

公告本

405217

申請日期	86.5.24
案 號	86107038
類 別	Int. Cl. ⁶ H01L 21/768

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	鋁層的生產方法
	英 文	Process for Producing Aluminium Layer
二、發明 創作人	姓 名	1. 曼佛萊德舒尼根(Dr. Manfred Schneegans) 2. 史特芳戴特里契(Stefan Dietrich) 3. 亞歷山大赫斯契(Alexander Hirsch)
	國 籍	1. 德國 2. 德國 3. 德國
	住、居所	1. 德國貝特史特坦 D-85591 約翰史特羅比街 32 號 2. 德國土肯菲德 D-82299 安姆爾西街 4 號 3. 德國奧托布魯恩 D-85521 雷梭斯街 1 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	西門斯股份有限公司 SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
	國 籍	德國
	住、居所 (事務所)	德國慕尼黑 D-80333 威田巴契廣場 2 號
	代 表 人 姓 名	納特布斯克(Nätebusch) 歐姆克(Ohmke)

405217

裝

訂

線

405217

(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
德 1996年5月28日 19621400.9(主張優先權)

有關微生物已寄存於： 寄存日期： 寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝 訂 線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明(1)

本發明有關在基材上生產鋁層的方法。

在半導體技術中，鋁係目前幾乎無可取代之應用金屬，因為鋁能非常良好地滿足對導線之要求。

然而，鋁仍有許多負面的特性，迄今仍無法完全排除。

負面特性中的一種為鋁導線內形成的電子遷移。電子遷移係指電流引起的導線內材料移動。移動之電子與帶正電荷之晶體結構的鋁繃折(Aluminiumrumpfen)之碰撞，導致電流方向上的物料損失。此種材料損失導致局部的完全導線中斷，因而造成積體電路完全中斷。

此外，在鋁導線上亦會導致所謂之壓力遷移。壓力遷移係指高溫時因內部機械電壓引起之鋁原子移動。壓力遷移也會導致導線之中斷，而造成積體電路之完全中斷。對抗壓力遷移及電子遷移的一般措施為在鋁上添加約0.5-5wt%之銅，以資保護。

高度積體之電路中的非常細的鋁導線(範圍 $\leq 1\mu m$)中，雖然添加銅層，仍會出現導線裂縫及導線中斷，這在低溫(125℃)時的負面性溫度處理之後，更經常發生無電流負載之現象。

這特別是有關於多層金屬，其中 SiO_2 -介電層作為底層， SiO_2-SiNx 厚層為上層。其原因在於發生非常強烈擴張之拉張壓力(Zugspannungen)。其起因係處理時或聚醯亞胺交聯時，鋁導線之後期分裂形之裂縫發生於冷卻相中。製程所要求之冷卻特性的影響在於冷卻時在逐漸生長之鋁核中沈澱銅沈積層(所謂的金納-普列斯通-相)

五、發明說明(2)

Guinier-Preston-Phasen)。在此種尚為正常之冷卻相中，銅原子自鋁核內向外遷移到核邊界，在此處轉變成穩定的 $Al_2Cu-\theta$ -相。因而遺留空洞，或藉遷移形成嚴重被干擾柵極面，這完全無法保護鋁原子。

因此，本發明的課題在於提出一鋁層之生產方法，藉以避免鋁核內部之空洞或因遷移所生之被干擾的柵極面。

本課題依照本發明以一種在基材生產鋁層的方法予以解決，其包括下列步驟：

- a) 在一基材上沈積含有 0.5-5wt% 銅之多晶鋁層，
- b) 將該具有多晶鋁之基材置入烘箱中，加熱至目的溫度，
- c) 將烘箱內之具有多晶鋁層之基材由目的溫度控制冷卻至最終溫度，藉此控制冷卻使瞬間溫度依所建議的溫度曲線移動，其中鋁層中個別鋁核間直接生成能量穩定的 $Al_2Cu-\theta$ -相。

