該設備生產半導體

元件之前，先移除該已塗佈設備的片狀上表面，藉以避免初期的大量微粒產生期。

可藉著暴露於上文參照第 2D 至 2F 圖所述之多種還原電漿中，以移除上述片狀上表面。然而，這可能需要將其暴露於上述電漿中約 50 小時，所以這是種不切實際的作法。另一種替代方法是利用陶瓷材料研磨領域中習知的研磨技術來研磨經過氧化鈮電漿噴塗之設備的表面。第 3A、3B 及 3C 圖為顯微照片 300、310 及 320，顯示所塗佈之電漿噴塗氧化鈮塗層於研磨（磨光）後的表面，其放大倍率分別為 300X、1000X 及 5000X。很明顯地，可發現已由塗層的上表面移除了片狀材料。

第 3D、3E 及 3F 圖為顯微照片 330、340 及 350，顯示將第 3A 至第 3C 圖所示的已研磨（磨光）噴塗氧化鈮塗層表面暴露於還原化學電漿之後的表面。第 3D 圖之放大倍率為 300X，第 3E 圖之放大倍率為 1000X，以及第 3F 圖之放大倍率為 5000X。產生上述還原電漿的方式如表 1 所示。暴露時間為 50 小時。藉由比較第 3C 圖與第 3F 圖，可以明顯地發現，當暴露於電漿後，已由氧化鈮塗層表面移除上述片狀形貌。然而，在第 3F 圖中可以發現，在腐蝕性環境中，隨著處理時間經過，露出之塗層表面（由於氧化鈮保護層受到逐漸侵蝕所致）仍相對可能產生微粒，這是因為噴塗陶瓷材料之表面中以及整體晶粒結構中的裂隙所致。因此需要進一步改善噴塗氧化鈮，以提供緻密且低孔隙率的本體結構以及平滑且緊實

的塗層表面，將有助於減少微粒產生。

本發明另一具體實施例是有關於改良噴塗技術，以得到更為緻密的噴塗層，而較不易受到還原電漿攻擊的影響。在歷經大量試驗並審視了非常多種的電漿噴塗處理變化後，發現藉由饋送粒徑較小的氧化鈮粉末至用以在鋁合金基板上施以塗層之電漿噴塗設備，能夠實質且出乎預期地降低所噴塗之氧化鈮表面的孔隙率及表面粗糙度。

舉例來說，在本發明之前，饋送至電漿噴塗設備中之氧化鈮粉末的傳統平均有效粒徑為直徑大於 25 μm 。所得到的實驗資料顯示，將平均粉末粒徑減小至約 22 μm 或以下（通常介於約 15 μm 至約 0.1 μm ）時，可顯著降低在鋁合金基板表面上產生之氧化鈮塗層的孔隙率。

下表 2 顯示了電漿噴塗氧化鈮塗層的改良物理性質，上述性質是根據本發明一具體實施例，以上述方式改變饋送至電漿噴塗設備之氧化鈮粉末的大小所達成的。

表 2

塗佈沉積技術	塗層厚度		塗層表面粗糙度 (Ra)		崩潰電壓	氯化氫氣泡試驗*	孔隙率**	硬度***
	(mil)	(μm)	$\mu\text{-inch}$	μm	V/mil	至失效時的持續時間(hrs)	%	GPa
先前技術	8	200	200	5.0	750	7.5 至 8	1.5 至 4	≤ 4
本發明具體實施例	8	200	51.2	1.28	875	$>>10$	$<<1.5$ 至 0.15	4.1

*氣泡試驗是根據半導體產業熟知的 Applied Materials Technical Specification, Part No. 0250-39691 來進行。目前，此試驗的失效標準為持續地每秒出現 4 個氣泡。

**氧化鈮塗層之體孔隙率的測量方式是將 Image-Pro Plus™ Version 6.0 軟體（取自 Media Cybernetics, Bethesda, MD）應用於塗層表面的顯微照片所測得。

***硬度是利用維氏硬度(Vickers Hardness, Hv)試驗來測量，並根據 ASTM E92-82 來計算 HV 值。

如表 2 所示，對於厚度 200 μm 之塗層，利用習知粒徑 25 μm 之氧化鈮粉末所得之氧化鈮塗層的平均孔隙率介於約 1.5 %至約 4 %；而利用等效粒徑尺寸較小之氧化鈮粉末所得之氧化鈮塗層的平均孔隙率介於小於 1.5 %至約 0.15 %。作為例示，等效粒徑 15 μm 之粉末製得之塗層的孔隙率約為 0.47 %。孔隙率變小的重要性在於可作為含還原物種之電漿攻擊的難易度指標。此外，利用習知粒徑 25 μm 之氧化鈮粉末所得之氧化鈮塗層的平均表面粗糙度 Ra 為約 200 微英吋($\mu\text{-inch}$) Ra (5.0 μm Ra)，相較之下，將尺寸較小之 15 μm 的氧化鈮粉末饋送至電漿噴塗設備所得之氧化鈮塗層的平均表面粗糙度僅有 51.2 $\mu\text{-inch}$ Ra (1.28 μm Ra)。在標準氯化氫(HCl)氣泡試驗中，利用習知粒徑 25 μm 之氧化鈮粉末獲得厚度約 200 μm 之氧化鈮塗層的有效表現時間約 7.5 至 8 小時；而利用尺寸較小之 15 μm 的氧化鈮粉末獲得厚度約 200 μm 之氧化鈮塗層的有效表現時間可超過 10 小時。此外，利用習知粒徑 25 μm 之氧化鈮粉末獲得之氧化鈮塗層的崩潰電壓 (V_{BD}) 僅有 750 V/mil；而利用尺寸較小之 15 μm 的氧化鈮粉末獲得之氧化鈮塗層的崩潰電壓高於 875

一具體實施例所得之電漿噴塗氧化鈮塗層的上視形貌，其中饋送至電漿噴塗設備中之粉末的有效粒徑較小。第 5C 及 5D 圖的放大倍率分別為 200X 及 1000X。將第 5A 及 5B 圖和第 5C 及 5D 圖進行比較，可以發現受到電漿攻擊的表面積變少了。5A 及 5B 圖中所示之表面形貌較易受到還原電漿的攻擊（與第 5C 及 5D 圖中所示之表面形貌相較之下），這是因為在表面之高度與深度的垂直變化以及延伸於塗層表面上的球狀結構導致表面積增加，而使得在二維方向上露出的區域變多。

第 6A 圖為比較例的顯微照片 600，顯示鋁合金基板 602 的剖面側視照片，上述鋁合金基板 602 之表面 604 上沉積了氧化鈮塗層 606。此比較例的顯微照片顯示利用在本發明之前的電漿噴塗技術所得到厚度約 200 μm 之氧化鈮塗層結構的特性。此顯微照片之放大倍率為 200X。在顯微照片 600 中，測試樣本之鋁合金基板 602 位於照片的底部。照片中清楚地界定出了鋁合金表面 604 的粗糙度。亦可清楚觀察到噴塗氧化鈮 606 的整體孔隙率以及塗層表面 608 之粗糙度，上述塗層是利用先前技術將傳統平均有效粒徑 25 μm 之氧化鈮粉末饋送至該電漿噴塗器經電漿噴塗所製得。

第 6B 圖為顯微照片 610，顯示了當饋送至電漿噴塗器之氧化鈮粉末的有效粒徑尺寸變小時，對於經電漿噴塗之氧化鈮塗層的改善效果。第 6B 圖繪示鋁合金基板 612 剖面側視照片，上述鋁合金基板 612 之表面 614 上沉積

了氧化鈮塗層 616。同樣地，其放大倍率為 200X。在顯微照片 610 中，測試樣本之鋁合金基板 612 位於照片的底部。照片中清楚地界定出鋁合金表面 614 的粗糙度，且其與第 6A 圖中所示者相似。噴塗之氧化鈮塗層 616 的整體孔隙率明顯小於利用先前技術製得之塗層的孔隙率（如第 6A 圖中所示者）。利用本發明具體實施例製得之塗層表面 618 的粗糙度遠比利用先前電漿噴塗技術製得者來的平滑。顯微照片 600 及 610 可進一步支持上表 2 中所列的數據。

