

發明專利說明書

200529708

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：93100122

※ 申請日期：93.2.17 ※IPC 分類：H05K 1/05

壹、發明名稱：(中文/英文)

不具小凸起之鋁金屬層及其製造方法

HILLOCK-FREE ALUMINUM METAL LAYER AND METHOD OF FORMING THE
SAME

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

奇美電子股份有限公司

CHI MEI OPTOELECTRONICS CORP.

代表人：(中文/英文) 許文龍 SHI, WEN-LONG

住居所或營業所地址：(中文/英文)

744 台南縣台南科學工業園區新市鄉奇業路 1 號

No. 1, Chi-Yeh Rd., Shin-Shih Village, Tainan Science-Based Industrial Park,
Tainan County, Taiwan, R.O.C.

國 籍：(中文/英文) 中華民國 R.O.C.

參、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

尹瑞堂

YIN, JUI-TANG

住居所地址：(中文/英文)

台南縣新市鄉奇業路 1 號

No. 1, Chi-Yeh Rd., Tainan County, Taiwan, R.O.C.

國 籍：(中文/英文)

中華民國 R.O.C.

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種鋁金屬層，且特別是有關於一種不具小凸起之鋁金屬層(Hillock-Free Aluminum Layer)及其製造方法。

【先前技術】

在半導體製程中，一般係選用鉬(Molybdenum, Mo)、鉭(Tantalum, Ta)、鉻(Chromium, Cr)、鎢(Tungsten, W)等金屬或合金做為金屬層之材料，然而，價格昂貴的鉬或鉻等金屬會使整個製程成本居高不下。地球上含量最豐富的金屬礦-鋁，不但容易取得，且價格便宜，一般多應用於金屬製程中，然而，若應用鋁材料於金屬製程中，在後續的高溫製程之後，會有表面小凸起或鋁尖凸(Hillock)的問題。

選用鋁的優點是：鋁具有低電阻係數，且與基板(Substrate)間有良好的附著性(Adhesion)，在蝕刻製程中亦表現出較佳的蝕刻特性(Etching Characteristics)。然而，使用熔點(Melting Point)較一般金屬低的鋁作為金屬，仍有其缺點。請參照第 1A 圖，其繪示金屬沉積於玻璃基板之示意圖。先在較低的溫度下(約 150°C)將金屬沉積在玻璃基板 102 上，因此玻璃基板 102 上有晶粒(Grain)104，晶粒 104 和晶粒 104 之間則有晶界(Grain Boundary)106 形成。當然，實際上的晶粒並不會如第 1A 圖一樣方正，在此係為了方便說明，而以整齊的方形晶粒表示。接著，將金屬層作退火(Anneal)處理，隨著溫度的升高，金屬層與基材都會因為受熱而膨脹，但兩者之間的熱膨脹係數(Thermal Expansion Coefficients)並不相同，如此會使得金屬層與基材之間產生相當大的不協調(Mismatch)，由

於金屬層與基材熱膨脹係數間差異的存在，會在兩者的介面處產生一個壓縮應力作用於金屬層，而金屬層為將此應力釋放而產生表面小凸起或尖凸(Hillock)，來消除金屬層與基材介面間的不協調。

使用鋁作為金屬層時，會有小凸起的問題產生。請參照第1B圖，其繪示退火後的鋁於玻璃基板之示意圖。退火過程的高溫，使鋁晶粒 104 和玻璃基板 102 均產生熱膨脹(Thermal Expansion)，由於鋁係附著在玻璃基板 102 上，但鋁的熱膨脹係數大於玻璃的熱膨脹係數，使鋁晶粒 104 受到極大的壓應力(Compressive Stress)，為使此壓應力舒緩，鋁原子會沿著晶界 106 擴散，進而累積成長，而在其上方形成小凸起或鋁尖凸(Hillock)110。這種在金屬層上形成的小凸起或鋁尖凸 110，會造成元件表面粗糙而造成漏電、短路或影響場效應(Field Effect)等情形。

一般有兩種常見的傳統做法，以解決小凸起或鋁尖凸的問題，方法如下：第一種傳統的解決方法，是在鋁中加入少許熔點更高的其他元素，如釹(Nd)、鈦(Ti)、鋯(Zr)、鉭(Ta)、矽(Si)、或銅(Cu)。由於非鋁元素無法和鋁互溶，因此當晶粒成長時，非鋁元素會轉移至晶界，而在晶界中聚集成一小顆粒，這些小顆粒會堵住晶界之通道，使鋁沿著晶界成長時，無法通過小顆粒而突出於晶粒上方，進而抑制小凸起之形成。其中，又以Kobelco 公司提出的鋁釹(Al-Nd)合金最為知名而被廣泛應用。然而，釹(Nd)為稀有金屬，成本昂貴，且因摻雜 Nd，需使用較慢的濺鍍速率(Sputtering Rate)以防止噴濺(Splash)之產生；更重要的是，釹具有高電阻值，使鋁釹合金的總電阻值高於鋁甚多，綜合上述，利用此法將使得成本增加且使得電阻值提高。

