

公告本
A4
C4

申請日期	87.7.18
案 號	87111422
類 別	C230476

574394

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書									
一、發明 名稱	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; vertical-align: top;">中 文</td> <td style="padding: 5px;">使用氫和氧氣濺鍍沈積含鋁膜的方法與從其得來之含鋁膜</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">英 文</td> <td style="padding: 5px;">Method of Using Hydrogen and Oxygen Gas in Sputter Deposition of Aluminum-containing Films and Aluminum-containing Films Derived therefrom</td> </tr> </table>	中 文	使用氫和氧氣濺鍍沈積含鋁膜的方法與從其得來之含鋁膜	英 文	Method of Using Hydrogen and Oxygen Gas in Sputter Deposition of Aluminum-containing Films and Aluminum-containing Films Derived therefrom				
中 文	使用氫和氧氣濺鍍沈積含鋁膜的方法與從其得來之含鋁膜								
英 文	Method of Using Hydrogen and Oxygen Gas in Sputter Deposition of Aluminum-containing Films and Aluminum-containing Films Derived therefrom								
二、發明 人	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; vertical-align: top;">姓 名</td> <td style="padding: 5px;">1.康沃爾 K.瑞納 2.大衛 H.威爾斯</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">國 籍</td> <td style="padding: 5px;">美 國</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">住、居所</td> <td style="padding: 5px;">1.美國,愛達荷州 83706,鉢思,215 號公寓,傑克勒 3785 號 2.美國,愛達荷州 83706,鉢思,水石巷 1668 號</td> </tr> </table>	姓 名	1.康沃爾 K.瑞納 2.大衛 H.威爾斯	國 籍	美 國	住、居所	1.美國,愛達荷州 83706,鉢思,215 號公寓,傑克勒 3785 號 2.美國,愛達荷州 83706,鉢思,水石巷 1668 號		
姓 名	1.康沃爾 K.瑞納 2.大衛 H.威爾斯								
國 籍	美 國								
住、居所	1.美國,愛達荷州 83706,鉢思,215 號公寓,傑克勒 3785 號 2.美國,愛達荷州 83706,鉢思,水石巷 1668 號								
三、申請人	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; vertical-align: top;">姓 名 (名稱)</td> <td style="padding: 5px;">麥克隆科技公司</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">國 籍</td> <td style="padding: 5px;">美 國</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">住、居所 (事務所)</td> <td style="padding: 5px;">美國,愛達荷州 83705,鉢思,南丹佛路 3000 號</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">代 表 人 姓 名</td> <td style="padding: 5px;">麥可 L.林屈</td> </tr> </table>	姓 名 (名稱)	麥克隆科技公司	國 籍	美 國	住、居所 (事務所)	美國,愛達荷州 83705,鉢思,南丹佛路 3000 號	代 表 人 姓 名	麥可 L.林屈
姓 名 (名稱)	麥克隆科技公司								
國 籍	美 國								
住、居所 (事務所)	美國,愛達荷州 83705,鉢思,南丹佛路 3000 號								
代 表 人 姓 名	麥可 L.林屈								

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

裝 訂 線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC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 (1)1997.07.15 (1)08/892,930
(2)1997.07.15 (2)08/892,718

有關微生物已寄存於: , 寄存日期: , 寄存號碼:

(請先閱讀背
之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

五、發明說明 (/)

技術領域

本發明係普遍地有關於在例如矽晶圓等半導體基板上的含鋁膜之濺鍍沉積方法。並且更特別地是，本發明係有關於在鋁或鋁合金之沉積過程中，使用伴有氫氣之氫氣或伴有氫氣之氫氣／氧氣混合物，以形成可避免小丘(hillock)形成的含鋁膜。

背景技術

薄膜結構在使用於積體電路(ICs)以及主動矩陣液晶顯示器(AMLCDs)之電路元件中漸變得重要。在許多使用薄膜結構的應用當中，這些結構中之低電阻係數的金屬線(閘極線及資料線)對於其高性能極為重要地。以 AMLCDs 做範例，低電阻係數金屬線將減小 RC 延遲，而產生較快的螢幕更新率(screen refresh rate)。諸如 Cr、Mo、Ta 及 W 等耐高溫金屬所具有的電阻，對於高性能 AMLCDs 或 ICs 中的使用而言太高了。此外，耐高溫金屬的成本亦較非耐高溫金屬為高。從低電阻以及成本的觀點來看，鋁(Al)係為所欲之金屬。此外，鋁的使用係為有利的，因為其形成一層氧化膜於其外表面，而保護鋁不為外在環境攻擊，而且鋁對於矽以及矽化合物皆有優良的附著性。

鋁膜通常使用濺鍍沉積來將其施加於半導體基板上。濺鍍沉積通常執行於真空腔室內，其中裝置諸如鋁等所欲之薄膜材料的固態薄板(稱為“靶”)，而一基板則被放置於其內。氫氣被導入真空腔室中，並在靶與基板間施加電場以點燃電漿。在電漿中，氣體被離子化，並根據其電荷

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(2)

及所施加的電場而加速衝向靶。當氫氣原子加速衝向靶時，其將獲致足夠的動量，藉由撞擊基板而將原子和／或分子從靶表面撞擊出或“濺”出。在濺射出靶的原子和／或分子後，藉由濺鍍方法所產生之氫氣離子、濺鍍的原子／分子、氫氣原子以及電子在停止於半導體基板上之前，將在靶前方形成一電漿區域，其中該基板通常置於真空腔室中之靶下或平行於靶。然而，濺鍍的原子和／或分子可能會在真空腔室中散射，而對於電漿區域的建立無所貢獻，且不會沉積於半導體基板上。該問題至少部份地為在靶後面與周圍使用磁場之“磁控濺鍍系統”(magnetron sputtering system)所解決。這些磁體將協助集中電漿中之濺鍍材料。該磁控濺鍍系統亦具有較其他濺鍍系統在真空腔室中需求較低壓力的優點。真空腔室中的低壓將促成較潔淨的沉積膜。磁控濺鍍系統亦會產生較低的靶溫度，其將有助於例如鋁及鋁合金等低熔點溫度材料的濺射。

雖然鋁膜在薄膜結構中的使用有極大的優點，惟鋁卻具有形成所謂“小丘”之缺陷的不幸趨勢。小丘係為金屬膜中之壓應力狀態所引起的凸起，因而造成從金屬膜表面凸出。

為何小丘在鋁薄膜中為一特別嚴重的問題係有二個理由。首先，鋁的熱膨脹係數(大約 $23.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)約為典型矽半導體基板之 10 倍(大約 $2.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)。當半導體基板在各半導體裝置製程中加熱時，強力附著於半導體基板之薄鋁膜將意圖較半導體基板所允許的膨脹而膨脹得更多

(請先閱讀背面之注意事項再填寫此頁)

裝

訂

線

五、發明說明(3)

。鋁膜無法膨脹的結果將造成小丘的形成以釋放出膨脹應力。第二個因素係有關於鋁的低熔點(大約 660°C)，因而產生鋁膜中之高度空缺(vacancy)擴散。小丘的成長係由空缺擴散機構的結果所產生。空缺擴散由膨脹應力所引起的空缺濃度梯度的結果所產生。此外，鋁擴散速率將隨著溫度增加而非常快速地增加。因此，小丘的成長因而可藉由遠離小丘位置之空缺擴散的過程，而釋放鋁中之壓應力的機制做說明，其中該擴散係同時穿過鋁晶粒及沿著晶界進行。此機制常使電阻增高並可能引起斷路。

在薄膜結構製造中之有關小丘的問題，係發生於多層薄膜結構中。在此種結構中，當小丘滲透或穿過隔離覆蓋金屬線的介電層時，將引起層間短路。該層間短路將導致 IC 或 AMLCD 的故障。此種短路結構係舉例於圖 17 中。

圖 17 係舉例薄膜結構 200 中之小丘 202。該薄膜結構 200 包括有具有佈局圖案之鋁層 206 於其上之諸如矽晶圓等半導體基板 204。一諸如二氧化矽或氮化矽層之下面介電層 208，係沉積於半導體基板 204 及佈局圖案之鋁層 206 之上。該下面介電層 208 係作為介於佈局圖案鋁層 206 以及沉積於下面介電層 208 上的主動層 210 之間的絕緣層。一金屬線 212 係佈局於主動層 210 上，而上面的介電層 214 則沉積於金屬線 212 以及主動層 210 的上方。小丘 202 係被圖示穿透過下面介電層 208 及主動層 210，而與金屬線 212 發生短路。

若干個技術已被試圖用以減輕小丘形成的問題，包括

五、發明說明(5)

腔室之標準濺鍍沉積腔室，以功率值大約 1 至 4 千瓦(KW)之間的直流電源施加於陰極（本例中為鋁靶）以及陽極（平板顯示器基板-亦即鈣鈉玻璃）之間，以產生電漿（在真空排出後）。該腔室係以適量的氬氣及氫氣流入腔室而維持在大約 1.0 至 2.5 毫托耳的壓力。氬氣最好以大約每分鐘 50 至 90 標準立方公分(sccm)之間的速率提供。氫氣則最好以 90 至 600 sccm 之間的速率提供。氬氣對氫氣的比例最好為大約 1:1 至大約 1:6 之間。具有較高氬氣/氫氣比例之薄膜擁有較平順的紋理。沉積製程將於室溫下（亦即大約 22°C）進行。

由本方法所產生之含鋁膜，將具有以氧化鋁(Al_2O_3)形式存在之大約介於 1 至 5%（原子濃度）氧之平均氧成分，而其餘的部份則仍為鋁。於所述之製程參數下所形成之含鋁膜具有相似於純鋁金屬但稍微暗點的顏色。

本發明之第二個方法牽涉到使用最好為磁控濺鍍沉積腔室之標準濺鍍沉積腔室，以功率值大約 1 至 4 千瓦(KW)之間的直流電源施加於陰極（本例中為鋁靶）以及陽極（平板顯示器基板-亦即鈣鈉玻璃）之間，以產生電漿（在真空排出後）。該腔室係以適量的氬氣、氫氣及氧氣流入腔室而維持在大約 0.5 至 2.5 毫托耳的壓力。氬氣最好以大約 25 至 90sccm 之間的速率提供。氫氣則最好以 50 至 400sccm 之間的速率提供。氧氣則最好以 0.25 至 2sccm 之間的速率提供（最好為大氣之氣流）。氬氣對氫氣的比例最好為大約 1:1 至大約 1:6 之間。具有較高氬氣/氫氣