第 7A 圖為長條圖 700，比較了各種含氧化鈮基板之侵蝕速率。在長條圖 700 之軸 702 上，以 $\mu\text{m/hr}$ 為單位來顯示每一種含氧化鈮基板的侵蝕速率。長條 704 繪示利用先前噴塗技術塗覆之電漿噴塗氧化鈮塗層（於鋁合金基板上）的侵蝕速率，其中饋送至電漿噴塗器之氧化鈮顆粒的平均有效粒徑為 $25\ \mu\text{m}$ 或以上。長條 706 繪示氧化鈮塊材樣本（屬於相關領域已知的種類）之侵蝕速率。長條 708 繪示利用本發明具體實施例，將粒徑較小之氧化鈮粉末饋送至電漿噴塗設備所得之電漿噴塗氧化鈮塗層（於鋁基板上）的侵蝕速率。上述各種基材的測試樣本均暴露於相同的含還原物種電漿中。用以得到第 7A 圖所示之數據的電漿處理參數如表 3 所示。隨著處理步驟不同，處理過程中的平均溫度介於約 20°C 至 90°C 。暴露於電漿中的時間為 87 小時。出乎意料地發現到，將較小的氧化鈮粉末饋送至電漿噴塗設備，所得到噴塗氧

化鈮之處理部件產生的微粒少於純(solid)氧化鈮部件產生的微粒，這可能是因為純氧化鈮部件必須使用燒結添加物所造成的。使用燒結添加物會產生粒間玻璃態(intergranular glassy phase)，這是微粒形成的來源之一。

表 3

步驟	Ar	N ₂	CH ₂ F ₂	O ₂	CF ₄	CHF ₃	偏壓 功率	源 功率	壓力	NSTU *	CSTU in/out**	He in/out***
	SCCM	SCCM	SCCM	SCCM	SCCM	SCCM	W	W	mTorr	比值	Amp	SCCM
BARC					150	30	1000		300	1.3	2/0	10-10
TRANS		400					100	100	220	1.35	14/0	10-10
ORG		400					400	1200	220	1.35	14/0	10-10
TRANS					175	15	100	100	150	3	10/-2	10-10
ME					175	15	500	1500	150	3	10/-2	10-10
TRANS	500			250			100	100	10	1.35	10/0	20-20
PET				500			200	1000	10	1.35	10/0	20-20

* NSTU：中性物種微調單元 (Neutral Species Tuning Unit)，以比值 (ratio) 表示。

**CSTU：帶電物種微調單元 (Charged Species Tuning Unit)，以安培 (Ampere) 表示。

*** 氮冷卻劑，饋送至基板支撐平台並進入支撐平台表面處的內部流體循環環以及外部流體循環環。

第 7B 圖為長條圖 720，比較具有不同化學組成之一系列塊材的侵蝕速率。所有上述基材的測試樣本均在 300 mm eMax CT+處理腔室中暴露於相同的含還原物種電漿，其製程參數如表 1 所示。YAG 塊材的表現證實了前述避免在還原電漿中產生 Y(OH)₃ 能夠提升抗腐蝕性的

理論。長條 724 代表 HF01 基板；長條 726 代表 NB04 基板；長條 728 代表 Y-ZrO₂ 基板；長條 730 代表 NB01 基板；長條 732 代表 HPM 基板；長條 734 代表 YA3070 基板；長條 736 代表 Y₂O₃ 基板；長條 738 代表 YZ20 基板；及長條 740 代表 YAG 基板。其中較引起注意的是長條 736、738 及 740，因為它們分別代表了 Y₂O₃ 塊材、含有原子百分比 20% 之 ZrO₂ 的 Y₂O₃-ZrO₂ 固溶體塊材以及 YAG 塊材。已經證實當根據本發明具體實施例利用電漿噴塗來塗覆這三種材料時，其對於還原電漿有良好的抵抗性。

第 8 圖為表格 800，列出第 7B 圖中用以探究侵蝕速率之各種塊材之不同起始粉末的化學組成。

第 9 圖為相圖 900，顯示表格 800 中所列材料之起始粉末的化學組成以及在最終形成材料中的相態。

在嘗試改良氧化釔塗層性能時，發現到攻擊氧化釔表面的機制是透過形成氫氧化釔 (Y(OH)₃) 來進行。當存在氫及氧的反應性電漿物種時，會形成 Y(OH)₃ 化合物。當存在氫、氟及氧的反應性電漿物種時，會形成 Y(OH)₃ 化合物。在理論上，藉由分析各種化合物之熱力學資料 (Gibbs 生成自由能)，即能夠決定形成 Y(OH)₃ 化合物的機率。在實驗上，可利用高解析度 XPS 來偵測 Y(OH)₃ 之生成。實驗結果亦顯示利用釔鋁石榴石 (常見形式為 Y₃Al₅O₁₂)，以及使用 Y₂O₃-ZrO₂ 固溶體可避免 Y(OH)₃ 之形成。此外，進一步的研究指出，YF₃ 在熱力學上是

穩定的，且可抗 $Y(OH)_3$ 之形成，這也使得此一材料可用作在含有還原活性物種之電漿環境中的保護塗層。因此，YAG、 Y_2O_3 - ZrO_2 固溶體或 YF_3 或其組合為可作為用於含有還原活性物種之電漿環境中的良好保護性塗層材料。為了提供範圍在 0.5 % 或以下之較佳孔隙率以及約 875 V/mil 或更高崩潰電壓 (V_{BD})，用以沉積電漿噴塗之 YAG、 Y_2O_3 - ZrO_2 固溶體或 YF_3 塗層的粉末平均（等效粒徑）顆粒大小介於約 22 μm 至約 5 μm 。此外，亦可利用等效粒徑小至約 0.1 μm 的顆粒大小，只要所用的噴塗設備能夠處理這種大小的顆粒。使用上述尺寸較小之粉末可降低電漿噴塗塗層之孔隙率，並可提供更為緻密的結構，如同在噴塗含 Y_2O_3 塗層中使用具有較小尺寸之粉末所觀察到的結構般。

雖然上文敘述有關於本發明數個具體實施例，從本說明書還可再不致悖離本發明基本範圍的情況下，做出本發明之其他及進一步具體實施例，本發明之範圍取決於附隨申請專利範圍。

【圖式簡單說明】

為使提出之本發明示範性具體實施例之內容更為明顯易懂，發明人參照上述發明內容及示範性具體實施例之實施方式提出相關圖式。當可理解，僅針對瞭解本發明所必須的情況下才提出圖式，且其中並未繪示熟知的處

理及設備，以免混淆本發明申請保護標的之發明本質。

第 1 圖為概要剖面圖 100，繪示可用以塗覆本發明塗層的習知電漿噴塗系統其中一類型。

第 2A、2B 及 2C 圖為比較性顯微照片 200、210 及 220，顯示電漿噴塗氧化鈮塗層的表面，放大倍率分別為 300X、1000X 及 5000X。

第 2D、2E 及 2F 圖為顯微照片 230、240 及 250，顯示將第 2A 至第 2C 圖所示的電漿噴塗氧化鈮塗層暴露於還原化學電漿後的表面。第 2D 圖之放大倍率為 300X，第 2E 圖之放大倍率為 1000X，以及第 2F 圖之放大倍率為 5000X。

第 3A、3B 及 3C 圖為顯微照片 300、310 及 320，顯示經電漿噴塗氧化鈮塗層於研磨（磨光）後的表面，其放大倍率分別為 300X、1000X 及 5000X。

第 3D、3E 及 3F 圖為顯微照片 330、340 及 350，顯示將第 3A 至第 3C 圖所示已研磨（磨光）之噴塗氧化鈮塗層表面暴露於還原化學電漿後的表面。第 3D 圖之放大倍率為 300X，第 3E 圖之放大倍率為 1000X，以及第 3F 圖之放大倍率為 5000X。