第二種方法係在鋁上方覆蓋一層高熔點的金屬層，以阻止

小凸起之成長。此做法係在玻璃基板之鋁晶粒上方，先鍍上一層熔點較高之金屬層，再進行退火。由於此金屬層像蓋子一樣，可蓋住晶界上方之出口，因此可阻擋鋁在晶界上方形成小凸起。其中常用之金屬層為鉻 (Chromium, Cr)、鉬 (Molybdenum, Mo)、鉭 (Tantalum, Ta)、鎢 (Tungsten, W) 等。如此，雖然維持鋁之低電阻係數、與基板間有良好的附著性、及在蝕刻製程中亦表現出較佳的蝕刻特性優點，但須提供另一非鋁金屬層製程，則增加成本。

本發明提供另一方法，只使用一鋁金屬層，將使其製作成本較上述二種方法低廉，並可抑制小凸起，提供不具小凸起之鋁金屬層 (Hillock-Free Aluminum Layer) 及其製造方法，同時，利用鋁本身具有低電阻係數、與基板間有良好的附著性、及在蝕刻製程中亦表現出較佳的蝕刻特性之優點。

根據上述，如何在一般半導體製程或在液晶顯示器之鋁金屬製程中，應用鋁以降低成本，但又可防制小凸起或鋁尖凸 (Hillock) 的產生，係為業界一重要研究目標。

【發明內容】

有鑑於此，本發明的目的就是在提供一種不具小凸起之鋁金屬層及其製造方法，利用熱膨脹係數介於基板和鋁之間的緩衝鋁層 (Barrier Aluminum Layer) 作為緩衝 (Buffering)，以抑制不平坦之小凸起或鋁尖凸 (Hillock) 的產生。不但使元件具良好的電傳導性質，更使製造成本大幅降低。

根據本發明的目的，提出一種不具小凸起之鋁金屬層，係於一基板上形成至少兩層的鋁層，此鋁金屬層包括：一緩衝鋁層 (Barrier Aluminum Layer)，形成於基板上；及一鋁層，形

成於緩衝鋁層之上方；其中，緩衝鋁層的組成可為氮化鋁 (Aluminum Nitride, AlN_x)、氧化鋁 (Aluminum Oxide, AlO_x) 或含氮氧化鋁 (Aluminum Oxide-Nitride, AlO_xNy)，或是以上三者相互搭配之多層式複合金屬層等，而且緩衝鋁層的熱膨脹係數 (Thermal Expansion Coefficient) 係小於鋁層的熱膨脹係數且大於基板的熱膨脹係數。其中，鋁層之厚度於 $1000 \text{ \AA}$ ~ $4500 \text{ \AA}$ 之間，且緩衝鋁層與鋁層之厚度比範圍約於 1:6~1:1 之間。

另外，為得到低電阻率 (Resistivity) 且可兼顧後續製程如蝕刻後的元件具有良好的剖面 (Profile)，緩衝鋁層之厚度係較佳地小於鋁層之厚度；其中，鋁層之厚度於 $1000 \text{ \AA}$ ~ $4500 \text{ \AA}$ 之間，且緩衝鋁層與鋁層之厚度比範圍約於 1:6~1:2 之間。

為讓本發明之上述目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【實施方式】

本發明之技術特點在於，在基板上先形成一緩衝鋁層，然後在緩衝鋁層上方再形成一鋁層。緩衝鋁層的熱膨脹係數 (Thermal Expansion Coefficient) 係小於鋁層的熱膨脹係數且大於基板的熱膨脹係數，以抑制小凸起 (Hillock) 之產生。

請參照第 2 圖，其繪示依照本發明一較佳實施例之可抑制小凸起之鋁層的示意圖。以玻璃基板 202 為例，其上方先形成一緩衝鋁層 204，例如是氮化鋁 (Aluminum Nitride, AlN_x)、氧化鋁 (Aluminum Oxide, AlO_x) 或含氮氧化鋁 (Aluminum Oxide-Nitride, AlO_xNy)，或是以上三者相互搭配之多層式複合金屬層等，然後再形成一鋁層 206 於緩衝鋁層 204 的上方。

