

公告本

申請日期	P1. 2. 4
案 號	P1101P26
類 別	H01L 21/00

A4
C4

536759

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書

一、發明 名稱	中 文	使用快速熱處理技術之低介電常數材料之高溫短時間補救法
	英 文	High Temperature Short Time Curing of Low Dielectric Constant Materials Using Rapid Thermal Processing Techniques
二、發明 人	姓 名	一、夏朗潘尼雷胡 Rahul SHARANGPANI 中 國 CHINA
	國 籍	美國加利福尼亞州 94538 佛瑞蒙市 40640 高街 103 號 40640 High Street 103, Fremont, CA 94538, USA
	住、居所	二、泰新平 Sing-Pin TAY 加 拿 大 CANADA
		美國加利福尼亞州 94539 佛瑞蒙市提西艾克廣場 45970 號 45970 Tissiack Place, Fremont, CA 94539, USA
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商瑪特森熱產品有限公司 Mattson Thermal Products Inc.
	國 籍	美 國 USA
	住、居所 (事務所)	美國加利福尼亞州 95134-2300 聖約瑟市佛權道 4425 號 4425 Fortran Drive, San Jose, CA 95134-2300, USA
	代 表 人 姓 名	于爾根·畢陽嘉帝 Jürgen Biangardi

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

裝

訂

線

本紙張尺度適用中國國家標準 (CNS) A4規格 (210×297公釐)

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C分類：

A6
B6

本案已向：

美 國 (地 區) 申請專利，申請日期： 案號： ， ☒有 ☐無主張優先權
2001 年 2 月 20 日 USA 09/789,062

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

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (1.)

發明背景

一、發明領域

本發明係關於一種適合於用在半導體裝置中之低介電常數(「低k值」)層之形成,且更特別地,係關於一種使用非常短之、相對較高之溫度週期,用於補救低k值介電材料之方法。

二、發明背景

半導體晶片使用在許多應用中,包含作為應用於電腦中之處理器晶片,作為積體電路及作為應用於手持計算裝置、無線電話與數位相機之快閃記憶體。無論何種應用,理想之半導體晶片在每一單位面積上儘可能地具有最多之電路或記憶單位。以此方式,使用半導體晶片之裝置之大小尺寸、重量與能量消耗減至最小,然而同時也改善裝置之記憶體容量與運算能力。在結合超大尺寸積體電路半導體裝置逐漸增加之高密度與功能之需求,其所需之設計特性為 0.18 微米及以下之技術、增加電晶體與線路速度、高度可靠度與增加製造之生產量。

半導體晶片之一共通線路組件為電晶體。在超大尺寸積體電路(ULSI)半導體晶片中,一電晶體係以在一矽基板上形成一多矽閘極,然後以植入適當之摻質材料至基板將形成源極與漏極區域之地區,在閘極下之基板中形成一源極區域與一漏極區域而建立。此閘極被以一薄閘極氧化物層及源極與漏極區域絕緣隔開。此大致敘述之結構配合運作為一電晶體。

(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.）

一用於形成有圖案之金屬層之傳統方法包含一基板蝕刻或蝕刻回步驟，作為主要之金屬形成技術。此一方法涉及到在一半導體基板、典型地為一單晶矽（Si）晶圓之上形成一第一介電層，其具有導電接觸點，在其中用於與在基板之中或之上形成之至少一作用區域形成導電之連接，例如一電晶體之一源極/漏極區域。一金屬層沈積在第一介電層上，且樣式乃使用光雕像光罩與蝕刻技術，以形成一期望之導電樣式，其包含一被閘極隔開之金屬形貌，例如一多數目之金屬線，其具有內部線路在其之間間隔開。然後塗覆一介電層至所得之導電樣式上，以填充此些隙縫。然後此表面由此藉由傳統之蝕刻或化學性機械磨光（CMP）技術將其平面化。

然後一穿孔在此介電層中形成，以暴露一在下面之金屬形貌之一選定部份。在穿孔底部之此金屬形貌之暴露部份作為一接觸墊。之後以導電材料，例如一金屬塞，填充此穿孔，以形成一導電通道，此導電通道之底部表面與下面之金屬形貌形成導電接觸。

目前許多超大尺寸積體電路（ULSI）裝置之製造是非常複雜且需要多層金屬化，以用於相互連接導電。其共通性為多次重複上述之通道形成程序，例如形成5層金屬化，以導電通道相互連接導電，其中每層金屬化至少以一層介電材料隔開，其被稱為一層際間介電（ILD）層。

當半導體裝置越來越小時，在晶片上之裝置密度相對地增加，因為電容之結合緊密地間隔金屬線間之干擾，使得訊號之延遲增加。因為須保持導電線路儘可能地短，以減少傳

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明（3.）

送之延遲，因此此晶片需多層線路設計，而使此些問題惡化。結果，導電線路間之電容之結合明顯地限制電路之速度。在使用多重金屬化層及同時在水平與垂直方向減少線路間之間隔，一高度微小化之半導體裝置遇到之問題係關於此系統之電阻-電容（RC）時間常數。假如金屬內電容是高的，電子之無效率與不準確度會增加。其同樣被認知為，當在多重金屬化層系統中減少電容，將會在導電線路間減少電阻-電容時間常數。使用一具有比二氧化矽（ $k=3.9$ ）更低介電常數之絕緣器可改善此情況。（介電常數是根據一等級，其中 1.0 代表一真空之介電常數）。其中，所使用之名詞「低 k 值」將指一具有介電常數低於 3.9 之材料。

減少與金屬相互連接線結合在一起之電阻-電容延遲之需求同樣引導此工業從傳統之鋁（Al）之相互連接線遠離，而偏好以銅（Cu）為基礎之金屬化。以銅為基礎之金屬線之片電阻為以鋁為基礎之金屬線之片電阻之一半。然而，在正常處理溫度之銅更容易擴散至層際間介電層，因而降低介電之品質，且減弱鄰接金屬線間之隔離。假如銅擴散至下面之矽，此裝置之功能同樣將會降低。為防止不需之擴散，大多數銅之製程（例如雙波紋程序）增加一有抗力之阻隔金屬層（例如鈦、鈦氮化物、鈦、鈦氮化物、鎢或鎢氮化物）至銅與層際間介電層間。在每一窄銅線，塗覆有一合適之有抗力之阻隔金屬層係非常重要。厚阻隔層可導致一比在鋁線所發現之金屬線電阻更高之金屬線電阻。因此，阻隔層之厚度必須最小化。