第 4A 圖為比較範例，顯示從中心線 410 沿著利用早於本發明的可用先前技術所得到之電漿噴塗氧化鈮塗層表面，以微米為單位，所繪示的表面粗糙度圖 400。

第 4B 圖為從中心線 430 沿著利用本發明具體實施例之技術所得到之電漿噴塗氧化鈮塗層的表面，以微米為單

- 130 噴塗薄膜
- 132 電漿噴流
- 134 熔融粉末源
- 136 第三氫源
- 138 雙陽極 α 炬
- 200、210、220、230、240、250 顯微照片
- 300、310、320、330、340、350 顯微照片
- 510、520、530、540 顯微照片
- 600、610 顯微照片
- 400、420 表面粗糙度圖式
- 402、404、422、424、702、722 軸
- 410、430 中心線
- 602、612 鋁合金基板
- 604、614 表面
- 606、616 氧化鈮塗層
- 608、618 塗層表面
- 700、720 長條圖
- 704、706、708、724、726、728、730 長條
- 732、734、736、738、740 長條
- 800 表格
- 900 相圖

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：98106006

B2B 1/4 (2006.01)

※ 申請日期：2009 年 2 月 25 日

※IPC 分類：C3C 7/0 (2006.01)

C4B 3/05 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L 21/305 (2006.01)

可抵抗還原電漿的含鈮陶瓷塗層/CERAMIC COATING COMPRISING
YTTRIUM WHICH IS RESISTANT TO A REDUCING PLASMA

二、中文發明摘要：

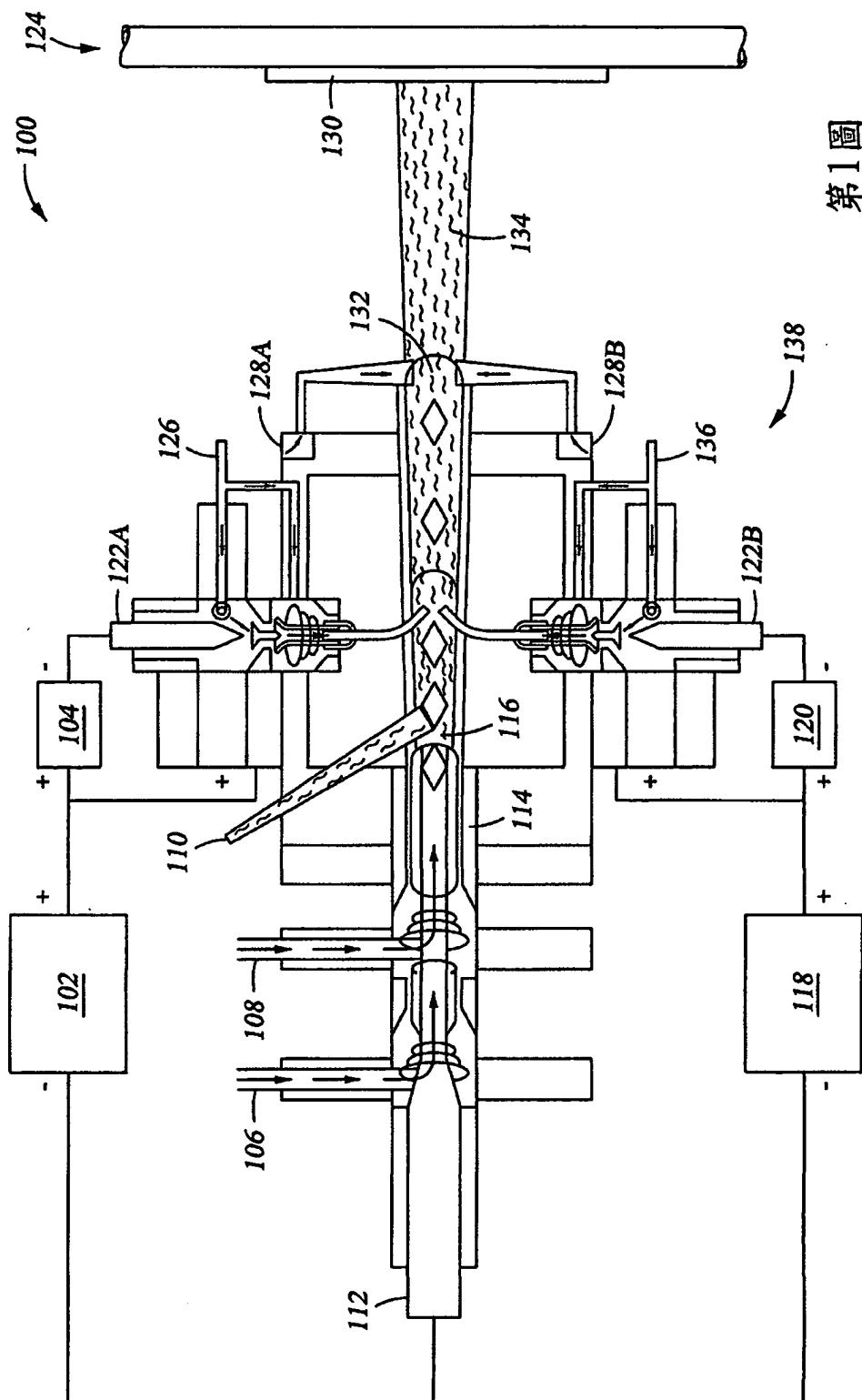
在高腐蝕性電漿環境中進行半導體元件處理，常會出現微粒產生的問題。當上述電漿為還原電漿時，此一問題更顯嚴重。實驗資料顯示，在形成一種電漿噴塗之含鈮陶瓷（如氧化鈮、 Y_2O_3 - ZrO_2 固溶體、YAG 及 YF_3 ）時，當用於噴塗陶瓷之粉體進料的平均有效粒徑範圍介於約 $22\ \mu m$ 至約 $0.1\ \mu m$ 時，可提供一種低孔隙率的塗層，其具有平滑且緊實之表面。這些經噴塗之材料可降低在腐蝕性還原電漿環境中的微粒產生。

三、英文發明摘要：

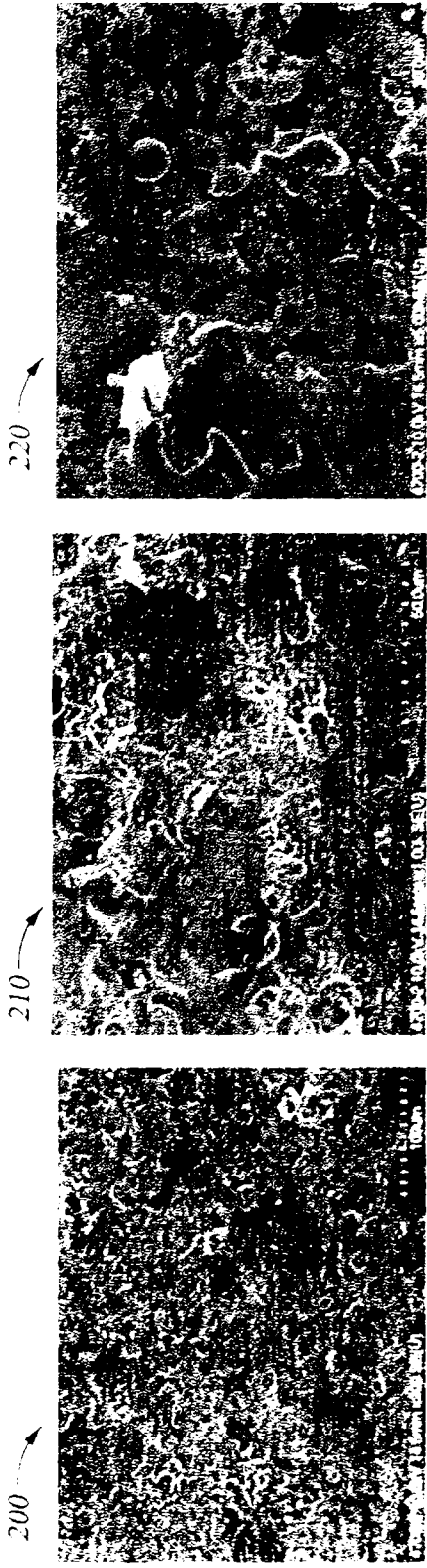
Particulate generation has been a problem in semiconductor device processing in highly corrosive plasma environments. The problem is exacerbated when the plasma is a reducing plasma. Empirically produced data has shown that the formation of a plasma spray coated yttrium-comprising ceramic such as yttrium oxide, Y_2O_3 - ZrO_2 solid solution, YAG, and YF_3 provides a low porosity coating with smooth

and compacted surfaces when such ceramics are spray coated from a powder feed having an average effective diameter ranging from about 22 μm to about 0.1 μm . These spray-coated materials reduce the generation of particulates in corrosive reducing plasma environments.