（請先閱讀背面之注意事項再填寫）

裝

訂

線

五、發明說明(6)

比例之薄膜將較具有較低氫氣／氫氣比例之薄膜擁有較平順的紋理。沉積製程將於室溫下(亦即大約 22°C)進行。

由本方法所產生之含鋁膜將具有以氧化鋁(Al_2O_3)形式存在之大約介於 12 至 30% (原子濃度) 氧之平均氧成分, 而其餘的部份則仍為鋁。當於所述之製程參數下形成時, 該含鋁膜具有金黃色。

由這二個方法所產生的含鋁膜之最令人嘆為觀止者, 乃其即使受到熱應力仍無小丘。雖然形成這些含鋁膜的精確機械和／化學機制尙未被完全瞭解, 惟以氫氣做為催化劑以將氧氣輸入含鋁膜中的功能係明顯的。對於第一個方法而言, 氧氣係來自於真空腔室被抽真空後保留在真空腔室中的殘留氣體。對於第二個方法而言, 氧氣則當然於沉積過程中被導入。雖然殘留之氧氣量以及導入真空腔室中的氧氣流量相對於氫氣及氫氣的流量係微小的, 但卻有相當大比例的氧出現於所沉積之含鋁膜中。在發明者所做的實驗中, 氧氣係於無任何氫氣被導入的情形下(亦即, 僅有氧氣及氫氣被導入), 以相似的流動速率導入真空腔室中。該產生於基板上之膜並不具有可量測(以 X 射線光電子能譜, X-ray photoelectron spectroscopy) 之氧呈現量。

如前述, 氧係以氧化鋁的形式呈現於所沉積之含鋁膜中。然而, 氧化鋁係為一絕緣體。在一要求極低電阻係數的膜中形成一絕緣化合物(其將增加膜的電阻係數), 係非吾人將會直覺想到的。然而, 其已發現氧化鋁的形成將不中斷含鋁膜中的導電性鋁晶粒基質。因此, 含鋁膜的電

五、發明說明(7)

阻係數係相當的低。事實上，對於以第二種方法形成之含鋁膜，其電阻係數在大約 6 至 10 微歐姆-公分之間的等級。氧化鋁呈現在大約 12 至 30% (原子濃度) 之間的範圍時，這個事實特別明顯。這些含氧化鋁膜的晶粒尺寸係在大約 400 至 600 埃 (Å) 之間。

除了實質無小丘產生以及具有低電阻係數外 (亦即高導電度)，所產生的含鋁膜更具有其他包含低粗糙度、低殘留應力以及良好的機械強度 [以簡易式刮痕測試法與純鋁做比較，或以低壓應力 (大約在 -5×10^8 至 -1×10^9 dyne/cm² 之間) 而定，其係被視為高抗刮痕性質的指標] 等所欲之性質。含鋁膜之測試顯示其退火其後之粗糙度與純鋁做比較係為低的 (退火前約為 600-1000Å 而退火後則為 400-550Å)。低粗糙度將可避免應力遷移、應力誘導孔洞，並因而避免小丘形成。此外，低粗糙度將允許與其他的薄膜有較佳的接觸，而放寬後序加工步驟的自由度，因為較不粗糙的膜將導致沉積於上的膜中之較少的高點與低點的變換，以及使光蝕印術變得更容易的低漫射反射度 (diffuse reflectivity)，在 AMLCDs 的製造中無須覆蓋鋁 [粗糙的鋁將陷住影響電子性能 (亦即高電容或可變電容) 的電荷]，以及更均勻的蝕刻。

由本發明之方法所得之含鋁膜的機械強度，係較傳統式濺鍍鋁薄膜及其部份合金為高。高機械強度將導致所產生的含鋁膜同時對於電子遷移及應力誘導孔洞具有抗性。

該諸性質之結合係較現今已知的鋁薄膜及其合金薄膜

(請先閱讀背面之注意事項再填寫此頁)

裝

訂

線

五、發明說明(8)

的性質優越。這些性質使得本發明之含鋁膜將意欲使用於電子裝置的交互連結。這些性質在用於光學、電光學、保護性鍍膜及裝飾應用中的薄膜中亦為所意欲的。

圖示之簡略說明

雖然本專利說明書以特別指出並清楚地聲明有關本發明之申請專利範圍做結論，惟本發明之優點將可由下列本發明之說明並配合附圖的研讀而更容易探知，其中：

圖 1 及 2 為以習知技術之方法所產生之鋁薄膜，在退火前後個別的掃描式電子顯微鏡相片之舉例；

圖 3 及 4 為以本發明之第一種方法方法所產生之鋁薄膜，在退火前後個別的掃描式電子顯微鏡相片之舉例；

圖 5 及 6 為以本發明之第一種方法方法所產生之鋁薄膜，在退火前後個別的掃描式電子顯微鏡相片之舉例；

圖 7 係圖示穿過以本發明之第一種方法所產生之含鋁膜縱深之氧成分的 X 射線光電子能譜圖；

圖 8 為根據本發明之第一種方法的各種改變所製成之各種含鋁膜之粗糙度（以原子力顯微鏡）量測圖；

圖 9 及 10 為以本發明之另一種方法方法所產生之鋁薄膜，在退火前後個別的掃描式電子顯微鏡相片之舉例；

圖 11 及 12 為以本發明之第二種方法方法所產生之鋁薄膜，在退火前後個別的掃描式電子顯微鏡相片之舉例；

圖 13 係圖示穿過以本發明之第二種方法所產生之含鋁膜縱深之氧成分的 X 射線光電子能譜圖；

圖 14 為根據本發明之第二種方法的各種改變所製成之

（請先閱讀背面之注意事項再填寫此頁）

裝

訂

線

五、發明說明(9)

各種含鋁膜之粗糙度(以原子力顯微鏡)量測圖;

圖 15 為使用以本發明之方法產生之含鋁膜所形成閘極電極以及源極/汲極電極之一薄膜電晶體之剖面圖舉例;

圖 16 為使用以本發明之方法產生之含鋁膜所形成欄匯流(bus)與列匯流之一標準主動矩陣液晶顯示器佈局的示意圖; 以及

圖 17 為由小丘之形成所產生的中間層短路之剖面圖舉例。

用以執行本發明之最佳模式

本發明之方法最好包括有使用一傳統式磁控濺鍍沉積腔室於下列製程參數中:

功率(DC): 介於大約 1 與 4KW 之間

壓力: 介於大約 1.0 與 2.5 毫托耳之間

氬氣流動速率: 介於大約 50 與 90sccm 之間

氫氣流動速率: 介於大約 90 與 600sccm 之間

氬氣: 氫氣比例: 介於大約 1:1 與 1:6 之間

磁控濺鍍沉積腔室之操作通常牽涉到將直流電功率施加於陰極(本例中為鋁靶)與陽極(基板)之間, 以產生電漿。該腔室係被維持於上述之壓力範圍以及一氬氣與氫氣之適當混合物中。本方法所產生之含鋁膜具有以氧化鋁(Al_2O_3)形式存在之介於大約微量至 12%的氧, 而其餘的部份則為鋁。

確信主要的小丘預防機制為氬氣在系統中的存在, 因為已發現即使無氧或相當於無氧(無法以現今的設備及技

五、發明說明(10)

術所測得的微量)，都將產生無小丘含鋁膜。其亦確信膜中氧的出現係為獲致平滑（較不粗糙）含鋁膜的主因，因為粗糙度通常隨著膜中的氧成分的增加而減少。

應瞭解的是：本發明之濺鍍沉積系統將通常具有微量的氧。即使該鋁膜中之極微量的氧無法以現今的分析設備偵測，惟此微量的氧將在有氫氣呈現的情況下混入含鋁膜中。該微量的氧將來自二個潛在的來源：不完整的腔室抽真空和／或附著在氫氣或氫氣供給處的微量氧污染。第一個來源之不完整的腔室抽真空，係由於並無完美真空之真空存在的事實。無論多極端的真空抽真空，不論清除氣體或大氣氣體皆會有部份殘留氣體於系統中。第二種來源係由於微量氣體污染物附著在諸如本發明中所使用的氫氣及氫氣等工業級氣體中。所使用之氫氣的氧不純物含量規格為 1ppm，而對氫氣則為 3ppm。因此，進入系統之氫氣及氫氣的高流量速率，將出現更多由氣流所釋出並融入含鋁膜中的氧。因此，即使現今的設備無法在氧成分小於 0.1% 時測量含鋁膜中的氧成分，小於 0.1% 的微量仍可能混入含鋁膜中。

實施例 1

使用 Kurdex-DC 濺鍍系統，從鋁靶沉積鋁至鈣鈉玻璃基板之典型習知技術製程方式，將鋁膜披覆於半導體基板上，形成一比較實施例。

基板係載裝於濺鍍系統之負載閉鎖室，並抽真空至大約 5×10^{-3} 托耳。在基板移入用於濺鍍製程的主沉積腔室之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫此頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (//)

前，負載閉鎖室被打開而主沉積是被抽真空至大約 10^{-7} 托耳。該抽真空被終止，且特定氣體被輸入主沉積室中。在比較沉積中，僅有氬氣用於濺鍍製程。一旦預定量的氬氣在主沉積腔室中穩定時（大約五分鐘），大約二千瓦的直流電功率施加於陰極（本例中為鋁靶）及陽極（基板）之間，以產生電漿，如上所述。該基板移至電漿前大約 8 至 10 分鐘，以形成具有大約 1800 埃厚度的含鋁膜。

表 1 揭示濺鍍系統之操作參數及以此製程所形成之含鋁膜的特性。

表 1

濺鍍製程參數	比較範例
功率 (KW)	2
壓力 (mtorr)	2.05
氣體流量 (sccm)	氬氣=90
特性參數及性質	
厚度 (Å)	1800
應力 (dyne/cm ²) (壓應力)	-4.94×10^8 (C)
粗糙度 (Å)	1480 (未退火) 2040 (已退火)
電阻係數 ($\mu \Omega$ -cm)	大約 2.7
晶粒尺寸 (Å)	1000-1200
小丘的密度	大約 2 至 5×10^9 /m ²

特性參數及性質之量測係由下列而得：厚度-Stylus 縱深量測計及掃瞄式電子顯微鏡；應力-使用雷射掃瞄之 Tencor FLX；粗糙度-原子力顯微鏡；電阻係數-二點探針；