其中，夾在玻璃基板 202 和鋁層 206 中間的緩衝鋁層 204，其熱膨脹係數亦在兩者之間，因此，在後續高溫製程中可抑制小凸起之形成。表一為退火前，鋁、氮化鋁、氧化鋁、含氮氧化鋁及三家廠商所提供的不同玻璃基板之熱膨脹係數和電阻率 (Resistivity)。

表一

	Corning (玻璃基板)		NHT (玻璃基板)			Asahi (玻璃基板)	鋁 (Al)	氮化鋁 (AlN)	氧化鋁 (Al ₂ O ₃)	含氮氧化鋁 (AlO _x N _y)
型號	1737	E2000	NA35	NA25	NA30	AN100				
熱膨脹係數 ($\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	37.8	32	37	26	32	38	231	45	81	45~81
電阻率(Ωcm)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.65×10^{-6}	5.6×10^{13}	2×10^{13}	2×10^{13} $\sim 5.6 \times 10^{13}$

於進行退火時，由於玻璃基板 202 與鋁層 206 的熱膨脹係數差異過大，導致小凸起在鋁層 206 表面形成，若於玻璃基板 202 與鋁層 206 間加一緩衝鋁層 204，由於緩衝鋁層 204 的熱膨脹係數介於玻璃基板 202 與鋁層 206 之間，以此配置可減緩玻璃基板 202 與鋁層 206 間的應力，使得最靠近玻璃基板的緩衝鋁層 204 具有類似緩衝(Buffering)的作用，因此，在退火後，可抑制小凸起在鋁層 206 表面形成。同時，為得到低電阻率 (Resistivity) 且可兼顧後續製程如蝕刻後的元件具有良好的剖面(Profile)，其緩衝鋁層 204 之厚度係較佳地小於鋁層 206 之厚度。

以下則針對本發明之鋁金屬層結構，做一系列實驗，於一鋁靶

材之真空艙(Vacuum Chamber)通入氬氣(Ar)濺鍍(Sputtering)可得到一鋁層，至於緩衝鋁層則以氬氣及氮氣(N₂)通入濺鍍可得到一氮化鋁層(AIN_x)，以氬氣及氧氣(O₂)通入濺鍍可得到一氧化鋁層(AlO_x)，以氬氣、氮氣及氧氣通入濺鍍可得到一含氮氧化鋁層(AlO_xN_y)，並經過退火溫度(Annealing Temperature)340°C，退火時間(Annealing Time)30 分鐘後，以掃描式電子顯微鏡(Scanning Electron Microscope)觀察鋁層上方是否有小凸起形成以及其剖面結構(Profile)。本發明部分實驗結果如表二所示。

表二

實驗	緩衝鋁層 膜厚(Å)	鋁層 膜厚(Å)	緩衝鋁層與 鋁層之膜厚 比	退火後是否 產生 小凸起	剖面結構 (Profile)
一	0	2000	0	是	-
二	200	2000	1:10	是	不佳
三	300	2000	1:6.7	是	不佳
四	400	2000	1:5	無	良好
五	500	2000	1:4	無	良好
六	600	2000	1:3.3	無	良好
七	1000	2000	1:2	無	良好
八	1500	2000	1:1.3	無	不佳
九	2000	2000	1:1	無	不佳
十	250	1800	1:7.2	是	不佳
十一	300	1800	1:6	無	良好
十二	900	1800	1:2	無	良好
十三	1800	1800	1:1	無	不佳

十四	300	2500	1:8.3	是	不佳
十五	400	2500	1:6.3	無	良好
十六	600	2500	1:4.2	無	良好
十七	700	2500	1:3.6	無	良好
十八	1250	2500	1:2	無	良好
十九	2500	2500	1:1	無	不佳
二十	600	4500	1:7.5	是	不佳
二十一	750	4500	1:6	無	良好
二十二	1500	4500	1:3	無	良好
二十三	2250	4500	1:2	無	良好
二十四	4500	4500	1:1	無	不佳

實驗一(對照組)

以成膜壓力 0.3 Pa，濺鍍(sputtering)單層鋁於玻璃基板上，其膜厚約為 2000 Å。經過退火溫度 340°C，退火時間 30 分鐘後，以掃描式電子顯微鏡 (Scanning electron microscope, SEM)觀察鋁層上方是否有小凸起形成。