八、圖式：



第1圖
(先前技術)



第2A圖
(先前技術)

第2B圖
(先前技術)

第2C圖
(先前技術)

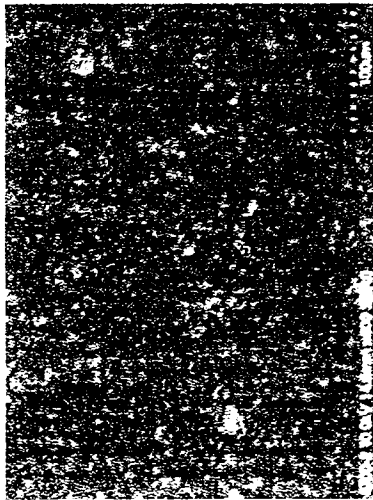


第2D圖

第2E圖

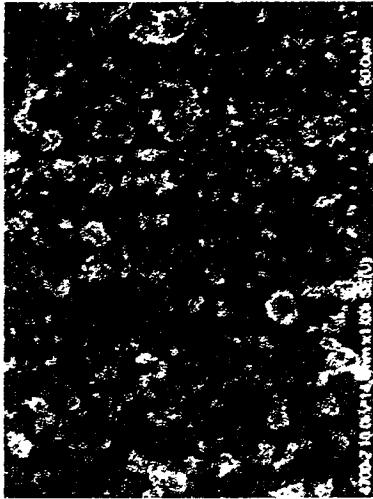
第2F圖

300



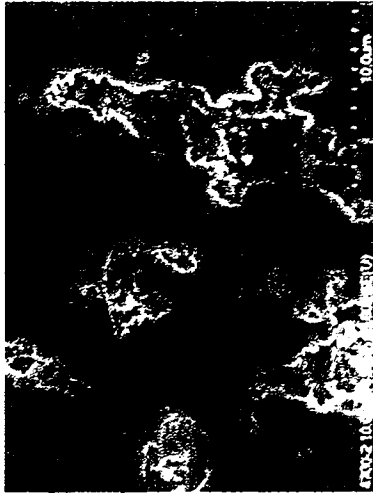
第3A圖

310



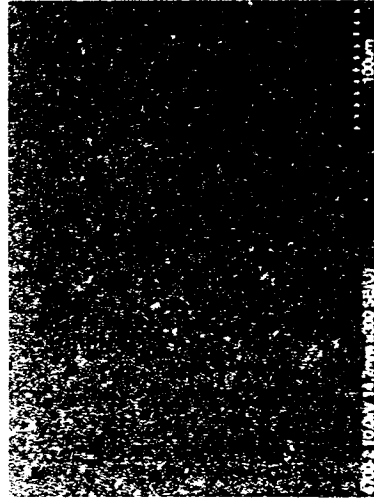
第3B圖

320



第3C圖

330



第3D圖

340

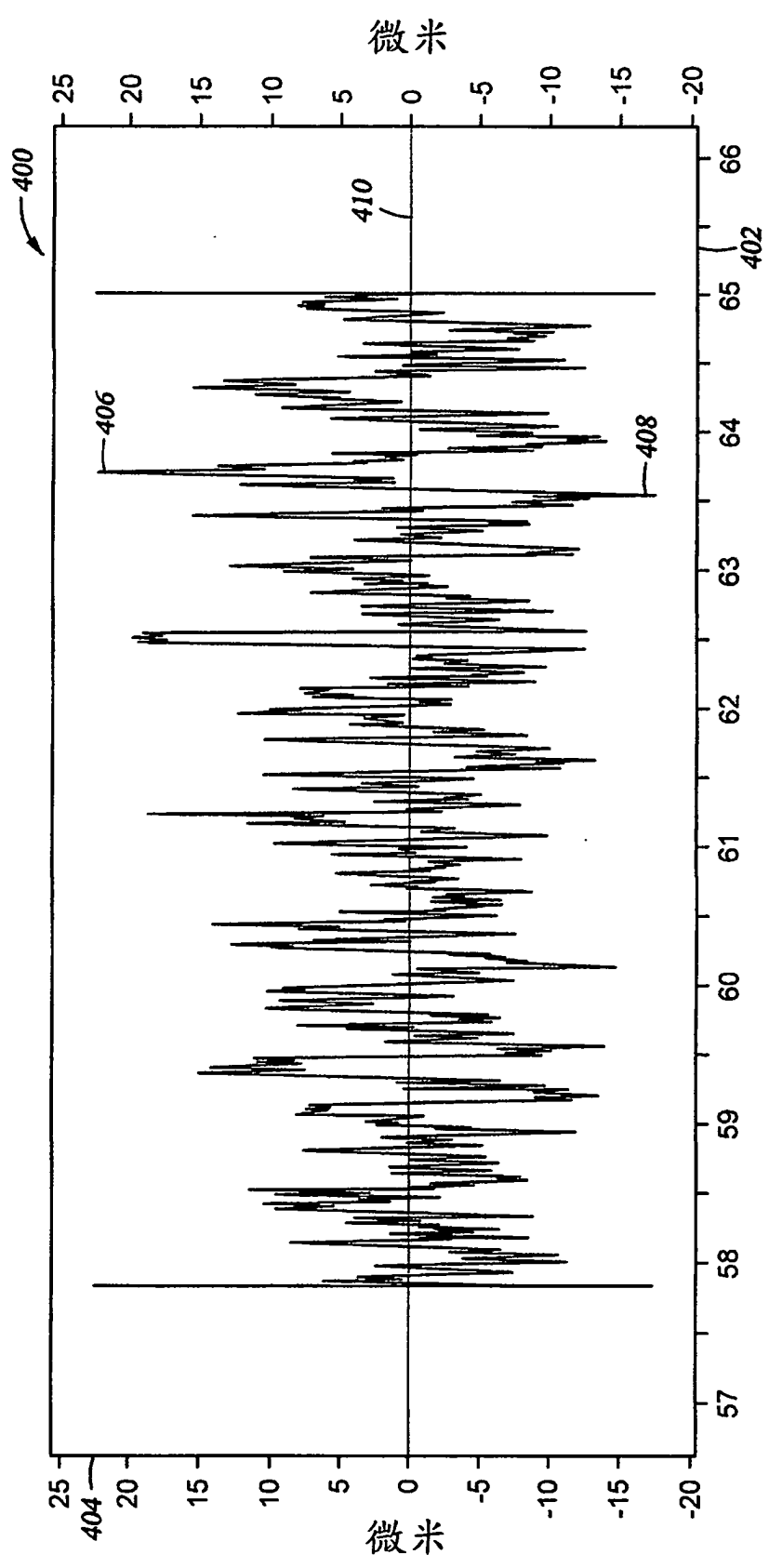


第3E圖

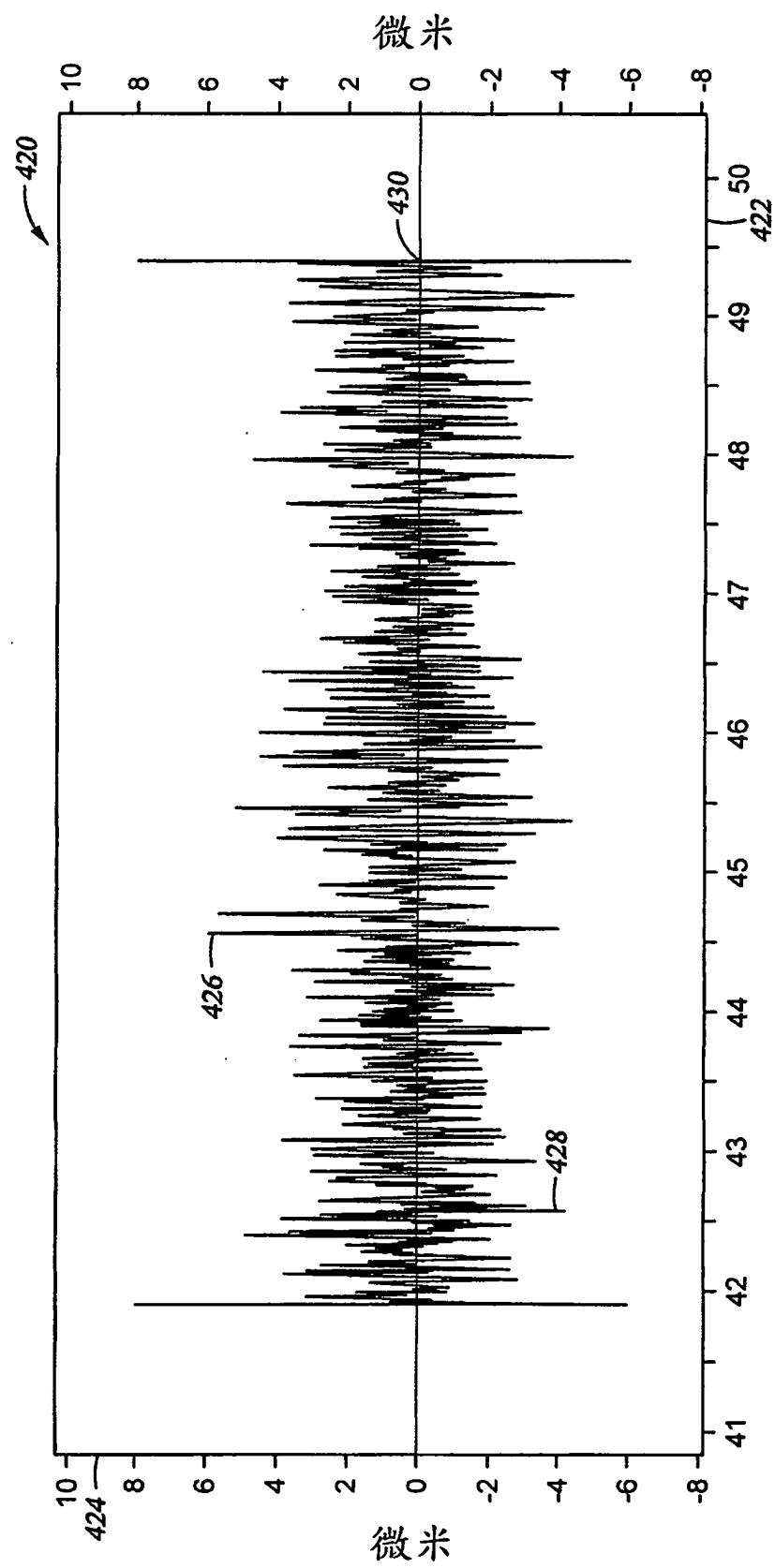
350



第3F圖



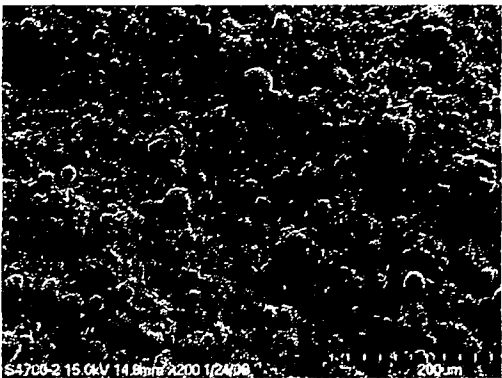
毫米
第4A圖
(先前技術)