五、發明說明（4.）

趨向增加微小化之需求與增加電阻-電容時間常數之結果，同樣作為發展更新的，低的介電常數（「低k值」）之材料，以取代傳統之高介電常數之矽氧化物基礎之層際間介電層材料之一推動力。此層際間介電薄膜或層必須正常地在相對較低之溫度中形成，以避免損壞或破壞下面之導體。較低之處理溫度會增加層形成所需之時間，因而導致製造產量之減少。為在緊密地間隔導體中減少電阻-電容時間常數、降低功率消耗、降低相互干擾與減少訊號延遲，在電阻-電容時間常數效應之另一重要之考量為，將此介電薄膜用來作為層際間介電之材料必須有一低介電常數，如與二氧化矽之值比較（ $k=3.9$ ）。

塗覆低k值材料至半導體基板上之一先前程序可見於美國專利第6,066,574號。首先，一低k值材料樹脂層與一溶劑或分散劑組合在一起，然後以一旋轉塗覆程序塗覆至一基板上。然後此塗覆之基板在一相對較低之溫度中，例如在 140°C 至 180°C 中烘烤，歷經一段足以從塗覆材料中除去溶劑或分散劑之時間，例如由30至90秒鐘。然後此塗覆之基板在 250°C 至 350°C 中補救達90秒鐘，以啟動聚合化或交聯，足以將低k值塗覆材料轉換成一具有所希望性質之低介電常數塗覆層。此具有低介電常數塗覆層之基板隨即在 20°C 至 120°C 之溫度範圍中，加以冷卻處理30至90秒鐘。在美國專利第6,066,574號中之方法使用熱板作為加熱裝置。此塗覆之基板之溫度升高與降低係藉由調整介於熱板與基板間之間隔來控制，及藉由控制基板固定在一特定間隔之時

五、發明說明（5.）

間長短而控制。在烘烤、補救及冷卻此塗覆之基板時，使用3種不同溫度之熱板。基板在此些熱板間轉換而依序處理。鑑於此傳送，包含銅之相互連接之基板之加熱，未如預期般精確地與快速地控制。

另外一用於在半導體基板上形成低k值之材料層之習知程序，其係使用一石英管爐加熱與在由325°C至350°C之溫度中預先加熱此塗覆之基板15至60分鐘，然後在由400°C至450°C之溫度中補救此塗覆之基板30至60分鐘，在一氮氣之周圍環境中較佳，見歐洲專利EP 0 971 400 A2。此類典型之加熱爐補救程序在程序整合上具嚴苛之需求。長補救時間導致製造產量減少。然而，升高補救溫度或減少補救時間會導致損壞，或甚至破壞下面之導體。此外，儘管補救是在一較低之溫度中進行，其不易在一長時間補救中抑制銅擴散。然而，較高之補救溫度亦可導致銅擴散速率之增加。目前程序之其他缺點包含無法適當地控制熱預算。

美國專利第5,972,803號揭露一在快速熱處理（RTP）裝置中使用一具有光學輻射能量之加熱燈，用於低k值介電材料之補救方法。雖然此補救被形容為快速，其所使用之補救時間可達10分鐘，其為時長得足以導致尋求避免不希望之金屬相互連接之擴散，所述之程序在銅之相互連接將是特別地不希望的，同樣見相關之美國專利第5,705,232號。

因此，其存在著在一基板之表面上形成一層低介電常數材料，其特徵為，較短之補救時間，較高之補救溫度與精確地控制熱預算，而不需一較厚、有抗力之阻隔金屬層之方法。

五、發明說明（6.）

發明大綱

本發明在一具體實例中提供一用於塗覆一低介電常數材料層至一基板之表面上之方法，例如一半導體晶圓，與補救此塗覆層而不大量傷害下面之相互連接之方法。此方法包含之步驟為（a）塗覆一塗覆材料層至基板上，以形成一塗覆之基板；及（b）以一大於約每秒鐘 20°C 之快速加熱速率至一升高溫度，加熱此塗覆之基板以補救此塗覆層。此塗覆之基板維持在升高溫度中一足以轉換塗覆材料，成為一具有高熱穩定度之低介電常數材料之第一時間段。補救步驟（b）之目的主要為，啟動產生具有高熱穩定度之薄膜之化學反應。對大多數薄膜而言，步驟（b）對於介電常數產生非常少或完全沒有影響，亦即此 k 值在補救後幾乎保持不變。在補救之前，一預先加熱或烘烤之步驟可進行蒸發任何殘留在塗覆材料之中的溶劑，此烘烤步驟之溫度比升高溫度低較佳。

補救步驟（b）之第一時間段通常比先前技術之方法中所使用之時間短。根據所使用之低介電常數材料（低 k 值材料），處理基板之溫度-時間曲線，在處理基板之氣體周圍環境與加熱之方法中，此第一時間段少於 30 秒鐘較佳，少於 25 秒鐘更佳，在某些特定條件之下甚至是少於 20 秒鐘。

此基板係在一以加熱燈為基礎之快速熱處理（RTP）裝置中加熱較佳，其中，以電磁輻射加熱，例如，鎢絲鹵素燈、紅外線燈、紫外線燈或一此類加熱燈之組合所產生。此電磁輻射，或至少其之一部份，亦可由雷射所產生。因為補救步

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(7.)