因此，本發明之特徵係：藉一種溫度-生長方法，直接從混合相生成能量穩定的 $Al_2Cu-\theta$ -相，而無需鋁核之核邊界上的金納-普列斯通相介面。因此，來自鋁核內部之不穩定，大面積的銅沈積被排除，且在溫度-生長方法後不生成分裂形的空洞或遷移表面。

在本發明方法之一實施例中，多晶鋁層在大約 450℃ 的目的溫度下予以處理。

於另一實施例中，被施處至鋁層上的醃亞胺層係在於 360℃ 之溫度予以聚合。

該處理或聚合作用結束後，進行控制冷卻，其中該瞬

五、發明說明(3)

間溫度係在 320°C 及 200°C 之溫度間隔內的所建議之溫度曲線移動。因而使溫度在時間上的改變為小於 $6^{\circ}\text{C}/\text{小時}$ 。

一多晶鋁層之生產方法為在(例如) 200°C 及 400°C 之溫度間於基材上濺塗鋁層。

另一多晶鋁層之生產方法係藉熱引介或電子輻射-蒸汽法在基材上沈積鋁。

另一方法係藉CVD-方法,即使用異丁基鋁作為起始材料,在基材上沈積多晶鋁層。

在兩種情況下開始,由(例如)二氧化矽組成之基材上,沈積含有 $0.5-5\text{ wt\%}$ 銅之多晶鋁層。此由(例如)濺塗予以完成。

除了添加 $0.5-5\text{ wt\%}$ 銅外,鋁上亦能附加其他金屬或金屬化合物,尤其是矽。添加 $1\text{ wt\%}$ 的矽,亦已證實對電子遷移及壓力遷移亦有改良效果。此種矽添加通常係為了阻止矽自基材擴散至鋁中。

濺塗可在 100°C 以下之溫度完成,得到一種非常精細核相之結構,鋁核大小為 $50-100\text{ nm}$ 。但是較佳係在 $200-400^{\circ}\text{C}$ 之基材溫度下濺塗鋁層,使處理後之鋁核的大小僅為數 $\mu\text{ m}$ 。這樣形成之鋁導線具有所謂的竹竿構造(Bambusstruktur),因為鋁核之大小係在鋁導線寬度範圍之內。

之後,冷卻該具有被濺塗且經處理之多晶鋁層的基材。

在未經控制冷卻的情況下,形成所謂之金鎢-普列斯

五、發明說明(4)

通區，而其在冷卻時導致銅沈積表面上形成金鎳普列斯通相。這樣使銅原子自鋁核內部的平面遷移到核邊界。因為金鎳普列斯通相係不穩定的，其最後轉變成穩定的 $Al_2Cu-\theta$ -相。因而在鋁結構中遺留空洞，或藉移動形成強烈受干擾之柵極面，這樣鋁原子無法提供保護。

於積體電路使用時發生的非常強之遷移電壓，導致分裂形狀的單一鋁相裂縫(所謂的撕裂缺陷)，最後導致全體鋁導線之裂縫。

在本發明之情況下，藉由所定義之“合金生長方法”之處理後，避免不穩定之金鎳普列斯通相之形成，所以直接形成穩定的 $Al_2Cu-\theta$ -相。此係藉經控制的冷卻予以達成，其中瞬間溫度係在 $320^{\circ}-200^{\circ}C$ 之溫度間隔之溫度曲線中移動。因而造成溫度在此溫度間隔內的變動，其每小時小於 $6^{\circ}C$ 。

此合金生長能藉由獨特之導線抗阻之確定而予以證實，而該阻抗在完全的合金生長之後減低至最小。藉由本發明的方法，對抗電子遷移及壓力遷移之壽命至少提高3倍。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

分

四、中文發明摘要(發明之名稱:)