觀察結果顯示：在沒有其他中間物做緩衝的情形下，鋁層在退火後會產生小凸起。

實驗二

在玻璃基板上，先以成膜壓力 0.5Pa，沈積一緩衝鋁層，本實驗分別針對氮化鋁層(AINx)、氧化鋁層(AIOx)及含氮氧化鋁層(AIOxNy)其膜厚約為 200Å。接著，以成膜壓力 0.3Pa，在緩衝鋁層上方沈積一鋁層，其膜厚約為 2000 Å。即此時緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:10，分別得到 200 Å 氮化鋁層(AINx)

上沈積一 2000 Å 之鋁層、200 Å 氧化鋁層 (AlOx) 上沈積一 2000 Å 之鋁層及 200 Å 含氮氧化鋁層 (AlOxNy) 上沈積一 2000 Å 之鋁層，經過退火溫度 340°C，退火時間 30 分鐘後，以掃描式電子顯微鏡 (Scanning electron microscope, SEM) 觀察鋁層上方是否有小凸起形成及其剖面結構 (Profile)。

觀察結果顯示：上述之 200 Å 氮化鋁層 (AlNx) 上沈積一 2000 Å 之鋁層、200 Å 氧化鋁層 (AlOx) 上沈積一 2000 Å 之鋁層及 200 Å 含氮氧化鋁層 (AlOxNy) 上沈積一 2000 Å 之鋁層，在 200 Å 之緩衝鋁層做緩衝的情形下，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:10，觀察鋁層在退火後會產生小凸起及其剖面結構，發現此膜厚比尚無法完全緩和基板與鋁層之應力且其剖面結構 (Profile) 不佳造成緩衝鋁層過蝕刻。

實驗三

如實驗二之方法，先在玻璃基板上沈積一緩衝鋁層，其膜厚約為 300 Å。接著，在緩衝鋁層上方沈積一鋁層，其膜厚約為 2000 Å，此時緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:6.7。

在退火溫度 340°C，回火時間 30 分鐘後，以掃描式電子顯微鏡 (SEM) 觀察鋁層上方，觀察鋁層在退火後會產生小凸起及其剖面結構，此膜厚比尚無法完全緩和基板與鋁層之應力且其剖面結構 (Profile) 不佳造成緩衝鋁層過蝕刻。

實驗四

如實驗二、三的方法，在實驗四中，係在玻璃基板上先沈積膜厚約為 400 Å 之一緩衝鋁層。接著，在緩衝鋁層上方沈積

膜厚約為 2000 Å 之一鋁層，此時之緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:5。觀察結果顯示：上述之 400 Å 氮化鋁層 (AlN_x) 上沈積一 2000 Å 之鋁層、400 Å 氧化鋁層 (AlO_x) 上沈積一 2000 Å 之鋁層及 400 Å 含氮氧化鋁層 (AlO_xN_y) 上沈積一 2000 Å 之鋁層，在 400 Å 之緩衝鋁層做緩衝的情形下，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:5，觀察鋁層在退火後小凸起可完全被抑制而無法產生，由此可知，此 1:5 之膜厚比可有效抑制基板與鋁層之應力且可得到良好之剖面結構。

實驗五—在玻璃基板上先沈積膜厚約 500 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 2000 Å 之鋁層，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:4，鋁層在退火後小凸起可完全被抑制而無法產生。

實驗六—在玻璃基板上先沈積膜厚約 600 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 2000 Å 之鋁層，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:3.3，鋁層在退火後小凸起可完全被抑制而無法產生且可得到良好之剖面結構。

實驗七—在玻璃基板上先沈積膜厚約 1000 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 2000 Å 之鋁層，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:2，鋁層在退火後小凸起可完全被抑制而無法產生且可得到良好之剖面結構。

實驗八—在玻璃基板上先沈積膜厚約 1500 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 2000 Å 之鋁層，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:1.3，鋁層在退火後小凸起可完全被抑制而無法產生但

其剖面結構因造成鋁層之過蝕刻使得緩衝鋁層蝕刻不足留下過長之緩衝鋁層。

實驗九—在玻璃基板上先沈積膜厚約 2000 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 2000 Å 之鋁層緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:1，鋁層在退火後小凸起可完全被抑制而無法產生但其剖面結構因造成鋁層之過蝕刻使得緩衝鋁層蝕刻不足留下過長之緩衝鋁層。同樣的，在實驗四~九中，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，發現小凸起可完全被抑制而無法產生。

實驗十一—同上述實驗二在玻璃基板上先沈積膜厚約 250 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 1800 Å 之鋁層，其中，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:7.2，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，在退火後會產生小凸起，此膜厚比尚無法完全緩和基板與鋁層之應力且其剖面結構(Profile)不佳造成緩衝鋁層過蝕刻。