驟之高加熱速率，用於維持此塗覆之基板在一升高溫度之第一時間段可有效地減少。當藉由紫外線輻射加熱時，此第一時間段可減少至 20 秒鐘之短。

本發明亦可使用「以感受器為基礎之快速熱處理」系統完成，其未使用加熱燈以達到快速加熱速率。此一「以感受器為基礎之快速熱處理」系統之一範例敘述在美國專利第 6,133,550 號中。此晶圓快速地插入一基本上維持在穩定之處理溫度之一加熱爐腔中，以可控制之電熱方式加熱，以電阻式加熱方式較佳。因為快速地插入，此晶圓快速地加熱至所希望之處理溫度。溫度上升與降低之速率或加熱/冷卻之速率由約每秒鐘 30°C 至約每秒鐘 75°C 可在此些類型之「以感受器為基礎之快速熱處理」系統達成，有時亦稱為快速插入快速熱處理器（「RIRTP」）。

此補救步驟（b）之第一時間段足以至少部份地轉換塗覆材料成一熱穩定之低 k 值材料薄膜。假如此塗覆之基板只加熱至升高溫度一次，而無階梯狀之時間段，此材料在此選擇之第一時間段中完全地轉換。

此外，本發明包含一溫度尖銳狀之加溫程序，其中，此塗覆之基板以一快速之加熱速率加熱，高於約每秒鐘 20°C 較佳，然後在達到第一溫度後立即以一快速之冷卻速率冷卻，其高於約每秒鐘 20°C 同樣較佳。在尖銳狀之加溫程序中，根據所使用之加熱裝置，此第一時間段可能少於 1 秒鐘。在目前之快速熱處理設備中，高達每秒鐘 500°C 之加熱速率與高達每秒鐘 150°C 之冷卻速率係可達成。在根據本發

五、發明說明(8.)

明之尖銳狀之加溫程序中，此補救步驟(b)之第一時間段是由加熱至冷卻之改變所決定，其甚至可減少至低於1秒鐘，例如約0.2秒。

本發明亦包括溫度-時間程序，其中，此塗覆之基板在一系列之時間段中加熱至各種不同之升高溫度。此些時間段可包含之時間段是在基板冷卻至較低之溫度中。可使用多重尖銳狀之加溫程序，其中，一尖銳狀之加溫程序後至少跟隨有一其他之尖銳狀加溫程序。介於二尖銳狀之加溫程序間之時間段，即介於連續快速冷卻與快速加熱間之時間段，少於約30秒鐘較佳，且可短至約0.2秒鐘，其為由冷卻轉換為加熱所需之最短時間。在多重尖銳狀之加溫程序中，在一尖銳狀之加溫程序中或在一時間段中，其足以使塗覆材料只部份地轉換為低k值材料，其中，加熱此基板至一升高溫度，因為塗覆材料將會在一系列中接續之時間段或尖銳狀之加程序完全地轉換。

一升高溫度係由一包含在所選擇之程序參數中開始塗覆材料之補救之最低溫度，與在塗覆材料開始分解之最高溫度範圍中所選擇。可能會影響所選擇之升高溫度之程序參數包括周圍環境之組成成份與壓力、塗覆材料之組成成份、加熱速率及選擇用於加熱之電磁輻射之光譜。理想地，在溫度範圍中之最高溫度低於塗覆材料之分解溫度，乃考量在整個基板上無法均勻加熱之可能性。即使在整個基板上之溫度分布不均勻，但仍保證此低k值材料不會分解。然而，在尖銳狀之加溫程序中，假如溫度升高與降低之速率大於每秒鐘

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明（9.）

50°C 時，此升高溫度可超過分解溫度一段短時間，少於 1 秒鐘較佳。

在比較喜好之具體實例中，加熱速率可高達每秒鐘 50 °C，且此升高之補救溫度在 450°C 至 475°C 之範圍間。此補救時間段為 60 秒鐘或更少較佳，為約 30 秒鐘更佳。

在處理塗覆之基板之周圍環境中，一惰性氣體佔主要部份較佳。根據溫度，分子之氮可用來作為此惰性氣體。在 1100°C 以下，氮氣不會與矽或與大部份低 k 值材料起反應。然而，可使用鈍氣（氬氣與氦氣）或與氮氣混合之鈍氣。其中之一可能性為，在溫度開始下降時，周圍環境之組成成份可藉由加入氬氣至氮氣中而改變。藉由加入氬氣，可增加熱傳導度，其可幫助加速冷卻速率。只要體積百分比約百分之 10（10%）之氬氣在周圍環境中，幾乎就足以將周圍環境之熱傳導度增加一倍。假如塗覆或低 k 值材料不與分子之氬氣起反應，同樣可注入此類氣體，以改變處理周圍環境之熱傳導度。此外，加入氬氣或氦氣可防止塗覆材料或在基板上之其他層或結構之氧化。

因為在一快速熱處理裝置中，可精確地控制處理氣體，本發明亦提供在補救此塗覆材料時進行選擇性反應之可能性。選擇性反應之範例包括在基板上之特定層或薄膜，或其中部份之氧化或還原程序。當進行選擇性反應時，此處理周圍環境可包含一具有適當濃度之含有氧之組成成份與一含有氫之組成成份（例如水、一氧化氮、一氧化二氮、氧氣、臭氧、氬氣、氦氣）。處理氣體可影響塗覆材料及/或低 k

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明（10.）

值材料之流動條件，例如將水（以水蒸汽之形式）與氫氣一起加入，以防止氧化反應。亦可在一真空之中處理此塗覆基板。在較喜好之具體實例中，此補救步驟在一主要由氮氣所組成之環境中進行。最喜好者為，在補救環境中，氧氣濃度維持在低於 10 ppm 以下。

本發明之方法可進一步地包含步驟（c），以一大於約每秒鐘 20°C 之快速冷卻速率冷卻一低介電常數材料所塗覆之基板至一低於升高溫度之溫度。此外，此方法在補救之前亦可包含預先加熱或烘烤此塗覆之基板至一第一溫度之步驟，以從塗覆材料中除去大部份所有任何加入之溶劑或分散劑。

藉由使用非常短之、相對較高之溫度週期取代先前技術之傳統所使用之（較低溫度/較長時間）熱週期補救低 k 值介電材料，本發明之方法可獲得先前技術未發現之優點。首先，本發明之方法以一較短之時間可獲得相同之補救。較短之補救時間得到較高之產量。其次，藉由快速加熱，本發明之方法減少經由有抗力之阻隔金屬層之銅擴散。此允許一較薄、有抗力之阻隔金屬層之厚度，以防止銅擴散。除了可節省成本外，一較薄、有抗力之阻隔金屬層代表比較低之相互連接之電阻，因為由有抗力之阻隔金屬層貢獻至整體電阻被減至最小。整體而言，因為使用較薄之阻隔層，產量會增加且成本會降低。

圖式簡單說明

圖一 為一顯示在一 475°C 之補救溫度，與一 $E_a = 0.5 \text{ eV}$ ，

五、發明說明 (12.)