毫米

第4B圖

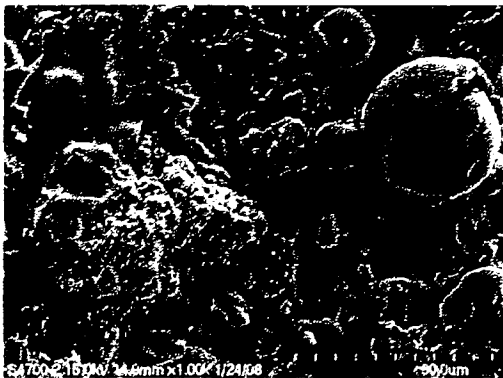
510



200µm

第5A圖

520



50µm

第5B圖

530



100µm

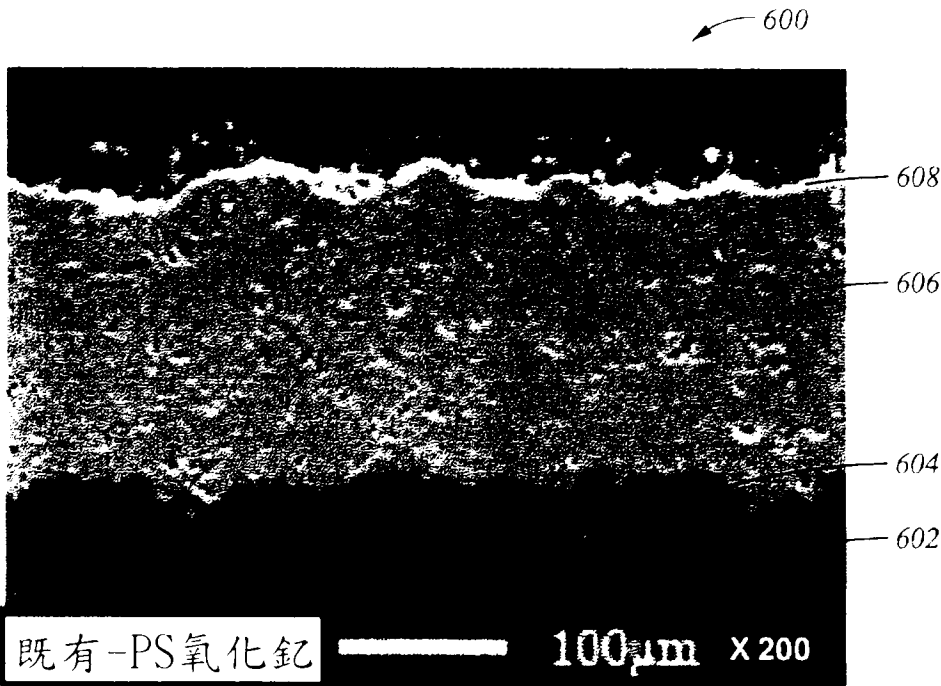
第5C圖

540

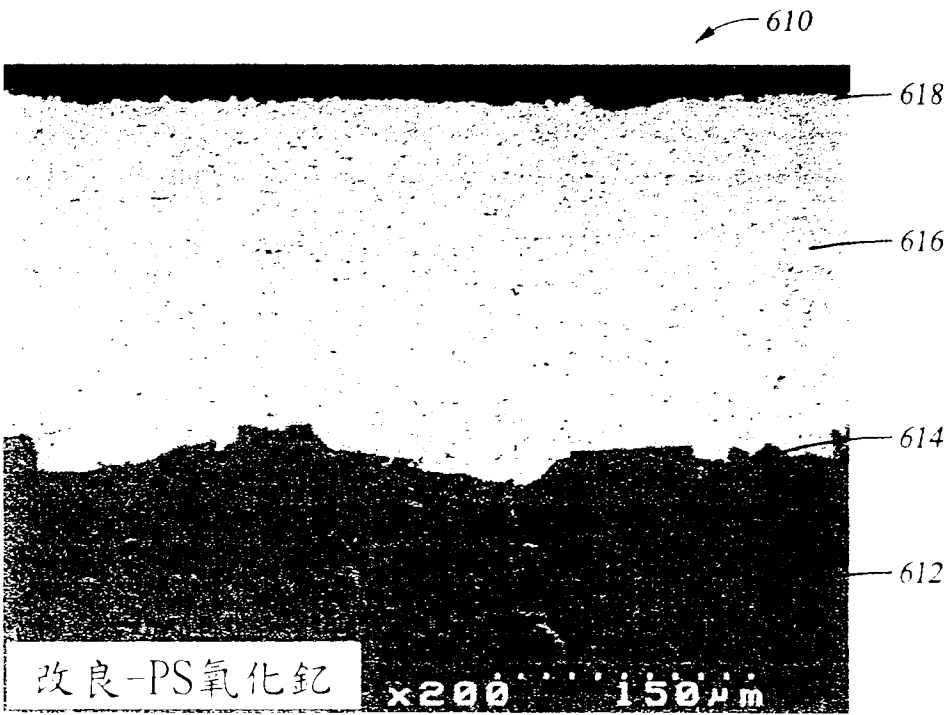


50µm

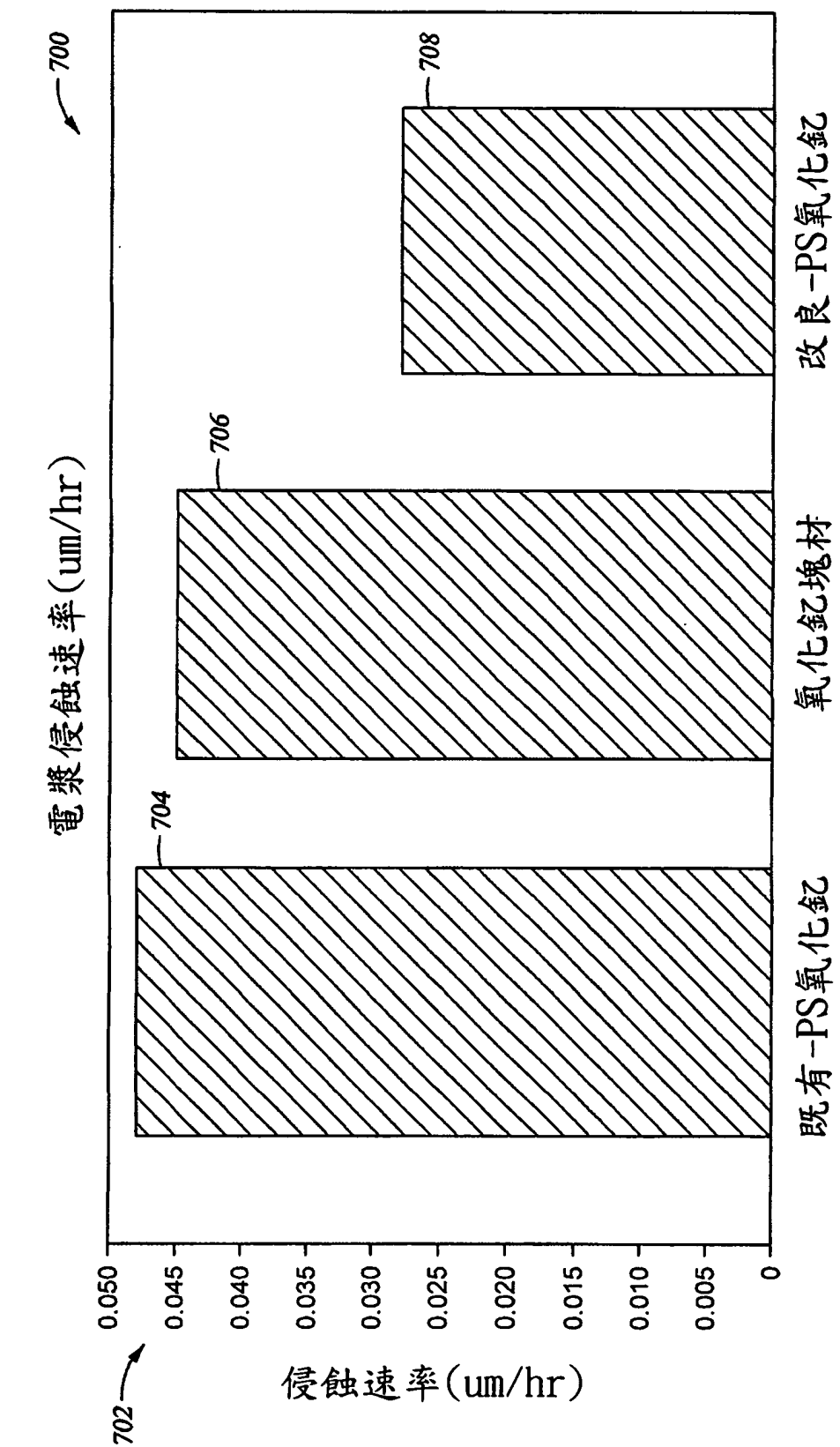
第5D圖



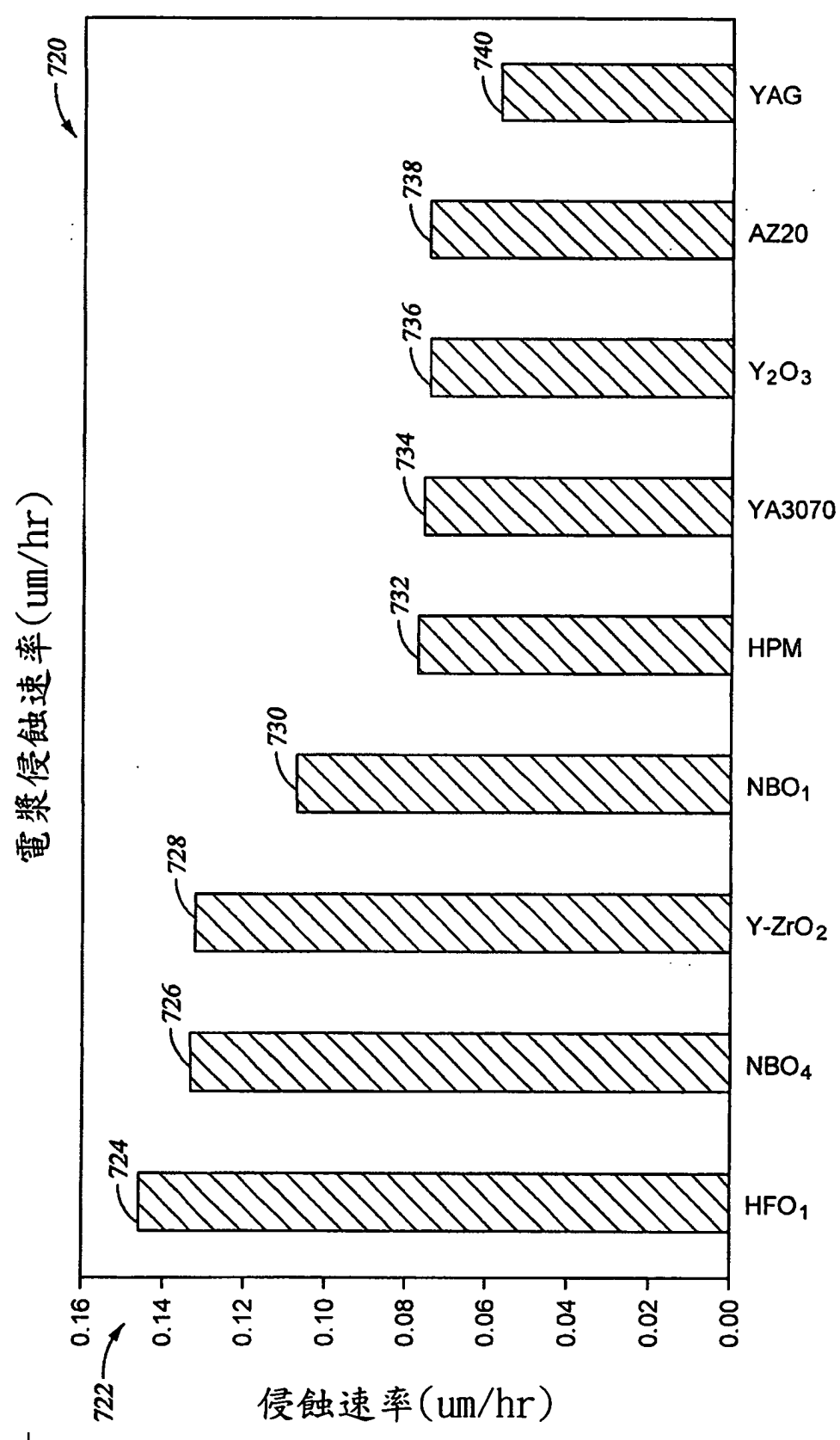
第6A圖



第6B圖



第7A圖



第7B圖

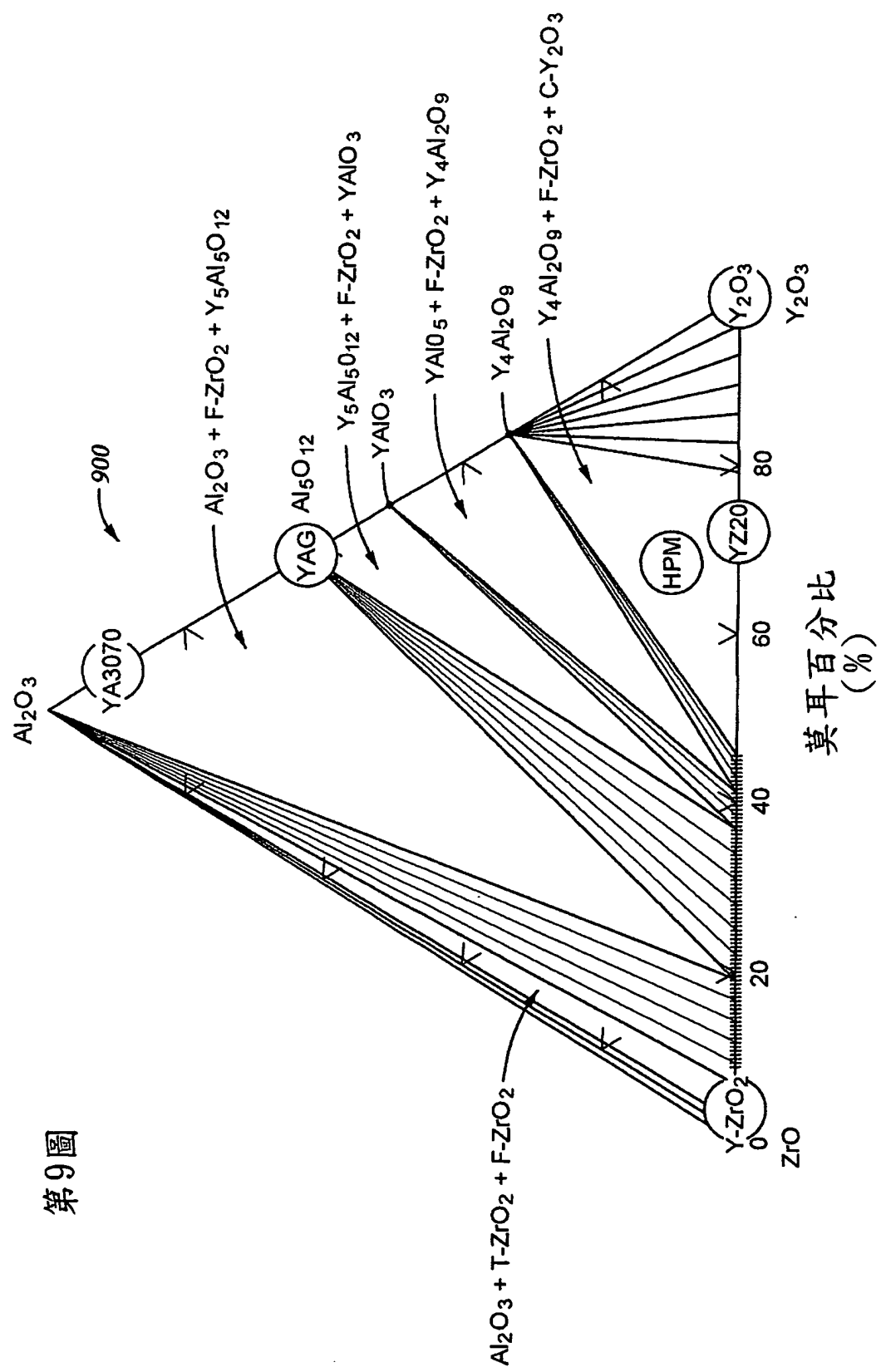
800

不同材料之侵蝕速率及化學組成

名稱	侵蝕速率 (um/hr)	組成
YAG	0.057	37.5mol% Y ₂ O ₃ 62.5mol% Al ₂ O ₃
YZ20	0.074	73.2mol% Y ₂ O ₃ 26.8mol% ZrO ₂
Y2O3	0.074	100mol% Y ₂ O ₃
YA3070	0.076	8.5mol% Y ₂ O ₃ 91.5mol% Al ₂ O ₃
HPM	0.077	63mol%Y ₂ O ₃ , 14mol% Al ₂ O ₃ , 23mol% ZrO ₂
NBO1	0.107	70mol%Y ₂ O ₃ , 10mol% Nb ₂ O ₅ , 20mol% ZrO ₂