實驗十一—在玻璃基板上先沈積膜厚約 300 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 1800 Å 之鋁層，其中，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:6，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，發現小凸起可完全被抑制而無法產生，且可得到良好之剖面結構。。

實驗十二—在玻璃基板上先沈積膜厚約 900 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 1800 Å 之鋁層，其中，緩衝鋁層與鋁層

之膜厚比為 1:2，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，發現小凸起可完全被抑制而無法產生，且可得到良好之剖面結構。

實驗十三—在玻璃基板上先沈積膜厚約 1800 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 1800 Å 之鋁層，其中，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:1，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，發現小凸起可完全被抑制而無法產生，但其剖面結構因造成鋁層之過蝕刻使得緩衝鋁層蝕刻不足留下過長之緩衝鋁層。

實驗十四—在玻璃基板上先沈積膜厚約 300 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 2500 Å 之鋁層，其中，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:8.3，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，在退火後會產生小凸起，此膜厚比尚無法完全緩和基板與鋁層之應力，且其剖面結構(Profile)不佳造成緩衝鋁層過蝕刻。

實驗十五—在玻璃基板上先沈積膜厚約 400 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 2500 Å 之鋁層，其中，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:6.3，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，發現小凸起可完全被抑制而無法產生，且可得到良好之剖面結構。

實驗十六—在玻璃基板上先沈積膜厚約 600 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 2500 Å 之鋁層，其中，緩衝鋁層與鋁層

之膜厚比為 1:4.2，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，發現小凸起可完全被抑制而無法產生，且可得到良好之剖面結構。

實驗十七—在玻璃基板上先沈積膜厚約 700 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 2500 Å 之鋁層，其中，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:3.6，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，發現小凸起可完全被抑制而無法產生，且可得到良好之剖面結構。

實驗十八—在玻璃基板上先沈積膜厚約 1250 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 2500 Å 之鋁層，其中，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:2，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，發現小凸起可完全被抑制而無法產生，且可得到良好之剖面結構。

實驗十九—在玻璃基板上先沈積膜厚約 2500 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 2500 Å 之鋁層，其中，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:1，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，發現小凸起可完全被抑制而無法產生，但其剖面結構因造成鋁層之過蝕刻使得緩衝鋁層蝕刻不足留下過長之緩衝鋁層。

實驗二十一—在玻璃基板上先沈積膜厚約 600 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 4500 Å 之鋁層，其中，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:7.5，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，

再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，在退火後會產生小凸起，此膜厚比尚無法完全緩和基板與鋁層之應力，且其剖面結構(Profile)不佳造成緩衝鋁層過蝕刻。

實驗二十一—在玻璃基板上先沈積膜厚約 750 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 4500 Å 之鋁層，其中，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:6，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，發現小凸起可完全被抑制而無法產生，且可得到良好之剖面結構。

實驗二十二—在玻璃基板上先沈積膜厚約 1500 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 4500 Å 之鋁層，其中，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:3，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，發現小凸起可完全被抑制而無法產生，且可得到良好之剖面結構。

實驗二十三—在玻璃基板上先沈積膜厚約 2250 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 4500 Å 之鋁層，其中，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:2，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，發現小凸起可完全被抑制而無法產生，且可得到良好之剖面結構。

實驗二十四—在玻璃基板上先沈積膜厚約 4500 Å 之緩衝鋁層，再沈積膜厚約為 4500 Å 之鋁層，其中，緩衝鋁層與鋁層之膜厚比為 1:1，亦以溫度 340°C、時間 30 分鐘進行退火，再以掃描式電子顯微鏡(SEM)觀察鋁層上方，發現小凸起可完

全被抑制而無法產生，但其剖面結構因造成鋁層之過蝕刻使得緩衝鋁層蝕刻不足留下過長之緩衝鋁層。

綜合上述實驗可知，欲形成不具小凸起之鋁金屬層，此鋁金屬層係包括：一緩衝鋁層，形成於基板上及一鋁層形成於緩衝鋁層之上方；其中，鋁層之厚度於 $1000 \text{ \AA} \sim 4500 \text{ \AA}$ 之間，且該緩衝鋁層可有效抑制基板與鋁層因熱膨脹係數差異過大造成之應力，而且該緩衝鋁層的組成可為氮化鋁(AlN_x)、氧化鋁(AlO_x)或含氮氧化鋁(AlO_xN_y)，而且緩衝鋁層與鋁層之厚度比範圍約於 1:6~1:1 之間。