料。其較喜好者為，當補救時，此塗覆材料會有一低於約 3.9 之介電常數，比較喜好者為低於約 3.0。

典型地，塗覆材料與一合適之溶劑或分散劑結合，以促進處理。此溶劑及/或分散劑與此塗覆材料相容，且必須為不會改變此塗覆材料之化學結構。此外，此溶劑必須有足夠地揮發性及一低沸點。例如，FLARE 是以一聚（芳基烯醚）在一環己酮溶劑中溶液之形式販賣。與塗覆材料一起使用之代表性溶劑為環己酮、環戊酮、n-methyl pyrrolidone、異丁酮、甲基矽氧烷與氟碳溶劑。

此低 k 值塗覆材料可塗覆至一基板之一個或一個以上之表面。在較喜好之具體實例中，此基板為一單晶之矽半導體晶圓。此半導體晶圓可具有至少一活動之裝置區域在其中或其上形成。此外，此將塗覆之基板可包含一多層之積體半導體裝置之有樣式之金屬層。此半導體晶圓可進一步包含一多數目之銅之相互連接線路，其被以一從包含、但未限制於其中之鈮（Ta）、鈮氮化物（TaN_x）、鈦（Ti）、鈦氮化物（TiN_x）、鎢（W）與鎢氮化物（WN）族群中選擇之材料所形成之有抗力之阻隔層與層際間介電層隔開。

此低 k 值塗覆材料可以一旋轉塗覆程序塗覆至一基板上。藉由旋轉塗覆，此將塗覆之基板係安置於一旋轉板上。此塗覆材料經由一導向快速地旋轉之基板之中心噴嘴而沈積。離心力將此塗覆材料分佈至整個基板表面。多餘之塗覆材料由基板邊緣甩掉。此旋轉塗覆裝置經常與傳統中用於沈積光阻材料為相同之類型。旋轉塗覆方法描述於，例如，先

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明（13.）

前之美國專利第 5,238,878 號、第 5,358,740 號與第 6,033,728 號中。

在塗覆材料塗覆至基板上後，加熱此基板至一由 150°C 至 250°C 之範圍中之第一溫度一段足以從塗覆材料中，除去大部份所有任何溶劑或分散劑之時間，假如該溶劑與分散劑是存在的。用於預先加熱步驟之典型時間段為由 60 秒鐘至 3 分鐘。此補救前加熱步驟亦包含一加熱週期，例如其中首先加熱基板至 150°C，並維持一短暫之時間（例如在由 10 至 90 秒鐘之範圍），然後加熱至 200°C 並維持如前面所提及之一短暫時間，最後加熱至 250°C 並維持如前面所提及之一短暫時間。

當此溶劑及/或分散劑被除去後，才加熱補救此塗覆之基板。在所選擇之補救時間期間，或在多重尖銳狀之加溫程序週期中，此補救溫度或升高溫度必須足以轉換塗覆材料至一低介電常數之塗覆層。

比較喜好者為，所使用之補救溫度為接近在塗覆層中所選擇之低 k 值材料之分解溫度。例如，對於一由聚（芳基烯醚）所組成之塗覆材料，比較喜好之升高溫度或補救溫度為約 475°C。一補救溫度或升高溫度高於 475°C 可用於比聚（芳基烯醚）具有更佳之熱穩定性之低 k 值材料。此外，用於補救之加熱溫度在尖銳狀之加溫程序期間可以超過分解溫度一段非常短之時間。

當加熱塗覆之基板至升高之補救溫度時，須使用大於約每秒鐘 20°C 之加熱速率。最喜好者為，加熱速率必須大於

五、發明說明(14.)

約每秒鐘 50°C 。用於補救之快速加熱為本發明之一重要觀點。熱補救週期比較喜好者為 60 秒鐘或更短，更喜好者為約 30 秒鐘。然而，精確之補救時間為一所選擇之塗覆材料、補救溫度、處理氣體之周圍環境、時間-溫度處理條件與加熱條件，例如具有或不具有額外之紫外線輻射之函數。

在補救步驟期間，將基板維持在一環境之中較佳，其中，氧氣之濃度為低於約 10 ppm，以避免不希望之氧化。一惰性氣體之環境，尤以一主要為氮氣所組成之周圍環境最佳。

接續之補救步驟，基板現在塗覆以一低介電常數之塗覆層，然後可被可控制地冷卻至一足以允許此塗覆基板安全地從裝置中移出，而不損壞此基板或此塗覆層。快速進行可控制地冷卻較佳，冷卻速率為大於約每秒鐘 20°C 。此冷卻速率以超過約每秒鐘 50°C 最佳。在此冷卻溫度中將此塗覆之基板由加熱裝置中移出，以低於 300°C 之溫度較佳。假如仍在高溫之中移出，此補救之薄膜暴露於大氣中之氧氣可能會被氧化。

雖不希望與任一理論有密切之關連，發明者觀察到用於低 k 值薄膜之典型補救反應對溫度極為敏感，因此補救時間可大量地減少至只有升高補救溫度之 25°C 至 50°C 間。經由典型之有抗力之阻隔金屬層之銅擴散亦可以熱啟動，然而，此現象不如低 k 值之補救反應般的溫度敏感。換句話說，低 k 值補救化學反應之活化能高於銅擴散之活化能更多。一高溫補救藉由加速補救程序而增加產量，但是相同程度之補救

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(15.)