Y-ZrO2	0.132	3mol% Y ₂ O ₃ , 97mol% ZrO ₂
NBO4	0.133	60mol%Y ₂ O ₃ , 20mol% Nb ₂ O ₅ , 20mol% ZrO ₂
HFO1	0.146	75mol%Y ₂ O ₃ , 20mol% HfO ₂ , and 5mol%ZrO ₂

第8圖

第9圖



四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第 (6B) 圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

610 顯微照片

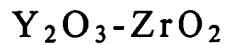
612 鋁合金基板

614 表面

616 氧化釔塗層

618 塗層表面

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：



炬 (cathode torch) 112；加速噴嘴 114；電漿弧 116；第二 DC 主電極 118；第二輔助電極 120；第一陽極炬 122A 及第二陽極炬 122B；噴塗基底材料源 124；第二氫源 126；第二氬源（電漿修整）128（128A 及 128B）；噴塗薄膜 130；電漿噴流 (plasma jet) 132；熔融粉末源 134；第三氫源 136；以及雙陽極 α 炬 138。

雙陽極 α 炬 138 由兩個陽極炬所組成，其中每一陽極炬分擔了一半的熱負載。利用雙陽極 α 炬 138，可在相對低的電流下得到高電壓，使得每一陽極炬的熱負載較低。上述陽極炬的每一噴嘴及電極棒分別由水冷冷卻，且電弧起點與終點受到鈍氣 (inert gas) 的保護，而能夠確保穩定作業時間為 200 小時以上，以延長耗材的使用年限並降低維修成本。

在陰極炬 112 及陽極炬 122 之間形成了穩定的高溫電弧，且可將噴塗材料直接饋送至電弧中。電弧柱的高溫可將噴塗材料完全熔融。上述電弧起點與終點受到鈍氣的保護，使得可利用空氣或氧氣作為電漿氣體並由加速噴嘴 114 將之引入系統中。

可將電漿修整 (plasma trimming) 功能 128 用於雙陽極 α 。電漿修整可修整掉電漿噴流之熱量中對於噴塗材料之熔融沒有幫助的部分，且可降低基板材料及薄膜上之熱負載，而能進行近距離噴塗。

雖然第 1 圖繪示了一種電漿噴塗設備，本發明所屬技術領域中具有通常知識者當可理解亦可利用其他種類的

V/mil。本發明所屬技術領域中熟悉該項技術者可選擇相關產業常用的任何設備來進行含鈮塗層噴塗，並可在最少實驗的情形下得到類似的相關結果。

第 4A 圖為一比較例之表面粗糙度範圍的圖表 400，以微米為單位，從中心線 410 沿著利用本發明之前的可用技術得到塗佈之電漿噴塗氧化鈮塗層的表面所繪示。軸 402 上以毫米為單位標示沿著上述表面行進的距離；而軸 404 上以微米為單位標示距離中心線上方之高度或下方之深度的範圍。上述表面距離中心線的範圍從約 + 23 微米（點 406）至約 - 17 微米（點 408）。