另外，由表二之一系列實驗可知：欲得到良好的剖面(Profile)，緩衝鋁層之厚度係較佳地小於鋁層之厚度；其中，鋁層之厚度於 $1000 \text{ \AA} \sim 4500 \text{ \AA}$ 之間，且緩衝鋁層與鋁層之厚度比範圍約於 1:6~1:2 之間。

雖然，在上述實施例中係以一層鋁層為例做說明，但本發明並不以此為限，也可以是二、三、四、五層或更多層鋁層，只要在玻璃基板和鋁層之間以一緩衝鋁層緩衝，即可達到抑制小凸起之效果。甚至在實際應用時，本發明之鋁層處亦可依需要而添加其他元素。而且關於緩衝鋁層亦可以複合層之方式行之，例如因不同的氮含量所形成之第一氮化鋁、第二氮化鋁、第三氮化鋁等，同樣的因不同的氧含量所形成之第一氧化鋁、第二氧化鋁、第三氧化鋁等；另外因不同的氧、氮含量所形成之第一含氮氧化鋁、第二含氮氧化鋁、第三含氮氧化鋁等；同時亦可由氮化鋁與氧化鋁、氮化鋁與含氮氧化鋁、氧化鋁與含氮氧化鋁、氮化鋁與氧化鋁與含氮氧化鋁等，以上三者相互搭配之多層式複合緩衝鋁層。

本發明上述實施例所揭露之不具小凸起之鋁金屬層，其優點是：成本較傳統使用鉬或鉻等材料要大幅降低，製程簡易，且可有效抑制小凸起的產生，因此，不會造成後續沉積他層的不平坦，使元件的電子特性更穩定。

本發明之不具鋁尖凸之金屬層，可應用於一電子元件，以作為一導電圖案如電極、導線等。以下則以一薄膜電晶體(Thin film transistor)為例，說明應用本發明形成其金屬閘極。第 3 圖繪示一薄膜電晶體之底閘極(bottom gate)之剖面示意圖。首先，提供一基板 300，且於基板 300 上方沉積一閘極層，並利用微影與蝕刻技術圖案化閘極層，以形成一閘極 310。其中，閘極層的沈積方法如前述之方法，先沉積一緩衝鋁層，然後，在緩衝鋁層上方沉積一鋁層。其中，緩衝鋁層與鋁層之厚度比範圍約於 1:6~1:2 之間，經過蝕刻製程後，可得到良好剖面結構。接著，在鋁層上方沉積一金屬鉬(Mo)層或氮化鉬(MoN)層，膜厚範圍約在 300Å~1200 Å 之間。

接著，於閘極 310 上方形成一閘極絕緣層 320。然後，利用沈積、微影和蝕刻製程，形成一非晶矽層 330 與一歐姆接觸層(Ohmic Contact layer)340 於閘極絕緣層 320 之上。

接著，形成一汲極 360 與一源極 365。形成方法是先將一金屬層，如鉻、鋁等金屬，沉積於整個基板 300 之上，並利用微影與蝕刻製程，對金屬層進行圖案化的步驟，則於閘極上方的金屬層中，形成一暴露非晶矽層 330 的開口，此時，一汲極 360 與一源極 365 亦形成。其中汲極 360 及源極 365 係以一通道隔開。

然後，沉積一保護層 370 於整個基板 300 之上，並藉由微影與蝕刻步驟，形成一開口於保護層 370 中，以暴露汲極 360。

最後，一透明電極層 380 覆蓋於保護層 370 之上，並填滿暴露至汲極 360 的開口，同樣的，再利用微影與蝕刻製程，圖案化透明電極層 380。

當然，電子元件的種類十分多樣，而薄膜電晶體亦有許多不同之製程，上述只是其中一實施例，因此應用本發明作為閘極之方法並不以上述為限，甚至可將此法應用於汲極與源極金屬層。而應用本發明所製成之電子元件，不但成本大幅降低，亦可有效抑制小凸起或鋁尖凸的產生，其總阻值也較傳統完全使用鋁鉍合金要來得低，對元件的電子特性有正面助益。

綜上所述，雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1A 圖繪示金屬沉積於玻璃基板之示意圖；

第 1B 圖繪示退火後的鋁於玻璃基板之示意圖；

第 2 圖繪示依照本發明一較佳實施例之可抑制小凸起之鋁層的示意圖；及

第 3 圖繪示一薄膜電晶體之底面板之剖面示意圖。

【圖式標號說明】

102、202、300：基板

104：晶粒(Grain)

- 106：晶界(Grain Boundary)
- 110：小凸起或鋁尖凸(Hillock)
- 204：緩衝鋁層(Barrier Aluminum Layer)
- 206：鋁層
- 310：閘極
- 320：閘極絕緣層
- 330：非晶矽層
- 340：歐姆接觸層
- 360：汲極
- 365：源極
- 370：保護層
- 380：透明電極層