則抑制一些銅擴散。此允許一用於為抑制銅擴散而有一較薄之阻隔層，及減低阻隔層對整體線路電阻之貢獻。

一般而言，此處理腔之周圍環境可保持在大氣壓力中或升高壓力。此周圍環境之組成成份在不同處理步驟期間是可改變的。例如，假如此塗覆之基板在一氮氣之周圍環境中加熱，其他氣體，例如氬氣，在冷卻步驟期間可以注入此周圍環境中。當注入氬氣時，藉由增加之熱傳導度，可達成更快之冷卻。只要有約 10% 之氬氣在周圍環境中，就足以增加周圍環境之熱傳導度幾乎一倍。取而代之地，假如此塗覆層或低 k 值介電材料不會與氬氣起反應，此類氣體則可注入，以改變處理周圍環境之熱傳導度。氬氣與氬氣可有效地防止大部份之塗覆材料及在半導體基板上大部份層之氧化。

一為展示之目的而提供之範例，其不會限制本發明之範圍地展示本發明之方法之一優點。根據國際半導體技術準則 (International Technology Roadmap for Semiconductors) (1999 年版)，此阻隔層之厚度在 130 奈米世代 (2002 年) 必須為約 13 奈米。本發明之方法減少約 50% 之銅擴散，使目前之一 6.5 奈米之阻隔層將足以防止銅擴散。假如此結構包含一 0.35 微米之銅線路沈積在一 6.5 奈米厚之鉭 (Ta) 阻隔層上，可能減少銅擴散之發生，而轉換成減少一約 11% 之線路電阻 (在相同之金屬 + 阻隔層之整體尺寸)。此效應在延遲相互連接與藉由低 k 值材料，例如氟化之玻璃取代二氧化矽作為層際間介電層是相同的。

當使用高加熱與高冷卻速率時，本發明之補救方法最大

五、發明說明(16.)

好處則可實現。加熱與冷卻速率為大於約每秒鐘 20°C 較佳，為大於約每秒鐘 50°C 更佳。假如基板以一長時間達到希望之補救溫度，在加熱與冷卻期間，較低溫度中發生之附加之擴散之量可能變得明顯，且可能加入至所希望之補救溫度，或升高溫度中發生之擴散。

在本方法之一特別地偏好之具體實例中，其預期在一單一裝置中，塗覆層可塗覆，且此塗覆之基板可在一單一裝置中加熱與冷卻。此基板在塗覆、加熱與冷卻步驟期間可保持在一單一裝置中之單一處理腔中最佳。此外，此基板在一個或一個以上之各種不同之塗覆與補救程序期間可保持在一單一之固定器上。

當使用一尖銳狀之加溫程序時，快速地加熱此塗覆之基板至一第一溫度，然後立即冷卻，在此升高之第一溫度沒有預期之停留時間。在一多重尖銳狀之加溫程序中，重複此快速加熱與冷卻。在不同尖銳狀之加溫程序中，此尖銳狀之加溫溫度可以相同或可改變，例如，一第一尖銳狀之加溫可用來從塗覆層中除去溶劑。一第二尖銳狀之加溫可用來增進塗覆層之黏著。一第三尖銳狀之加溫可用來補救此塗覆層薄膜。一般而言，一高溫之多重尖銳狀之加溫程序如果在處理步驟（例如蒸發溶劑或補救薄膜）之活化能高於在其他不希望之副效應（例如銅擴散或薄膜之熱損壞降級）之活化能是有用的。此最高之尖銳狀之加溫溫度被限制在當塗覆層薄膜之熱損壞降級開始發生之溫度。

本發明之高溫、快速加熱速率與短時間段最好在一快

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明(17.)

速熱處理(RTP)裝置中進行。在一快速熱處理裝置中,加熱燈以一系列環繞一石英腔之形式提供。此加熱燈通常為鎢絲鹵素燈,但亦可使用弧光燈、紅外線燈、閃光燈、弧光燈或任何其他之可見光及/或近紅外線輻射或紫外線輻射光源。雷射亦可使用在某些應用中。由加熱燈之輻射經由石英牆之透明部份導至固定在處理腔中基板之平坦表面上。此外,以感受器為基礎之快速熱處理系統不使用加熱燈進行快速加熱,或亦可使用一加熱燈與以感受器為基礎之快速熱處理系統或快速插入快速熱處理器之組合。

應用在介於180奈米至400奈米間之波長範圍之紫外線輻射支援塗覆材料之補救,以改善交聯而轉換為低k值材料。為獲得此些優點,此快速熱處理裝置,無論是以加熱燈為基礎或是以感受器為基礎,皆可包含一紫外線輻射方法,例如閃光燈或弧光燈。在溫度升高期間,假如此塗覆之基板藉由紫外線照射而加熱,補救此塗覆材料所需之處理時間可減少。所減少之時間係依據以時間為一函數之紫外線輻射之強度而控制。假如此基板為一矽晶圓,輻射為在可見光與紅外線範圍中較佳,例如由鎢絲鹵素燈所產生,用於加熱塗覆之基板與塗覆材料。適當使用紫外線輻射主要之優點在支援交聯程序。紫外線照射在此塗覆之基板之一預定溫度中對本發明而言是可行的。如一範例,假如一塗覆之基板以一尖銳狀之加溫或多重尖銳狀之加溫程序補救,當基板至其最高溫度時,可以使用數個紫外線閃光中之一個紫外線閃光。假如使用紫外線閃光,可降低此基板之最高溫度,但亦可達到相

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明（18.）

同補救效率。

快速熱處理主要使用在半導體製作程序之前端，例如快速熱退火（RTA）與快速熱氧化（RTO），因為此些好處來自一個或一個以上之主要特性，即為高溫度、短時間在一高度控制之微小-環境中以非常高之加熱與冷卻速率處理。典型之快速熱處理程序，例如，在先前之美國專利第 4,331,485 號、第 4,356,384 號與第 4,680,451 號中所述，包含由室溫至一預定之升高處理溫度加熱半導體基板，例如以約 1 至 300 秒鐘之時間由 200°C 至 1700°C（對於矽只可達 1250°C）。在本發明中，快速熱處理方法可用於在一半導體基板上補救低 k 值塗覆層。

美國專利第 5,965,047 號與第 6,051,512 號所述之快速熱處理系統可適用於本發明之方法中。商業上可取得之快速熱處理系統包含於 Mattson Technology, Inc. 之各種不同機型。

範例

本發明使用快速加熱/冷卻速率之高溫補救週期，以減少處理時間來獲得相當之低介電常數材料之補救。銅擴散減至最小，乃因其不如低 k 值補救反應般的溫度敏感。換句話說，低 k 值補救化學反應之活化能比銅擴散之活化能更高。因而一高溫之補救以加速補救程序增加產量，但在相同程度之補救則抑制一些銅擴散。以下之範例只提供作為圖示說明，且不被認為會限制本發明之範圍。

在此些範例中，所選擇之塗覆材料為一在環己酮溶劑之中聚（芳基烯醚）聚合物之溶液。此溶液被 Honeywell

五、發明說明 (19.)