五、發明說明 (12)

晶粒尺寸-掃描式電子顯微鏡；以及小丘的密度-掃描式電子顯微鏡。

圖 1 係為以此製程參數所產生之鋁膜表面，在退火前的掃描式電子顯微鏡相片之舉例。圖 2 係為以此製程參數所產生之含鋁膜表面，在退火後的掃描式電子顯微鏡相片之舉例。圖 1 及圖 2 二者係圖示在退火前後之實質小丘形成（在鋁膜表面上方之不連續的凸塊）。

實施例 2

一鋁膜披覆在半導體基板上之二個測試試件（測試試件 1 及測試試件 2），係使用本發明之方法製造。這二個測試試件亦使用 Kurdex-DC 濺鍍系統，以鋁靶沉積於鈣鈉玻璃基板上而形成。

濺鍍系統之操作步驟基本上與如上述之比較試件相同，除了充入主沉積腔室的氣體包括有氫氣及氬氣外。此外，含鋁膜沉積過程中，各測試試件之主沉積腔室中的壓力係不同於比較試件壓力。

表 2 揭示濺鍍設備之操作參數及以本發明之製程所形成之二鋁膜的特性。

表 2

濺鍍製程參數	測試試件 1	測試試件 2
功率 (KW)	2	2
壓力 (mtorr)	2.4	2.5
氣體流量 (sccm)	氫氣=90 氬氣=200	氫氣=90 氬氣=400

五、發明說明 (13)

特性參數及性質		
厚度 (Å)	1600	1500
應力(dyne/cm ²) (壓應力)	-1.12×10 ⁸ (C)	-5.6×10 ⁸ (C)
粗糙度 (Å) (退火後)	800	540
電阻係數(μΩ-cm)	5.5	6.0
晶粒尺寸 (Å)	1000-1200	1000-1200
小丘的密度	無小丘出現	無小丘出現

圖 3 為測試試件 1 之表面在退火前的掃描式電子顯微鏡相片之舉例。圖 4 係為測試試件 1 之表面在退火後的掃描式電子顯微鏡相片之舉例。圖 5 係為測試試件 2 之表面在退火前的掃描式電子顯微鏡相片之舉例。圖 6 係為測試試件 2 之表面在退火後的掃描式電子顯微鏡相片之舉例。如圖 3-6 所見，無論退火與否皆無小丘形成於各試件上。

實施例 3

若干個在不同 Ar/H₂ 比例及各種系統壓力下所製造之含鋁膜，量測膜中之氧成分。功率維持固定於 2KW。氧成分係以 XPS (X 射線光電子能譜) 量測。量測的結果示於表 3 中。

表 3

試件編號	Ar/H ₂ (sccm)	Ar/H ₂ 比例	壓力(毫托耳)	氧成分範圍 (原子%)
1	90/400	0.225	2.50	5-10
2	90/200	0.450	2.40	5-10
3	50/90	0.556	1.27	3
4	90/90	1.000	2.15	<1%

五、發明說明 (14)

試件 3 ($\text{Ar}/\text{H}_2(\text{sccm})=50/90$ ，壓力=1.27) 之 XPS 縱剖面係舉例於圖 7 中，其圖示平均大約為 3% (原子濃度) 的氧成分穿過膜之縱深。

圖 8 係舉例四個含鋁膜試件之粗糙度。如圖 8 之普遍地舉例，輸入濺鍍沉積腔室中的氬氣量越高 (亦即 Ar/H_2 比例越低-X 軸)，則含鋁膜便越平滑 (亦即較低的粗糙度-y 軸)。應注意的是：圖片中的“階梯”可能為實驗誤差，或為導入系統中之氬氣量之差異的結果，或由試件編號 3 之系統壓力差異所引起。

本發明之另一方法亦最好牽涉到使用一傳統式磁控濺鍍沉積腔室於下列製程參數中：

功率 (DC)：介於大約 1 與 4KW 之間

壓力：介於大約 0.5 與 2.5 毫托耳之間

氬氣流動速率：介於大約 25 與 90sccm 之間

氬氣流動速率：介於大約 50 與 400sccm 之間

氧氣流動速率：介於大約 0.25 與 2sccm 之間

氬氣：氬氣比例：介於大約 1：1 與 1：6 之間

磁控濺鍍沉積腔室之操作通常牽涉到將直流電功率施加於陰極 (本例中為鋁靶) 與陽極 (基板) 之間，以產生電漿。該腔室係被維持於上述之壓力範圍，以及氬氣、氬氣與氧氣之適當混合物係被輸入中。本方法所產生之含鋁膜，具有以氧化鋁 (Al_2O_3) 形式存在之介於大約 12 至 30% 的氧，而其餘的部份則為鋁。

五、發明說明(15)

實施例 4

一鋁膜披覆在半導體基板上之二個測試試件（測試試件 1 及測試試件 2），係使用本發明之方法製造。這二個測試試件亦使用 Kurdex-DC 濺鍍系統，以鋁靶沉積於鈣鈉玻璃基板上而形成。

濺鍍系統之操作步驟基本上與如上述之比較試件相同，除了充入主沉積腔室的氣體包括有氫氣、氬氣與氧氣外（其中氧氣最好從大氣氣流導入）。此外，各測試試件的含鋁膜沉積過程中，主沉積腔室中的壓力係不同於比較試件壓力。

表 4 揭示濺鍍設備之操作參數及以本發明之製程所形成之二鋁膜的特性。

表 4

濺鍍製程參數	測試試件 1	測試試件 2
功率 (KW)	2	2
壓力 (mtorr)	0.66	2.5
氣體流量 (sccm)	氬氣=25 氬氣=50	氬氣=90 氬氣=200
氧氣流量 (sccm)	大約 0.25 至 0.5	大約 0.25 至 0.5
特性參數及性質		
厚度 (Å)	2000	1800
應力 (dyne/cm ²)	$4.93 \times 10^8 (T)^*$	$-1.6 \times 10^8 (C)^{**}$
粗糙度 (Å)	980 (未退火) 520 (退火後)	640 (未退火) 410 (退火後)
電阻係數 ($\mu \Omega\text{-cm}$)	6.4	7.2

五、發明說明 (16)

晶粒尺寸 (Å)	400-600	400-600
膜之氧成分	最大約 25%	最大約 20%
小丘的密度	無小丘出現	無小丘出現

*-張應力

**-壓應力

圖 9 係為測試試件 1 之表面在退火前的掃描式電子顯微鏡相片之舉例。圖 10 係為測試試件 1 之表面在退火後的掃描式電子顯微鏡相片之舉例。圖 11 係為測試試件 2 之表面在退火前的掃描式電子顯微鏡相片之舉例。圖 12 係為測試試件 2 之表面在退火後的掃描式電子顯微鏡相片之舉例。如圖 9-12 所見，無論退火與否皆無小丘形成於各試件上。

實施例 5

若干個在不同 Ar/H₂ 比例及各種系統壓力下所製造之含鋁膜，量測膜中之氧成分。氧氣流動速率係維持固定於 2sccm，而功率維持則固定於 2KW。氧成分係以 XPS (X 射線光電子能譜) 量測。量測的結果示於表 5 中。

表 5

試件編號	Ar/H ₂ (sccm)	Ar/H ₂ 比例	壓力(毫托耳)	氧成分範圍 (原子%)
1	90/400	0.225	2.50	12-25
2	90/300	0.300	2.40	15-30
3	50/200	0.250	1.50	15-25
4	25/50	0.500	0.60	25-30
5	90/50	1.800	2.10	15-25

五、發明說明 (17)

試件 4 ($\text{Ar}/\text{H}_2(\text{sccm})=25/50$ ，壓力=0.6) 之 XPS 縱剖面係舉例於圖 13 中，其圖示有平均變化介於 25 與 30% (原子濃度) 之間的氧成分穿過膜之縱深。

圖 14 係舉例五個含鋁膜試件之粗糙度。如圖 14 舉例，輸入濺鍍沉積腔室中的氬氣量越高 (亦即 Ar/H_2 比例越低-X 軸)，則含鋁膜便越平滑 (亦即較低的粗糙度-y 軸)。

圖 15 舉例使用以本發明方法產生之含鋁膜所形成閘極電極以及源極/汲極電極之一薄膜電晶體 120。薄膜電晶體 120 包括有一具有可以本發明方法產生的含鋁閘極電極 124 於其上的基板 122。含鋁閘極電極 124 為絕緣層 126 所覆蓋。具有蝕刻終點 130 及接觸 132 形成於其上的通道 128，係形成於位在含鋁閘極電極 124 上方的絕緣層 126 上。一可以本發明方法所產生之含鋁源極/汲極電極 134，形成於接觸 132 及絕緣層 126 之上方，並接觸圖像單元電極 (picture cell electrode) 136。含鋁源極/汲極電極 134 係被覆蓋，而圖像單元電極 136 則部份地被鈍化層 138 覆蓋。

圖 16 為使用以本發明方法產生之含鋁膜所形成欄匯流 152 與列匯流 154 之一標準主動矩陣液晶顯示器佈局 150 的示意圖。欄匯流 152 與列匯流 154 係與圖素區域 (所熟知之技藝) 156 電連接，以形成主動矩陣液晶顯示器佈局 150。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫此頁)

裝

訂

線

五、發明說明(18)

詳細敘述完本發明之較佳具體實施例後，因為許多明顯的改變皆可能不違背本發明之精神及範疇，所以所附之申請專利範圍所定義之本發明，並不為表列於上面說明中之特殊細節所限制，係應瞭解的。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫此頁)