伍、中文發明摘要：

一種不具小凸起之鋁金屬層及其製造方法，先在基板上形成一緩衝鋁層(Barrier Aluminum Layer)，再以一鋁層覆蓋其上，利用熱膨脹係數介於基板和鋁之間的緩衝鋁層作為緩衝，以抑制不平坦之小凸起或鋁尖凸(Hillock)的產生，不但使元件具有良好的電子穩定性，更使製造成本大幅降低。

陸、英文發明摘要：

A hillock-free aluminum metal layer and method of forming the same are provided. A barrier aluminum layer is first formed on the substrate, and then an aluminum layer is formed over the barrier aluminum layer. The thermal expansion coefficient (CTE) of the barrier aluminum layer is between the CTE of the substrate and the CTE of the aluminum layer (i.e. $CTE_{sub.} < CTE_{b. Al} < CTE_{Al}$), so as to be a barrier layer for inhibiting the occurrence of hillocks. The electrical product manufactured according to the invention has a great reliability, and the manufacturing cost thereof is also decreased.

拾、申請專利範圍：

1. 一種不具小凸起之鋁金屬層，係於一基板上形成至少兩層的鋁層，該鋁金屬層包括：

一緩衝鋁層，形成於該基板上；及

一鋁層，形成於該緩衝鋁層之上方；

其中，該緩衝鋁層的熱膨脹係數(Thermal Expansion Coefficient)係小於該鋁層的熱膨脹係數。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋁金屬層，其中該緩衝鋁層至少包括一氮化鋁(AlN_x)、氧化鋁(AlO_x)或含氮氧化鋁(AlO_xN_y)。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之鋁金屬層，其中該鋁層之厚度於 $1000 \text{ \AA} \sim 4500 \text{ \AA}$ 之間，且該緩衝鋁層與該鋁層之厚度比範圍約於 1:6~1:1 之間。

4. 一種電子元件，具有一導電圖案，其中該導電圖案至少包括：

一緩衝鋁層，形成於該基板上；及

一鋁層，形成於該緩衝鋁層之上方；

其中，該緩衝鋁層的熱膨脹係數(Thermal Expansion Coefficient)係小於該鋁層的熱膨脹係數。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述之電子元件，其中該導電圖案為一電極圖形。

6. 如申請專利範圍第 4 項所述之電子元件，其中該導電圖案為一導線圖形。

7. 如申請專利範圍第 4 項所述之電子元件，其中該緩衝鋁層至少包括一氮化鋁(AlN_x)、氧化鋁(AlO_x)或含氮氧化鋁(AlO_xN_y)。

8. 如申請專利範圍第 4 項所述之電子元件，其中該鋁層之厚度於 $1000 \text{ \AA} \sim 4500 \text{ \AA}$ 之間，且該緩衝鋁層與該鋁層之厚度比範圍約於 1:6~1:2 之間。

9. 一種不具小凸起之鋁金屬層之製造方法，用以避免產生不平坦之鋁尖凸(hillock)，其中，該金屬層係位於一基板上，至少包括兩層之鋁層，該製造方法包括步驟：

形成一緩衝鋁層於該基板上；以及

形成一鋁層於該緩衝鋁層之上方；

其中該鋁層之厚度於 $1000 \text{ \AA} \sim 4500 \text{ \AA}$ 之間，且該緩衝鋁層之厚度與該鋁層之厚度比範圍約於 1:6~1:1 之間。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之製造方法，其中該緩衝鋁層的熱膨脹係數(Thermal Expansion Coefficient)係小於該鋁層的熱膨脹係數，但大於該基板的熱膨脹係數。

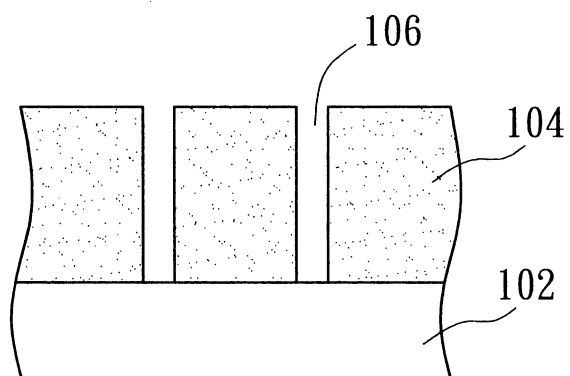
11. 如申請專利範圍第 9 項所述之製造方法，其中該緩衝鋁層至少包括一氮化鋁(AlN_x)、氧化鋁(AlO_x)或含氮氧化鋁(AlO_xN_y)。