Electronic Materials/Allied Signal 以 FLARE 之商品名稱販賣。在補救時，此 FLARE 之材料具有一已知之介電常數為 2.85。

被旋轉塗覆一 0.38 微米厚之薄膜至一 8 英吋矽半導體晶圓基板上，其使用一高度控制、最先進之沈積條件，如顯示在表一中，以形成一塗覆之基板。

表一：旋轉塗覆程序

步驟	動作	時間 (秒)	速率 (rpm)
1	添加前	0.2	0
2	添加	3.0	3000
3	分佈塗覆	0.1	3000
4	厚度旋轉	40.0	3000
5	背面沖洗	6.0	1500
6	邊緣-水滴沖洗	4.0	1500
7	旋轉乾燥	4.0	3000
8	旋轉乾燥/噴嘴沖洗	1	3000

然後施以一多重階段之加熱週期至此塗覆之基板，以除去環己酮溶劑。首先加熱此塗覆之基板至 150°C，並在一氮氣氣體之周圍環境中維持在此溫度 60 秒鐘。然後，加熱此塗覆基板至 200°C 並維持在此溫度 60 秒鐘。最後，加熱此基板至 250°C 並維持在此溫度 60 秒鐘。此在 FLARE 塗覆層中之溶劑已知具有一 155°C 之沸點。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (20)

以鑽石切割器切割此塗覆之基板成較小之樣品。此些個別樣品將放置在一 8 英吋 K-類型熱電偶(T/c)晶圓中心後，在不同條件下補救。T/c 被控制使用於所有實驗中。

每一小塗覆基板樣品被放置入一 Mattson Technology HEATPULSE 快速熱處理腔中補救。之前此處理腔藉由運轉一鈦塗覆之晶圓於 675°C 達 20 秒鐘，而被證實緊密無漏隙，且發覺其不會變色。此處理腔之內部保有一主要由氮氣所組成之環境。

此些樣品中之一些樣品在一 450°C 之升高溫度中補救一為時 30 秒鐘之第一時間段。其他樣品在一 450°C 之升高溫度中補救一為時 60 秒鐘之第一時間段。尚有其他樣品在一 475°C 之升高溫度中進行一為時 15 秒鐘之第一時間段之補救。尚有其他樣品在一 475°C 之升高溫度中補救一為時 30 秒鐘之第一時間段。尚有其他樣品在一 450°C 之升高溫度中補救一為時 60 秒鐘之第一時間段。在所有案例中，此加熱速率為大於約每秒鐘 50°C。最後，此些樣品中之一些樣品（比較）在一 425°C 之升高溫度中補救一為時 180 秒鐘之第一時間段作為與先前技術之比較。

傅立葉轉換紅外線光譜儀 (FTIR) 在 750 至 4000 cm^{-1} 波數間之範圍進行分析所有補救後之塗覆材料。一未完全補救之塗覆材料會在 2200 cm^{-1} 波數有一吸收峰。一完全補救之塗覆材料則無此吸收峰。圖二顯示範例 A 至 F 之傅立葉轉換紅外線光譜圖，而總結在下面之表二中。此補救條件顯示在傅立葉轉換紅外線光譜圖上與在表二中。在 2200 cm^{-1}

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (21.)

之吸收峰對在範圍中之最大吸收峰作標準化。

表二：傳立葉轉換紅外線光譜儀數據之總結

範例	補救溫度 (升高溫度)	時間 (第一時間段)	吸收峰 在 2200 cm ⁻¹	完全補救
A	無補救	只有烘烤	0.02	否
B	425°C	180 秒	~0	是
C	450°C	30 秒	0.0077	否
D	450°C	60 秒	~0	是
E	475°C	15 秒	0.0087	否
F	475°C	30 秒	~0	是

表二顯示在 450°C/30 秒鐘與 475°C/15 秒鐘之補救週期只達成一部份之補救，如在 2200 cm⁻¹ 之一小峰存在之證據所顯示，在 470°C/30 秒鐘與 450°C/60 秒鐘之補救週期可達成如模擬先前技術之樣品（425°C/180 秒鐘）相同程度之補救，此些較高溫度之補救具有更快之補救時間優點，因而可增加製造產量。

另一優點為，較低之銅擴散，此顯示在下面之表三中，其顯示在導致完全塗覆材料之補救之低 k 值補救週期中，銅經由鈮與各種不同鈮氮化物之有抗力之阻隔金屬層之擴散之擴散長度。擴散長度， $(D*t)^{0.5}$ 顯示導致一完全補救之條件。所有值對一 400°C 之補救溫度與 1 小時之補救時間，（其為標準之補救步驟）之擴散長度作標準化。此擴散係數、前

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝
訂
線

五、發明說明 (22.)

指數因素與銅經由鈮氮化物 TaN_x 有抗力之阻隔金屬層之擴散之活化能可由所發表之論文中取得。J-C. Lin 與 C. Lee, Electrochem. Soc., 146 (9), p. 3466 (1999)。銅經由鈮之擴散，0.038 eV 之活化能乃經由內部之實驗測定而使用。

表三：銅經由鈮 (Ta) 與鈮氮化物 (TaN_x) 所擴散之擴散長度

擴散阻隔	範例	補救溫度	補救時間 (秒)	擴散長度
Ta	G	425°C	180	0.226381
	H	450°C	60	0.13221
	I	475°C	30	0.094493
$TaN_{0.62}$	J	425°C	180	0.260864
	K	450°C	60	0.173842
	L	475°C	30	0.140532
$TaN_{0.69}$	M	425°C	180	0.268202
	N	450°C	60	0.183407
	O	475°C	30	0.15188
$TaN_{0.85}$	P	425°C	180	0.279166
	Q	450°C	60	0.19816
	R	475°C	30	0.169909
$TaN_{0.99}$	S	425°C	180	0.286135
	T	450°C	60	0.207822

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 (23.)