裝

訂

線

公告本

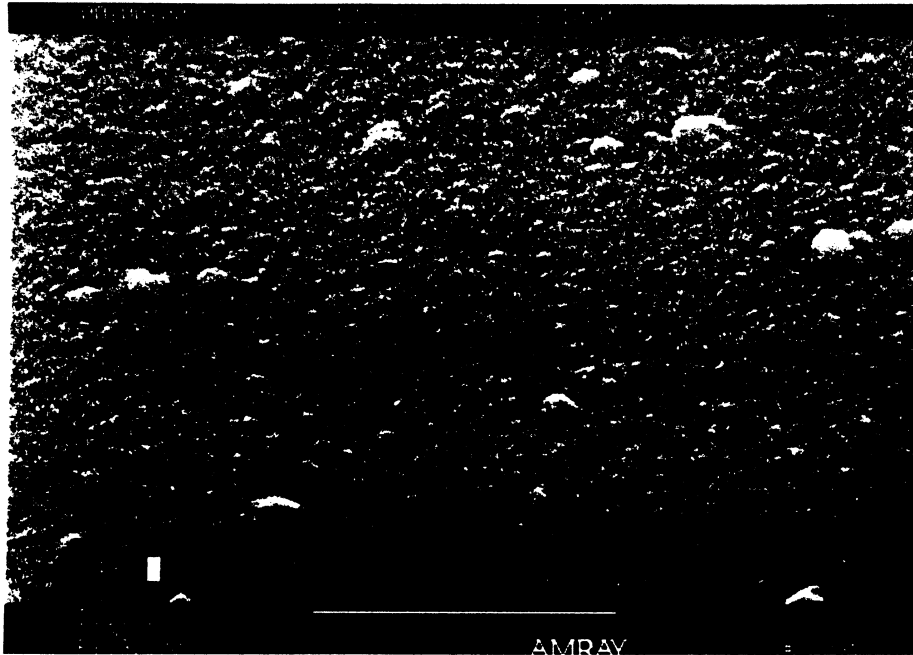


圖 1

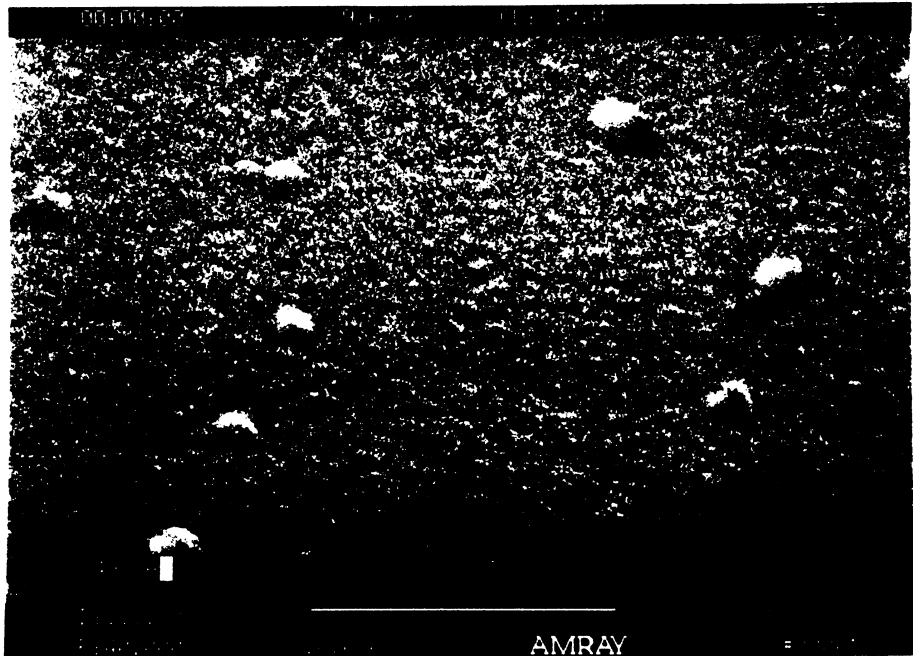


圖 2

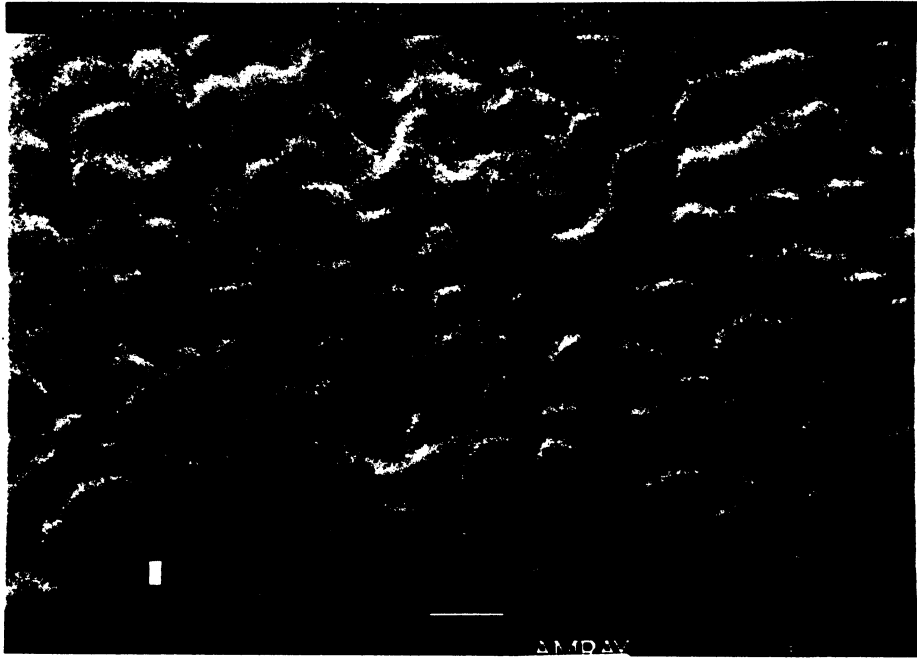


圖 3

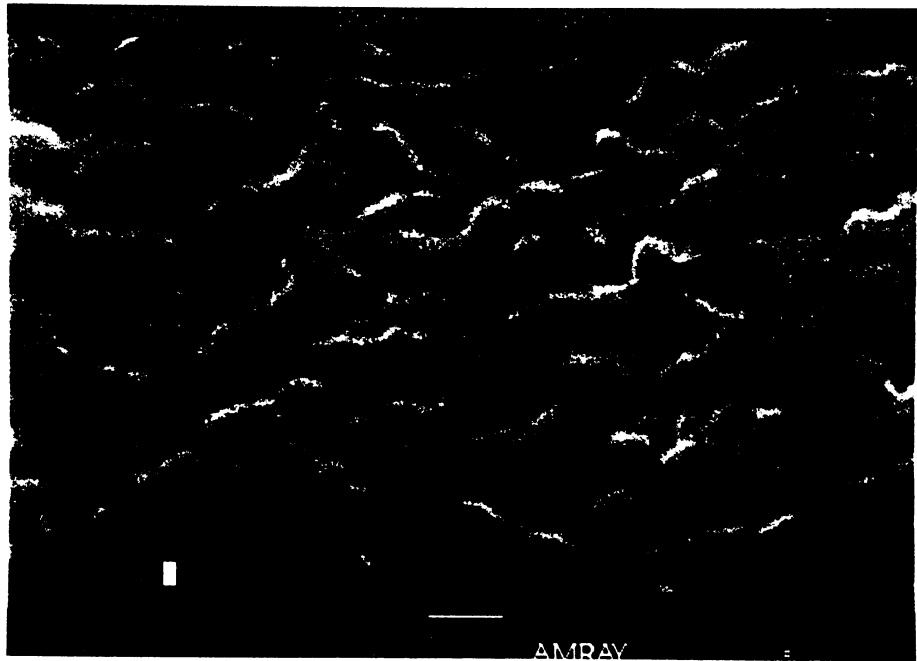


圖 4

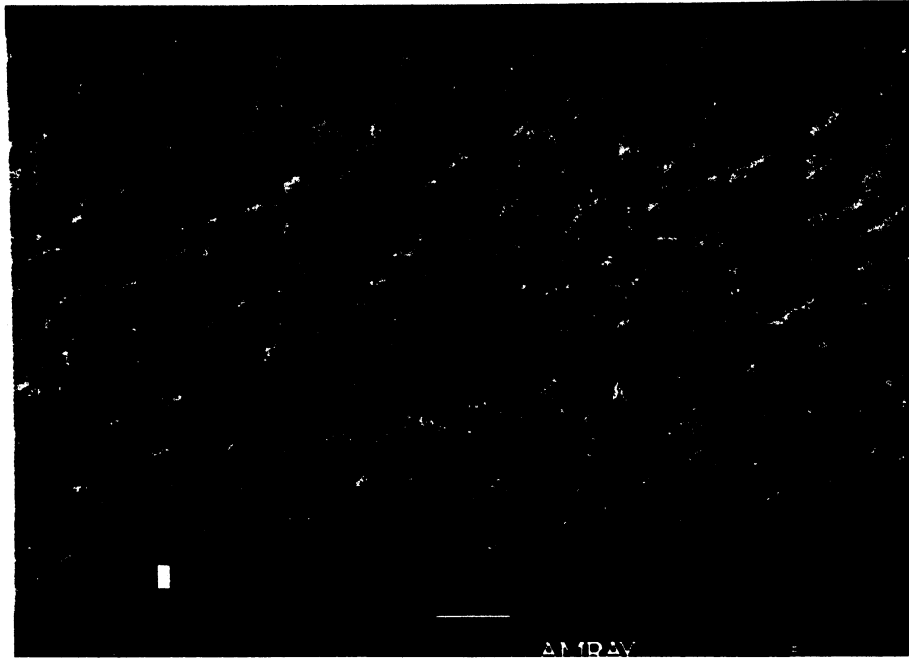


圖 5

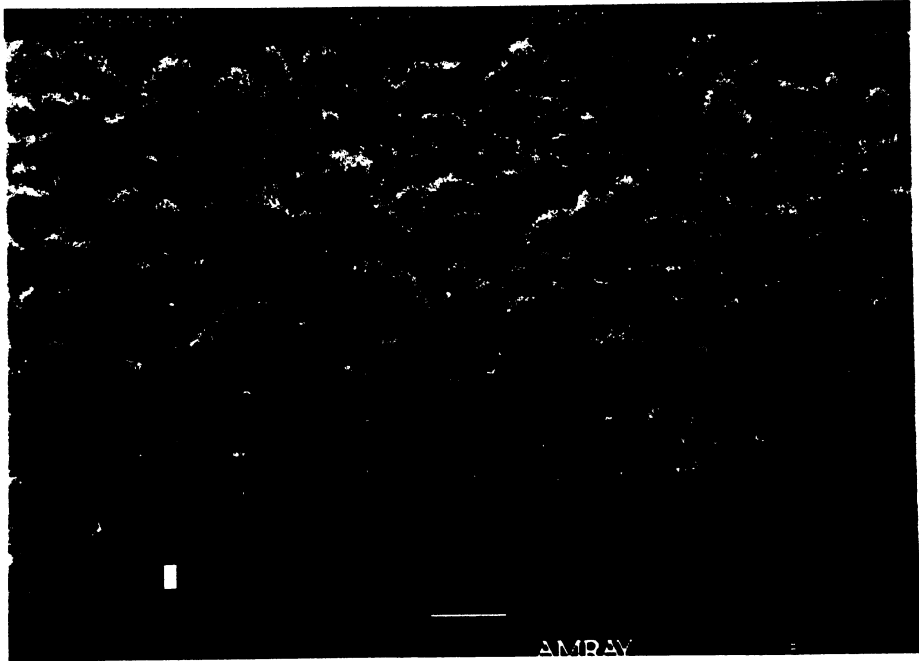


圖 6

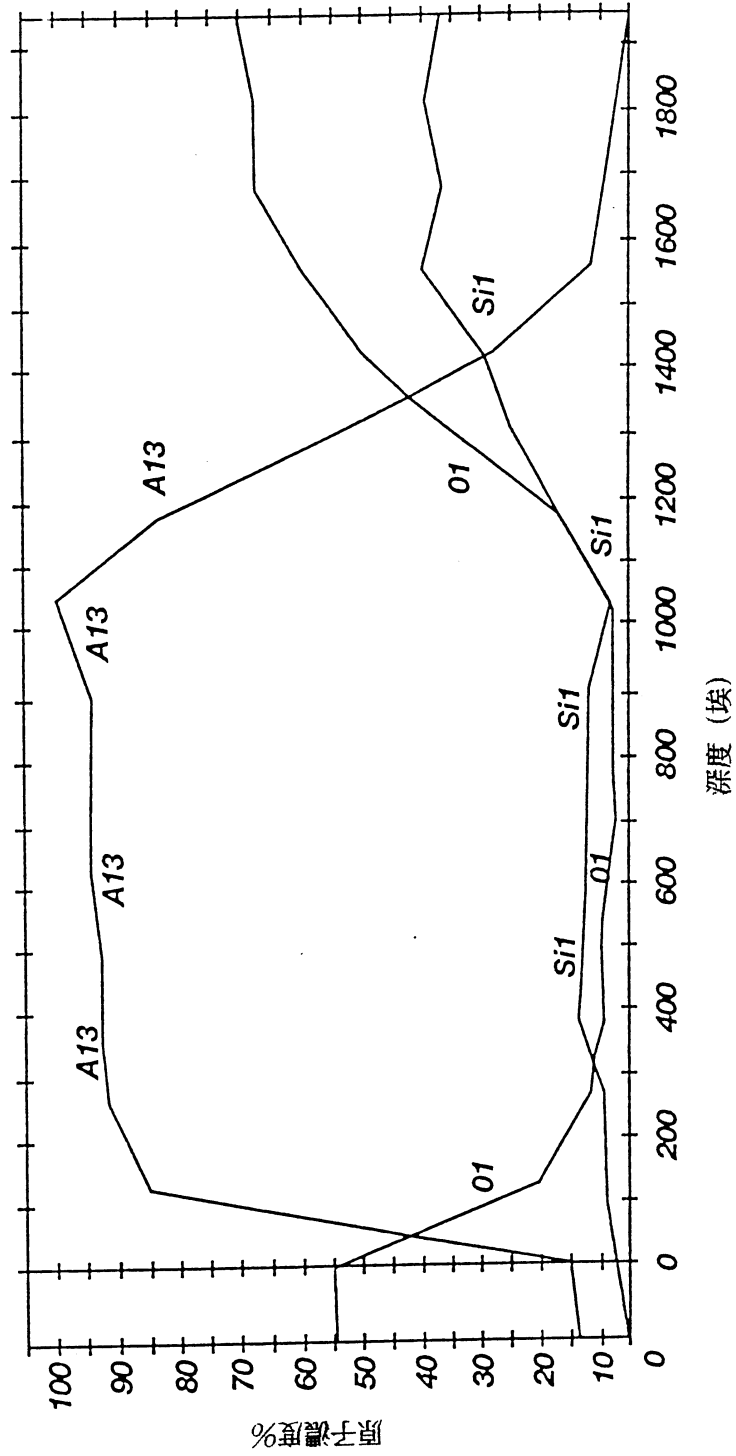


圖 7

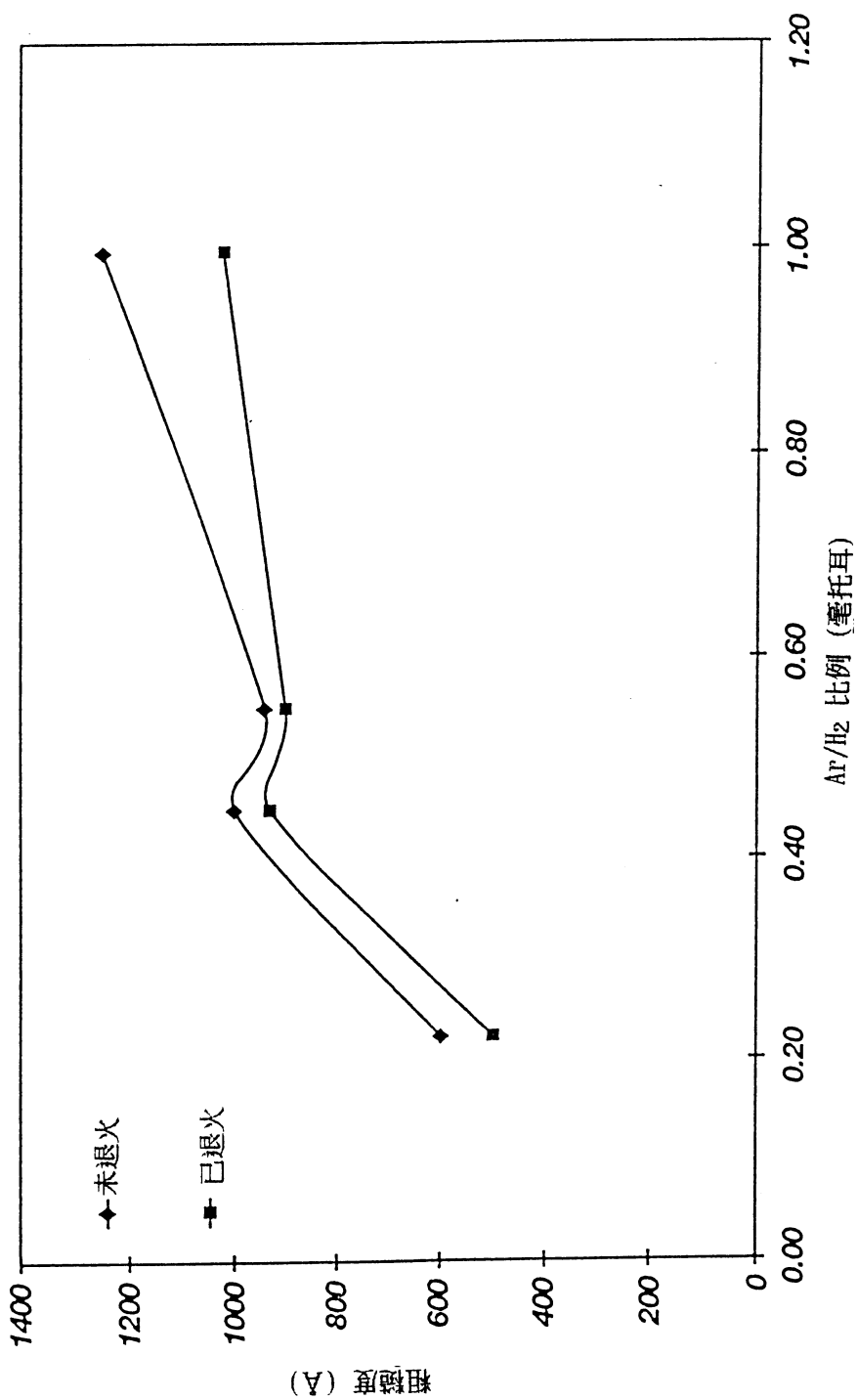


圖 8

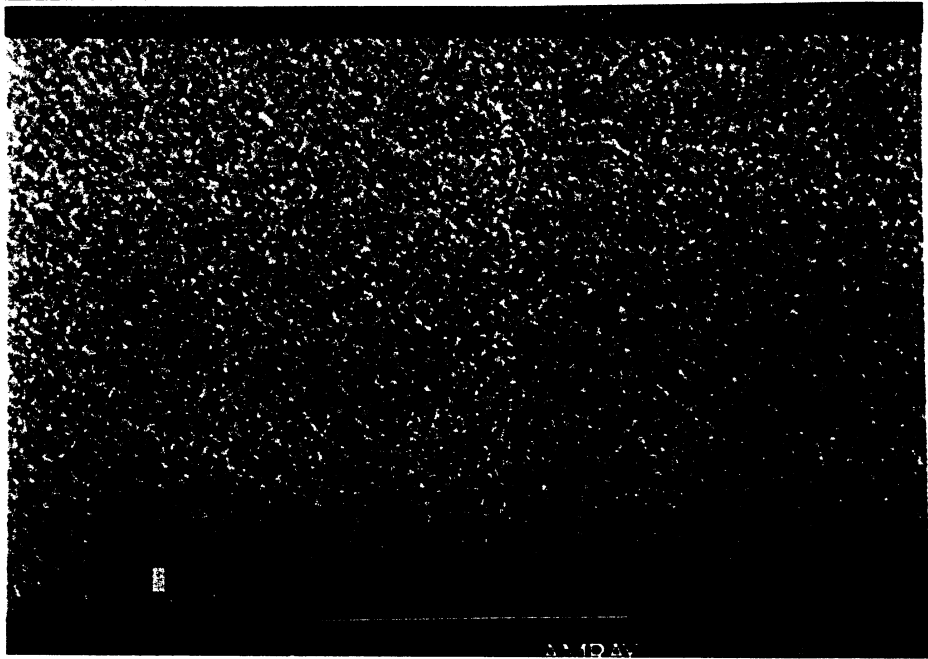


圖 9

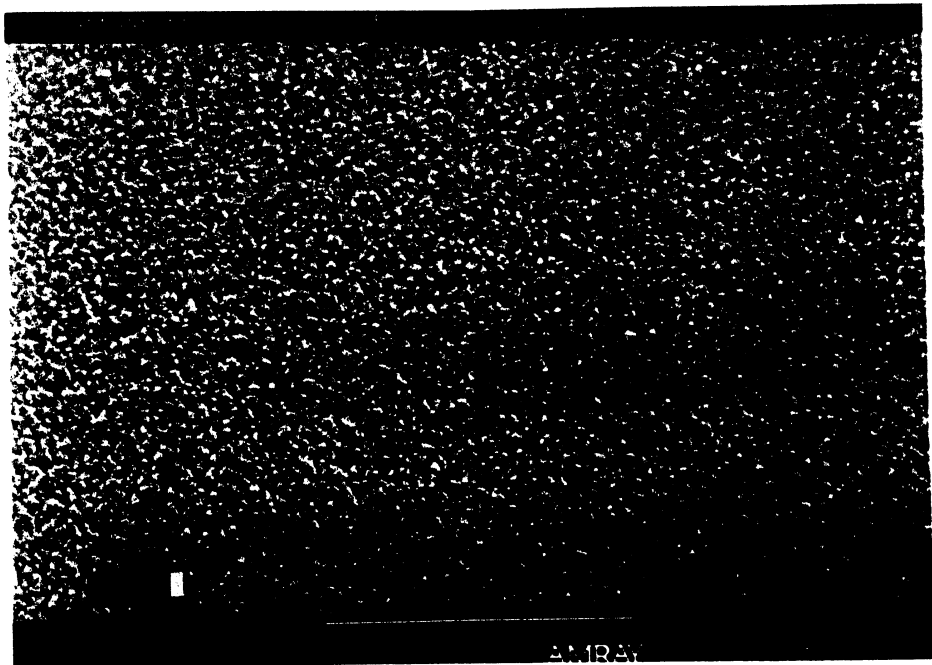


圖 10

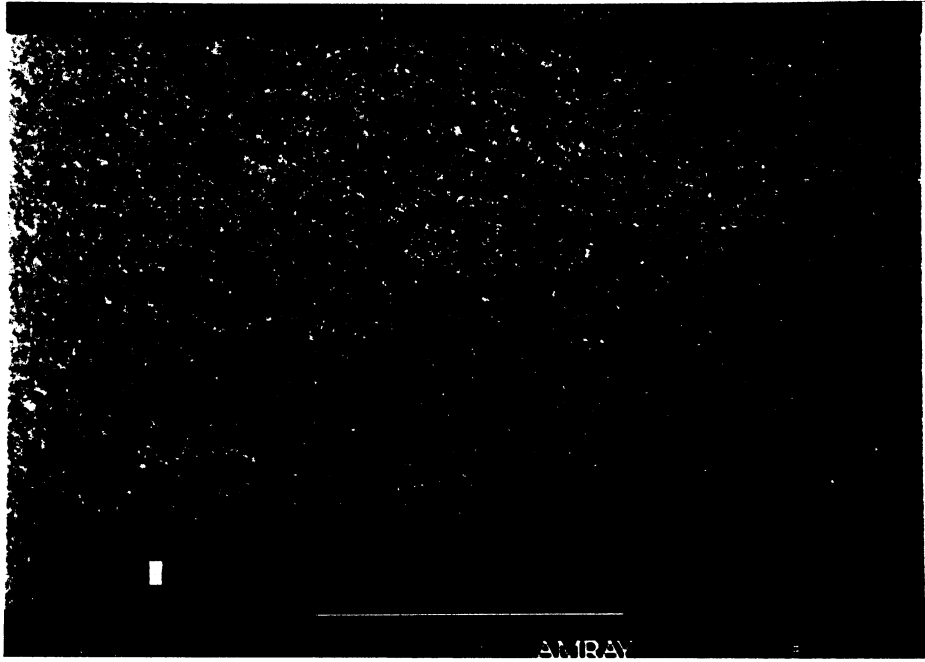


圖 11

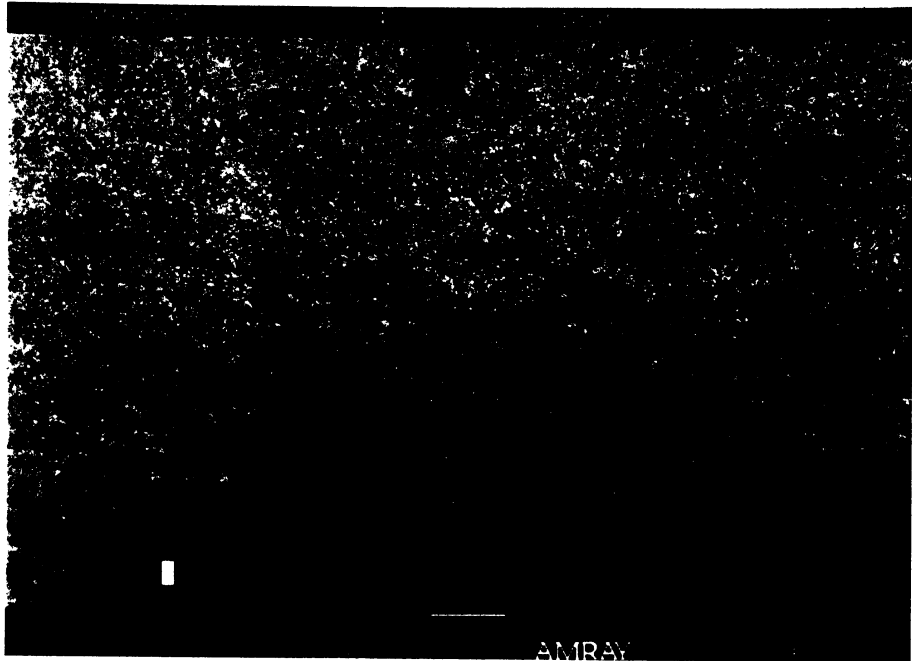


圖 12