12. 一種薄膜電晶體(Thin film transistor)元件，包括一基板，一閘極層置於該基板上，該閘極層上方依序沈積一閘極絕緣層、一非晶矽層和一歐姆接觸層，而位於該閘極上方處有一通道，且該通道兩側各有一金屬層以作為一源極和一汲極，該源極和該汲極並覆蓋該歐姆接觸層與部分該基板，在該源極和該汲極並覆蓋一保護層，其中，該閘極之特徵在於：

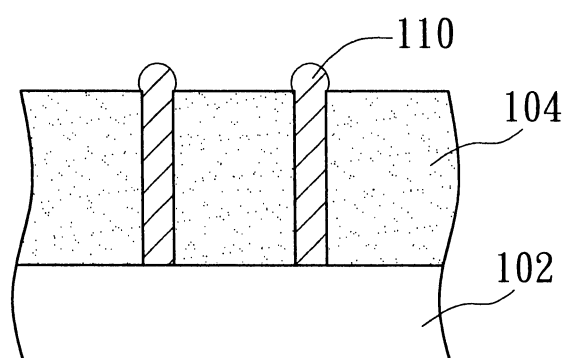
由一緩衝鋁層與一鋁層所組成，其中該鋁層係形成於該緩衝鋁層上方，以抑制鋁尖凸之形成，且其中該鋁層之厚度於 $1000 \text{ \AA} \sim 4500 \text{ \AA}$ 之間，且該緩衝鋁層之厚度與該鋁層之厚度比範圍約於 1:6~1:2 之間。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之薄膜電晶體元件，其中該緩衝鋁層的熱膨脹係數(Thermal Expansion Coefficient)係小於該鋁層的熱膨脹係數，但大於該基板的熱膨脹係數。

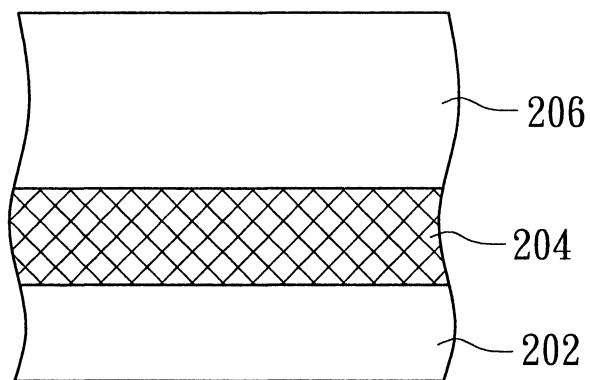
14. 如申請專利範圍第 12 項所述之薄膜電晶體元件，其中該緩衝鋁層至少包括一氮化鋁(AlN_x)、氧化鋁(AlO_x)或含氮氧化鋁(AlO_xNy)。



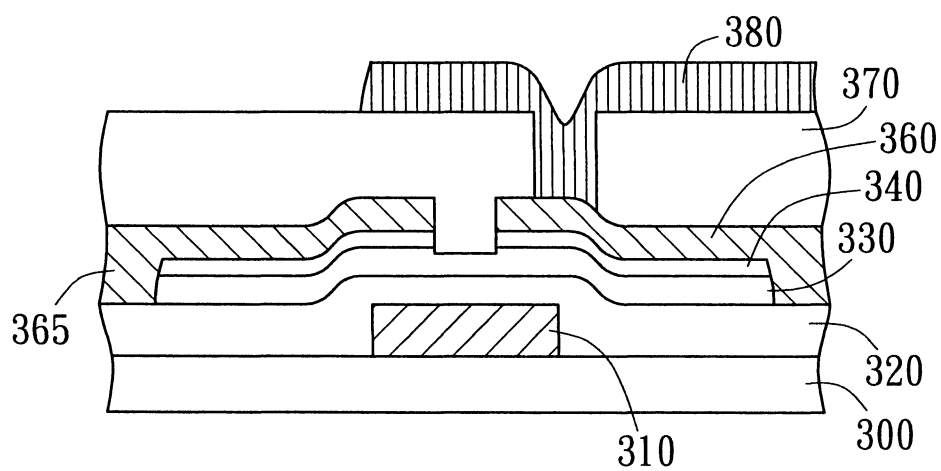
第 1A 圖



第 1B 圖



第 2 圖



第 3 圖

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

202：玻璃基板

204：緩衝鋁層 (Barrier Aluminum Layer)

206：鋁層

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：