	U	475°C	30	0.182052
TaN _{1.23}	V	425°C	180	0.291476
	W	450°C	60	0.215377
	X	475°C	30	0.191725

表三顯示使用較高之補救溫度(升高溫度)可幫助減少銅擴散。有此結果,更薄之有抗力之阻隔金屬層就足以防止不希望之銅擴散。例如,在一 475°C之補救溫度中補救一 TaN_{0.62} 阻隔層 30 秒鐘之第一時間段,範例 L,將只是在一 400°C之補救溫度與 1 小時之補救時間所需厚度之 14%。比較薄之有抗力之阻隔金屬層使在線路電阻明顯地改善,且亦允許在製造產量上之改善。

理論上,甚至更高之溫度將會在減少週期時間與更薄之有抗力之阻隔金屬層之需求方面產生更大好處。然而,最高之補救溫度乃決定於所選擇之低 k 值材料之分解溫度。對聚(芳基烯醚)進行測試,其分解溫度在 475°C 附近。高於 475°C之補救溫度或升高溫度可用在其他比 FLARE 材料更具熱穩定度之低 k 值材料。

除非使用高加熱速率,本發明之方法之所有優點才會實現。加熱與冷卻速率兩者皆大於每秒鐘 20°C 較佳,大於每秒鐘 50°C 更佳。假如基板須花太長之時間以達所希望之補救溫度,在加熱與冷卻期間,在較低溫度中發生之附生之擴散之量可能變得明顯,而且可能加在所希望之設定點或補救溫度中所發生之擴散。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明（24.）

在補救步驟結束時，一使用簡化之擴散程式之簡單模式被用來預測銅經由一 $\text{TaN}_{0.62}$ 阻隔層擴散之擴散長度，作為一加熱速率或升溫速率之函數。此擴散長度對一加熱速率為每秒鐘 3°C 之擴散長度作標準化，其為一最先進之快速升溫爐之典型速率。圖一為一顯示升溫速率對於銅在 $\text{TaN}_{0.62}$ 中，在升溫結束時之擴散長度影響圖。此圖假設一線性之升溫，一 475°C 之補救溫度，且一 $E_a=0.5\text{ eV}$ 。此圖顯示在較高之升溫速率時，擴散長度減至最小。再者，其顯示假如升溫速率由約每秒鐘 20°C 增加至約每秒鐘 80°C ，在溫度升溫結束時，擴散長度會降低一約 2 個級數。

所有補救後塗覆材料之電容對偏壓（C-V）曲線使用一汞探針測定。此塗覆層之厚度使用電容值之累計與假設一為 2.85 之介電常數（k）測定。圖三為 FLARE 薄膜在 250°C 中達 180 秒鐘之電容對偏壓（C-V）曲線。所算出之每一樣品之厚度為 0.38 微米，其與塗覆層販賣者所計算之加熱後之厚度一致。因此，並無任一塗覆材料在補救後遭受一補救後之厚度損失，其表示假如有熱分解的話，在調查研究之補救週期中是可忽略的。

當以範例與以數個比較喜好之具體實例方式敘述本發明，本發明不應限制在所揭露之具體實例。相反地，申請人希望涵蓋各種不同之變化與類似之安排，包含上述特色之組合所導致之修改，皆涵蓋在其之發明精神與範圍中，如下列申請專利範圍中之主張。

四、中文發明摘要 (發明之名稱：使用快速熱處理技術之低介電常數材料之高溫短時間補救法)

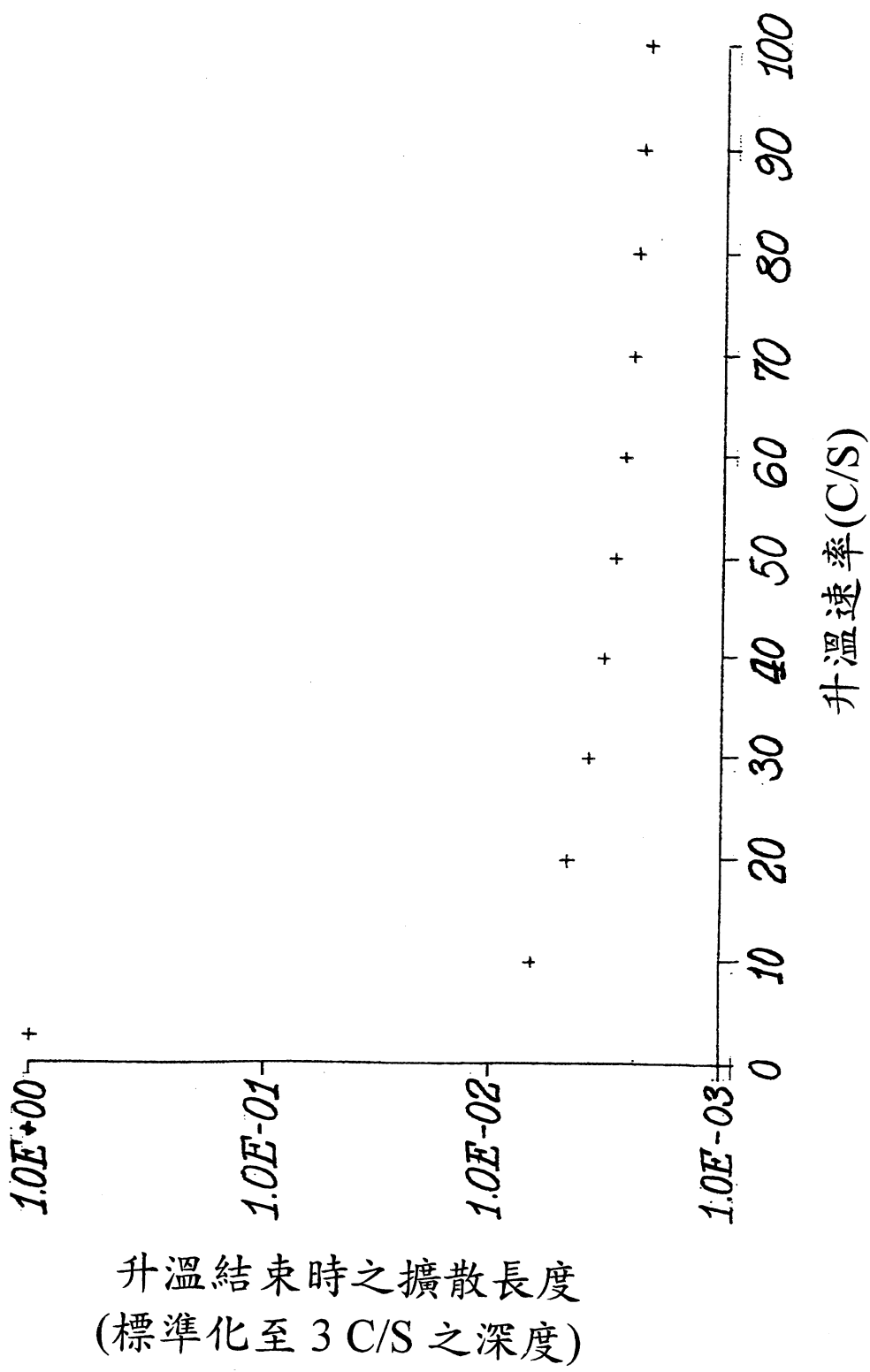
本發明係關於一種使用非常短之、相對較高之溫度週期，取代傳統所使用之（較低溫度／較長時間）熱週期補救低k值介電材料之方法。一基板，例如一半導體晶圓，其塗覆一層塗覆材料，以一大於約每秒鐘 20°C 之加熱速率加熱至一升高溫度。一旦當此塗覆材料轉換為一具有所希望性質之低介電常數材料後，此塗覆之基板會被冷卻。取而代之地，尖銳狀之加溫升高並立即降低塗覆基板之溫度，以一個或一系列之尖銳狀之加溫步驟影響補救。此方法允許一較薄之有抗力之阻隔金屬層之厚度，以防止銅擴散，及使用較短之補救時間得到較高之產量。