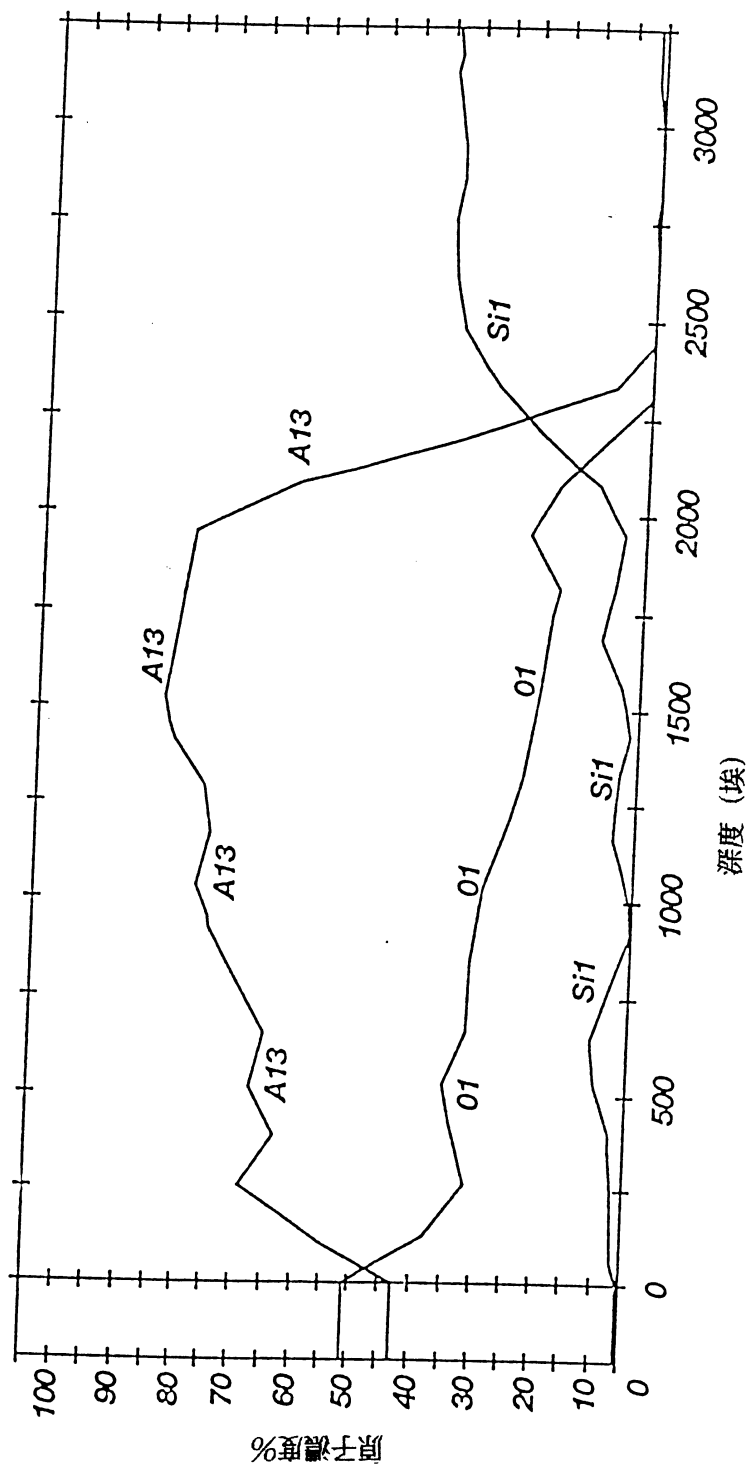


圖 13

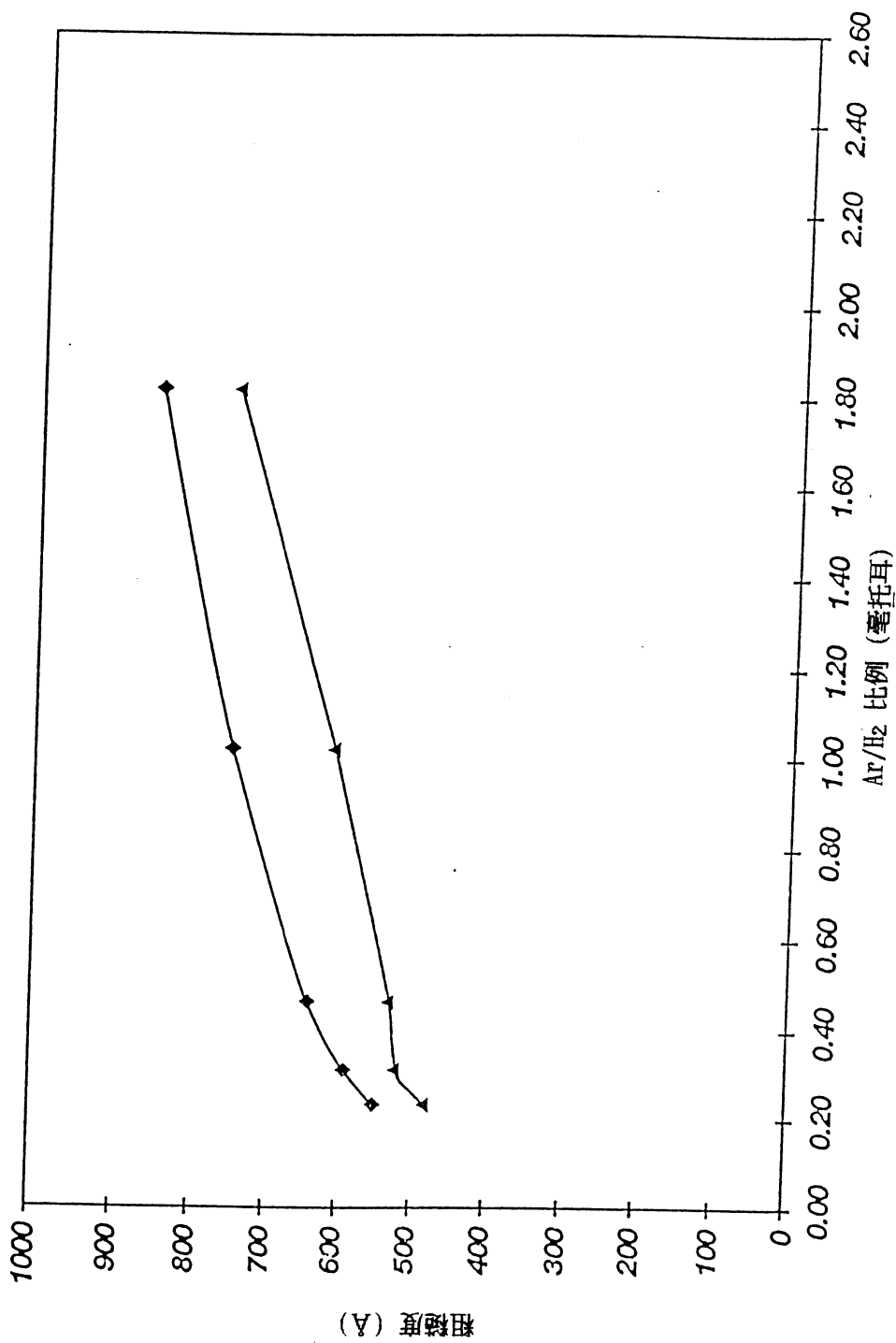


圖 14

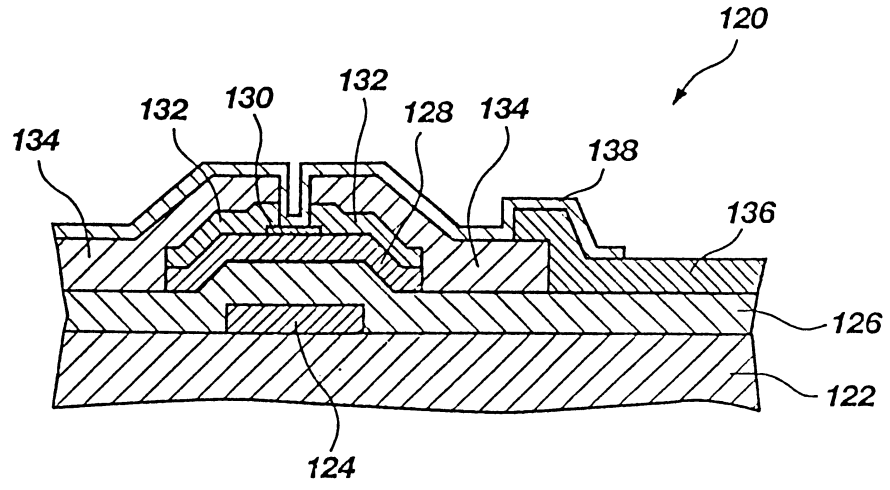


圖 15

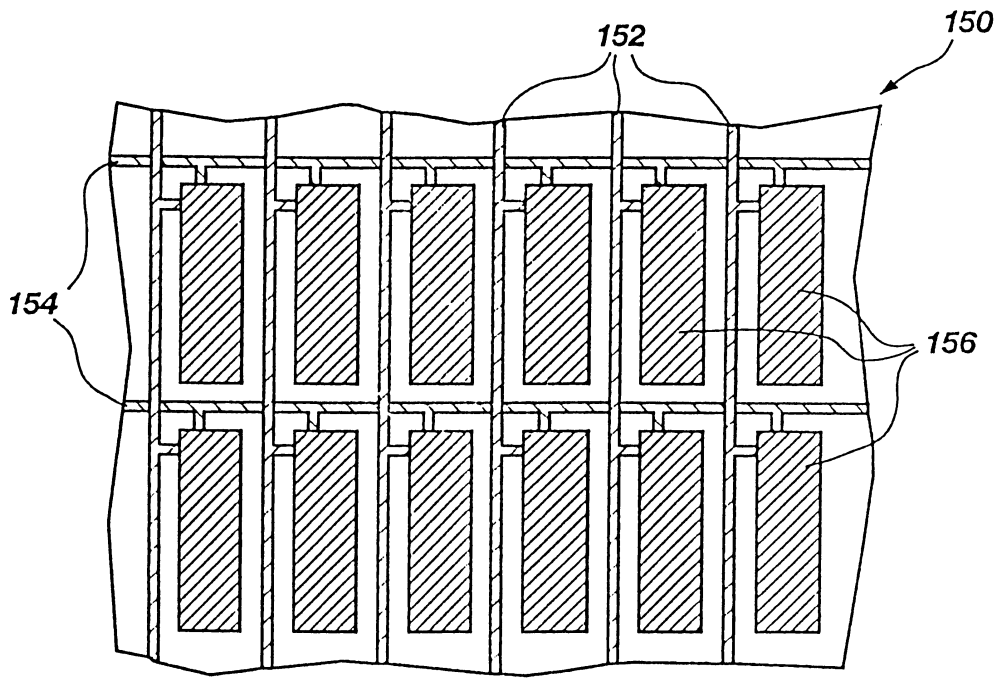


圖 16

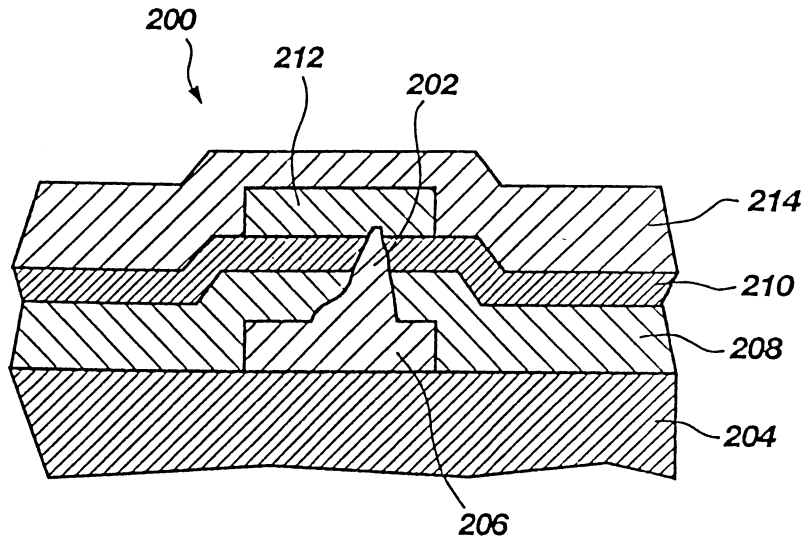
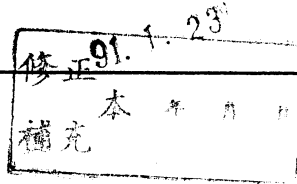


圖 17



五、發明說明 (4)

有：加入諸如 Ta、Co、Ni，或相似者在鋁中有限量之溶解度的元素（然而，其通常僅止於減少而無法消除小丘形成）；沉積一層鎢或鈦於鋁膜的頂端或下面（然而，其係要求額外的加工步驟）；鋁膜鋪以一層或多層鈦（然而，其將增加膜之電阻係數）；以及使用抗小丘之諸如鎢或鈾等耐高溫金屬膜，而不使用上述的鋁（然而如前所述，這些耐高溫金屬係不具成本效益，且在高性能 ICs 及 AMLCDs 的使用具有過高的電阻係數）。

特別是在 AMLCDs 中，更特別地是在薄膜電晶體液晶顯示器(TFT-LCD)中，消費者將要求更大的螢幕、更高的解析度以及更高的對比。當 TFT-LCD 應消費者的要求而生時，對於具有低電阻係數及抗高小丘形成抗性之金屬線的要求將變得重要。