第 4B 圖為塗佈之電漿噴塗氧化鈮塗層表面粗糙度範圍的圖 420，其以微米為單位，從中心線 430 沿塗層表面所繪製。此一電漿噴塗塗層是利用本發明具體實施例所製得，其中饋送至電漿噴塗設備之粉末的有效粒徑較小。軸 422 上以毫米為單位標示沿著表面行進的距離；而軸 424 上以微米為單位標示距離中心線上方之高度或下方之深度。上述表面距離中心線之範圍介於約 + 6 微米（點 426）至約 - 4.5 微米（點 428）。此種在表面高度及深度範圍變化上的顯著改變可實質上降低暴露於腐蝕性還原電漿中的保護塗層表面積。

第 5A 及 5B 圖為比較例的顯微照片 510 及 520，顯示利用在本發明之前的電漿噴塗技術得到之電漿噴塗氧化鈮塗層的上視形貌，其放大倍率分別為 200X 及 1000X。第 5C 及 5D 圖為顯微照片 530 及 540，顯示利用本發明

位，所繪示的表面粗糙度圖 420。

第 5A 及 5B 圖為顯微照片 510 及 520，顯示利用本發明之前的電漿噴塗技術得到之電漿噴塗氧化鈮塗層之上視形貌，其放大倍率分別為 200X 及 1000X。

第 5C 及 5D 圖為顯微照片 530 及 540，顯示利用本發明一具體實施例的電漿噴塗技術得到之電漿噴塗氧化鈮塗層之上視形貌，其放大倍率分別為 200X 及 1000X。

第 6A 圖為顯微照片 600，顯示鋁合金基板 602 的剖面側視照片，上述鋁合金基板 602 之表面 604 上沉積了氧化鈮塗層 606。此為比較例顯微照片，顯示利用本發明之前的電漿噴塗技術所得之結構的特性，放大倍率為 200X。

第 6B 圖為顯微照片 610，顯示鋁合金基板 612 剖面側視照片，上述鋁合金基板 612 之表面 614 上沉積了氧化鈮塗層 616。此顯微照片顯示利用根據本發明一具體實施例之電漿噴塗技術所得之結構的特性，放大倍率為 200X。

第 7A 圖為長條圖 700，比較利用先前技藝噴塗技術之電漿噴塗氧化鈮塗層（於鋁合金基板上）704 的侵蝕速率（示於標尺 702）、氧化鈮塊材 706 之侵蝕速率以及利用本發明具體實施例形成之電漿噴塗氧化鈮塗層（於鋁基板上）708 的侵蝕速率，其中每一種基材的測試樣本均暴露於相同的含還原物種電漿中。

第 7B 圖為長條圖 720，比較一系列塊材與燒結材料的

侵蝕速率（示於標尺 722）。每一種基材的測試樣本均暴露於相同的含還原物種電漿中。

第 8 圖為表格 800，列出第 7B 圖中用以探究侵蝕速率之各種塊材的組成。

第 9 圖為相圖 900，顯示了表格 800 中所列的大多數材料。

【主要元件符號說明】

- 100 設備
- 102 第一 DC 主電極
- 104 第一輔助電極
- 106 第一氬源
- 108 第一氣源
- 110 噴塗材料粉末源
- 112 陰極炬
- 114 加速噴嘴
- 116 電漿弧
- 118 第二 DC 主電極
- 120 第二輔助電極
- 122 陽極炬
- 124 噴塗基底材料源
- 126 第二氬源
- 128 第二氣源（電漿修整）（包含 128A 及 128B）

七、申請專利範圍：

1. 一種可抵抗化學活性還原電漿所造成之腐蝕或侵蝕的物體，該物體至少包含一金屬或金屬合金基板，其表面上具有一噴塗之含鈮陶瓷塗層，其中該含鈮陶瓷塗層係由一材料所形成，該材料係選自由 Y_2O_3 - ZrO_2 固溶體、YAG、 YF_3 及其組合物所組成之群組中，其中該陶瓷塗層的孔隙率小於 1.5 %，且該陶瓷塗層之表面粗糙度小於 3 μm Ra，且該陶瓷塗層於含氟電漿下之侵蝕速率為 0.08 $\mu m/hr$ 或更小。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之物體，其中該孔隙率介於小於 1.5 % 至約 0.1 % 的範圍。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之物體，其中該孔隙率介於約 1 % 至約 0.1 %。
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之物體，其中該表面粗糙度介在小於約 1.5 μm Ra 至約 0.6 μm Ra 的範圍。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之物體，其中該噴塗之含鈮陶瓷塗層材料的一崩潰電壓為至少高於 650 V/mil。

6. 如申請專利範圍第5項所述之物體，其中該崩潰電壓介於約650 V/mil至約900 V/mil。
7. 如申請專利範圍第1項或第5項所述之物體，其中該噴塗之含鈮陶瓷材料的厚度介於約5 μm 至約400 μm 。
8. 如申請專利範圍第7項所述之物體，其中該材料厚度介於約25 μm 至約300 μm 。
9. 如申請專利範圍第2項所述之物體，其中該經噴塗之含鈮陶瓷材料經過氯化氫氣泡試驗的持續時間為至少8小時。
10. 如申請專利範圍第3項所述之物體，其中該經噴塗之含鈮陶瓷材料經過氯化氫氣泡試驗的持續時間為至少10小時。
11. 一種製造可抵抗化學活性還原電漿所造成之腐蝕或侵蝕之物體的方法，至少包含：利用一含鈮陶瓷塗層來電漿噴塗一金屬或金屬合金基板以製造該物體，其中該含鈮陶瓷塗層係由一材料所形成，該材料係選自由 Y_2O_3 - ZrO_2 固溶體、YAG、 YF_3 及其組合物所組成之群組

中，且其中該含鈮陶瓷材料為粉末形式，該粉末之平均等效粒徑範圍介於約 22 μm 至約 0.1 μm 。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之製造一物體的方法，其中該粉末的平均等效粒徑範圍介於約 15 μm 至約 5 μm 。

13. 一種具有可抵抗化學活性還原電漿所造成之腐蝕或侵蝕的噴塗塗層表面之物體，該物體至少包含一金屬或金屬合金基板，其表面上具有一噴塗之含鈮陶瓷塗層，其中該含鈮陶瓷塗層係由一材料所形成，該材料係選自由 Y_2O_3 - ZrO_2 固溶體、 Y_2O_3 - Al_2O_3 固溶體、YAG、 Y_2O_3 - Al_2O_3 - YZrO_2 固溶體、 YF_3 及其組合物所組成之群組中，其中用於形成該陶瓷塗層之該材料為粉末形式，該粉末之平均等效粒徑範圍介於約 22 μm 至約 0.1 μm ，且其中該物體之該塗層表面於含氟電漿下之侵蝕速率為 0.08 $\mu\text{m/hr}$ 或更小。

14. 如申請專利範圍第 13 項所述之物體，其中該含氟電漿包含 CF_4 及 CHF_3 。

15. 一種製造可抵抗化學活性還原電漿所造成之腐蝕或侵蝕之物體的方法，至少包含：利用一含鈮陶瓷塗層來電

漿噴塗一金屬或金屬合金基板以製造該物體，其中該含鈮陶瓷塗層係由一材料所形成，該材料係選自由 Y_2O_3 - ZrO_2 固溶體、 Y_2O_3 - Al_2O_3 固溶體、YAG、 Y_2O_3 - Al_2O_3 - $YZrO_2$ 固溶體、 YF_3 及其組合物所組成之群組中，其中用於形成該電漿噴塗塗層之該材料為粉末形式，該粉末之平均等效粒徑範圍介於約 22 μm 至約 0.1 μm ，且其中該噴塗塗層表面於含氟電漿下之侵蝕速率為 0.08 $\mu m/hr$ 或更小。