鋁層的生產方法

本發明提出在基材上生產鋁層之方法，該基材上能安裝非常窄的鋁導線，該鋁導線有高的抗電子遷移及／或壓力遷移。在本方法中，具多晶鋁層之基材於烘箱由目的溫度經控制地冷卻至最終溫度，使瞬時間溫度在控制冷卻時係在一條被建議的溫度曲線中移動，其中鋁層內的個別鋁核間直接形成能量穩定的 $Al_2Cu-\theta$ -相。

英文發明摘要(發明之名稱: Process for Producing Aluminium Layer)

The present invention provides a process for producing an aluminium layer on a substrate in which very narrow aluminium track which can resist electron migration and/or stress migration can be produced. In the process, the substrate having the polycrystal aluminium layer is controlledly cooled in an oven from an aim temperature to an end temperature so that during the controlledly cooling the moment temperature pass through a certain temperature profile wherein energy-stable $Al_2Cu-\theta$ -phase is formed directly in the aluminium layer between individual aluminium kernel.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

第 86107038 號「鋁層的生產方法」專利案申覆書

(89 年 1 月修正)

六 申請專利範圍：

1. 一種在基材上生產鋁層的方法，包括下列步驟：
 - a) 在一基材上沈積含有 0.5-5wt% 銅之多晶鋁層，
 - b) 將該具有多晶鋁層之基材置入烘箱中，加熱至目的溫度，
 - c) 將烘箱內之具有多晶鋁層之基材由目的溫度控制冷至最終溫度，藉此控制冷卻使瞬間溫度依所建議的溫度曲線移動，其中鋁層中個別鋁核間直接生成能量穩定的 $\text{Al}_2\text{Cu}-\theta$ -相。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該具有多晶鋁層之基材係在目的溫度下處理。
3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中在目的溫度下，於鋁層上聚合一鹽亞胺層。
4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中目的溫度為 350-450℃。
5. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中在 350-450℃ 目的溫度下，於鋁層上聚合一鹽亞胺層。
6. 如申請專利範圍第 4 項之方法，其中在控制冷卻時，瞬間溫度係在 300-200℃ 溫度間隔內的所建議溫度曲線中移動。
7. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中在 320-200℃ 溫度

六、申請專利範圍

間隔內的冷卻造成溫度隨時間變動為每小時小於 6°C 。

8. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中多晶鋁層係在 $200-400^{\circ}\text{C}$ 基材溫度下藉濺塗予以沈積。
9. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中多晶鋁層係藉熱或引介或電子輻射蒸汽法予以沈積。
10. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中多晶鋁層係藉 CVD 方法予以沈積。
11. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其被應用以生產體積電路內範圍 $\leq 1\ \mu\text{m}$ 之鋁導線。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表

訂

六、申請專利範圍

第 86107038 號「鋁層的生產方法」專利案申覆書

(89 年 1 月修正)

六 申請專利範圍：

1. 一種在基材上生產鋁層的方法，包括下列步驟：
 - a) 在一基材上沈積含有 0.5-5wt% 銅之多晶鋁層，
 - b) 將該具有多晶鋁層之基材置入烘箱中，加熱至目的溫度，
 - c) 將烘箱內之具有多晶鋁層之基材由目的溫度控制冷至最終溫度，藉此控制冷卻使瞬間溫度依所建議的溫度曲線移動，其中鋁層中個別鋁核間直接生成能量穩定的 $\text{Al}_2\text{Cu}-\theta$ -相。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該具有多晶鋁層之基材係在目的溫度下處理。
3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中在目的溫度下，於鋁層上聚合一鹽亞胺層。
4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中目的溫度為 350-450℃。
5. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中在 350-450℃ 目的溫度下，於鋁層上聚合一鹽亞胺層。
6. 如申請專利範圍第 4 項之方法，其中在控制冷卻時，瞬間溫度係在 300-200℃ 溫度間隔內的所建議溫度曲線中移動。
7. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中在 320-200℃ 溫度