因此，發展一種含鋁材料能抗小丘形成，並發展一種技術，其於半導體基板上形成含鋁膜且實質無小丘，同時使用不貴而市售可得且廣泛實施的半導體裝置製造技術和設備，而不需複雜的處理步驟，將是有利的。

本發明之揭示

本發明係有關於在鋁或鋁合金濺鍍沉積於一包括但非僅限定於此之玻璃、石英、氧化鋁、矽、氧化物、塑膠或相似者之半導體基板上的過程中，將氫氣或氫氣／氧氣混合物伴隨著氬氣導入濺鍍沉積真空腔室的方法，以及有關於從其得來之含鋁膜。

本發明之第一個方法牽涉到使用最好為磁控濺鍍沉積

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

修正 91. 1. 23
 本 A5 年 月 日
 補充 B5

四、中文發明摘要（發明之名稱：)

使用氫和氧氣濺鍍沉積含鋁膜的方法與從其得來之含鋁膜

一含鋁膜包括有氧成分於膜中。該含鋁膜係於鋁或鋁合金濺鍍沉積於半導體基板上之過程中，將伴有氫氣的氫氣或伴有氫氣的氫氣／氧氣導入濺鍍沉積真空腔室內。所形成之含鋁膜係無小丘並具有低電阻係數、與純鋁比較相對較小的粗糙度、優良的機械強度以及低殘留應力。

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

英文發明摘要（發明之名稱： Method of Using hydrogen and Oxygen Gas in Sputter Deposition of Alumium-Containing Films and Alumium-Containing Films Derived therefrom)

Aluminum-containing films include an oxygen content within the films. The aluminum-containing films are formed by introducing hydrogen gas with argon or hydrogen gas/oxygen gas along with argon gas into a sputter deposition vacuum chamber during the sputter deposition of aluminum or aluminum alloys onto a semiconductor substrate. The aluminum-containing films so formed are hillock-free and have low resistivity, relatively low roughness compared to pure aluminum, good mechanical strength, and low residual stress.

訂

線

六、申請專利範圍

1.一種具有實質上無小丘之含鋁膜的電子元件，其基本上係由該膜中具有介於一微量與 30%(原子濃度)間之氧成分的鋁所構成。

2.如申請專利範圍第 1 項之電子元件，其中該膜中之該含氧量係介於微量至 12% (原子濃度)。

3.如申請專利範圍第 1 項之電子元件，其中該膜中之該含氧量係介於 12%至 30% (原子濃度)。

4.如申請專利範圍第 1 項之電子元件，其中該電子元件包括了一薄膜電晶體。

5.如申請專利範圍第 1 項之電子元件，其中該電子元件包括了一主動矩陣液晶顯示器。

6.一種形成實質上無小丘之含鋁膜的方法，其包括：
將一基板置入真空沉積腔室中，該真空沉積腔室包括有含鋁靶於其中；

將該真空沉積腔室抽真空；

施加電場於該含鋁靶與該基板之間；以及

將氬氣及氫氣導入該真空沉積腔室中。

7.如申請專利範圍第 6 項之方法，其進一步包括有維持該真空沉積腔室在介於 1.0 及 2.5 毫托耳之間的壓力。

8.如申請專利範圍第 6 項之方法，其中該氬氣係以介於每分鐘 50 至 90 標準立方公分的速率輸入該真空沉積腔室。

9.如申請專利範圍第 6 項之方法，其中該氬氣係以介於每分鐘 90 至 600 標準立方公分的速率輸入該真空沉積腔

六、申請專利範圍

室。

10.一種形成實質上無小丘之含鋁膜的方法，其包括：
將一基板置入真空沉積腔室中，該真空沉積腔室包括有含鋁靶於其中；

將該真空沉積腔室抽真空；

施加電場於該含鋁靶與該基板之間；以及

將氫氣、氬氣及氧氣導入該真空沉積腔室中。

11.如申請專利範圍第 10 項之方法，進一步包括有維持該真空沉積腔室在介於 0.5 及 2.5 毫托耳之間的壓力。

12.如申請專利範圍第 10 項之方法，其中該氫氣係以介於每分鐘 25 至 90 標準立方公分的速率輸入該真空沉積腔室。

13.如申請專利範圍第 10 項之方法，其中該氬氣係以介於每分鐘 50 至 400 標準立方公分的速率輸入該真空沉積腔室。

14.如申請專利範圍第 10 項之方法，其中該氧氣係以介於每分鐘 0.25 至 2 標準立方公分的速率輸入該真空沉積腔室。

15.如申請專利範圍第 10 項之方法，其中氫氣對氬氣的比例介於 1：1 至 1：6 之間。

16.如申請專利範圍第 10 項之方法，其中施加於該含鋁靶與該基板之間的電場，包括將一極性的直流電功率施加於該含鋁靶，而另一相反極性的直流電功率則施加於該基板。

六、申請專利範圍

17.如申請專利範圍第 16 項之方法，其中該直流電功率係介於 1 至 4 千瓦。

18.一種具有至少一個由實質上無小丘之含鋁膜所形成之導電元件的半導體裝置，該實質上無小丘含鋁膜基本上係由該膜中具有介於一微量與 30%(原子濃度)間之氧成分的鋁所構成。

19.如申請專範圍第 18 項之半導體裝置，其中該實質上無小丘含鋁膜的該氧成分在該膜中係介於微量至 12% (原子濃度) 之間。

20.如申請專範圍第 18 項之半導體裝置，其中該實質上無小丘含鋁膜的該氧成分在該膜中係介於 12%至 30% (原子濃度) 之間。

21.如申請專範圍第 18 項之半導體裝置，其中該實質上無小丘含鋁膜，係以包括在氫氣存在下濺鍍沉積一含鋁金屬於一基板上之方法所形成。

22.如申請專範圍第 18 項之半導體裝置，其中該實質上無小丘含鋁膜，係以包括在氫氣及氧氣存在下濺鍍沉積一含鋁金屬於一基板上之方法所形成。

23.一種具有至少一個由實質上無小丘之含鋁膜所形成之導電元件的半導體裝置，其中該實質上無小丘含鋁膜由包括以下方法所形成：

將一基板置入真空沉積腔室中，該真空沉積腔室包括有含鋁靶於其中；

將該真空沉積腔室抽真空；

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

六、申請專利範圍

施加電場於該含鋁靶與該基板之間；以及
將氫氣及氫氣導入該真空沉積腔室中。

24.如申請專利範圍第 23 項之半導體裝置，進一步包括有維持該真空沉積腔室在介於 1.0 及 2.5 毫托耳之間的壓力。

25.如申請專利範圍第 23 項之半導體裝置，其中該氫氣係以介於每分鐘 50 至 90 標準立方公分的速率輸入該真空沉積腔室。

26.如申請專利範圍第 23 項之半導體裝置，其中該氫氣係以介於每分鐘 90 至 600 標準立方公分的速率輸入該真空沉積腔室。

27.一種具有至少一個由實質上無小丘之含鋁膜所形成之導電元件的半導體裝置，其中該實質上無小丘含鋁膜由包括以下方法所形成：

將一基板置入真空沉積腔室中，該真空沉積腔室包括有含鋁靶於其中；

將該真空沉積腔室抽真空；

施加電場於該含鋁靶與該基板之間；以及

將氫氣、氫氣及氧氣導入該真空沉積腔室中。

28.如申請專利範圍第 27 項之半導體裝置，進一步包括有維持該真空沉積腔室在介於 0.5 及 2.5 毫托耳之間的壓力。

29.如申請專利範圍第 27 項之半導體裝置，其中該氫氣係以介於每分鐘 25 至 90 標準立方公分的速率輸入該真

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

六、申請專利範圍

空沉積腔室。

30.如申請專利範圍第 27 項之半導體裝置，其中該氫氣係以介於每分鐘 50 至 400 標準立方公分的速率輸入該真空沉積腔室。

31.如申請專利範圍第 27 項之半導體裝置，其中該氧氣係以介於每分鐘 0.25 至 2 標準立方公分的速率輸入該真空沉積腔室。

32.如申請專利範圍第 23 或 27 項之半導體裝置，其中氫氣對氧氣的比例介於 1：1 至 1：6 之間。

33.如申請專利範圍第 23 或 27 項之半導體裝置，其中施加於該含鋁靶與該基板之間的電場，包括將一極性的直流電功率施加於該含鋁靶，而另一相反極性的直流電功率則施加於該基板。

34.如申請專利範圍第 33 項之半導體裝置，其中該直流電功率係介於 1 至 4 千瓦。

35.一種具有至少一個由實質上無小丘之含鋁膜所形成之導電元件的平面顯示器，其中該實質上無小丘含鋁膜基本上係由該膜中具有介於一微量與 30%(原子濃度)間之氧成分的鋁所構成。

36.如申請專範圍第 35 項之平面顯示器，其中該實質上無小丘含鋁膜的該氧成分在該膜中係介於微量至 12% (原子濃度) 之間。

37.如申請專範圍第 35 項之平面顯示器，其中該實質上無小丘含鋁膜的該氧成分在該膜中係介於 12%至 30% (

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

約

六、申請專利範圍

原子濃度)之間。

38.如申請專範圍第 35 項之平面顯示器，其中該實質上無小丘含鋁膜係以包括有在氫氣存在下濺鍍沉積一含鋁金屬於一基板上之方法所形成。

39.如申請專範圍第 35 項之平面顯示器，其中該實質上無小丘含鋁膜係以包括有在氫氣及氧氣存在下濺鍍沉積一含鋁金屬於一基板上之方法所形成。

40.一種具有至少一個由實質上無小丘之含鋁膜所形成之導電元件的平面顯示器，其中該實質上無小丘含鋁膜由包括以下方法所形成：

將一基板置入真空沉積腔室中，該真空沉積腔室包括有含鋁靶於其中；

將該真空沉積腔室抽真空；

施加電場於該含鋁靶與該基板之間；以及

將氫氣及氫氣導入該真空沉積腔室中。

41.如申請專利範圍第 40 項之平面顯示器，進一步包括有維持該真空沉積腔室在介於 1.0 及 2.5 毫托耳之間的壓力。

42.如申請專利範圍第 40 項之平面顯示器，其中該氫氣係以介於每分鐘 50 至 90 標準立方公分的速率輸入該真空沉積腔室。

43.如申請專利範圍第 40 項之平面顯示器，其中該氫氣係以介於每分鐘 90 至 600 標準立方公分的速率輸入該真空沉積腔室。

六、申請專利範圍

44.一種具有至少一個由實質上無小丘之含鋁膜所形成之導電元件的平面顯示器，其中該實質上無小丘含鋁膜之形成方法包括有：

將一基板置入真空沉積腔室中，該真空沉積腔室包括有含鋁靶於其中；

將該真空沉積腔室抽真空；

施加電場於該含鋁靶與該基板之間；以及

將氫氣、氬氣及氧氣導入該真空沉積腔室中。

45.如申請專利範圍第 44 項之平面顯示器，進一步包括有維持該真空沉積腔室在介於 0.5 及 2.5 毫托耳之間的壓力。

46.如申請專利範圍第 44 項之平面顯示器，其中該氬氣係以介於每分鐘 25 至 90 標準立方公分的速率輸入該真空沉積腔室。

47.如申請專利範圍第 46 項之平面顯示器，其中該氬氣係以介於每分鐘 50 至 400 標準立方公分的速率輸入該真空沉積腔室。

48.如申請專利範圍第 44 項之平面顯示器，其中該氧氣係以介於每分鐘 0.25 至 2 標準立方公分的速率輸入該真空沉積腔室。

49.如申請專利範圍第 40 或 46 項之平面顯示器，其中氬氣對氬氣的比例介於 1：1 至 1：6 之間。

50.如申請專利範圍第 40 或 46 項之平面顯示器，其中施加於該含鋁靶與該基板之間的電場，包括將一極性的直

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

六、申請專利範圍

流電功率施加於該含鋁靶，而另一相反極性的直流電功率則施加於該基板。

51.如申請專利範圍第 50 項之平面顯示器，其中該直流電功率係介於 1 至 4 千瓦。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