英文發明摘要 (發明之名稱：High Temperature Short Time Curing of Low Dielectric Constant Materials Using Rapid Thermal Processing Techniques)

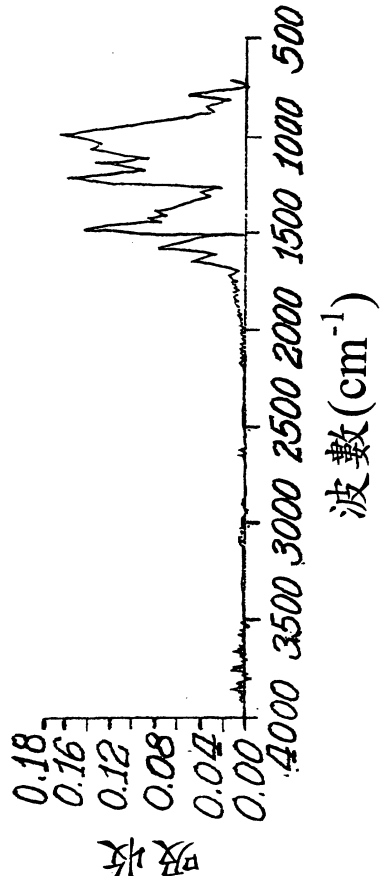
A method for curing low k dielectric materials uses very short, relatively high temperature cycles instead of the conventionally used (lower temperature/longer time) thermal cycles. A substrate, such as a semiconductor wafer, coated with a layer of coating material is heated to an elevated temperature at a heating rate of greater than about 20°C per second. Once the coating material has been converted to a low dielectric constant material with desired properties, the coated substrate is cooled. Alternatively, spike heating raises and promptly lowers the temperature of the coated substrate to effect curing in one or a series of spike heating steps. The method allows for a thinner refractory barrier metal layer thickness to prevent copper diffusion, and uses shorter curing times resulting in higher throughput.

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

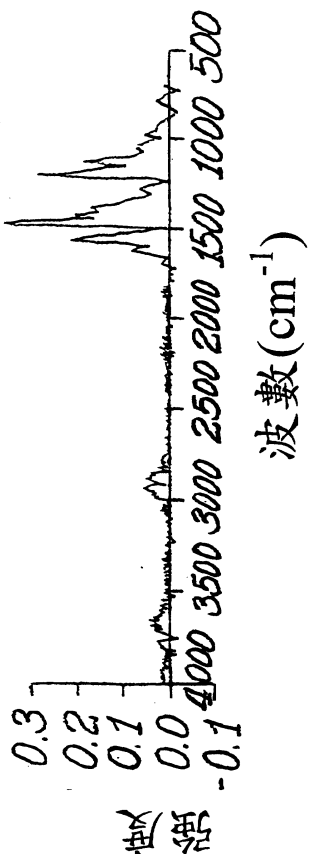
訂



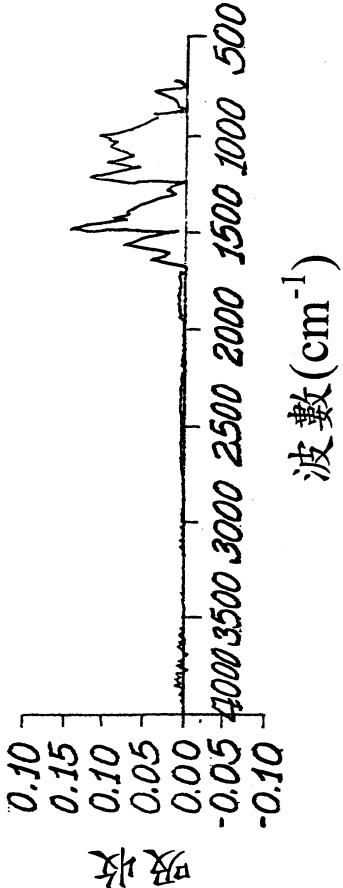
圖一



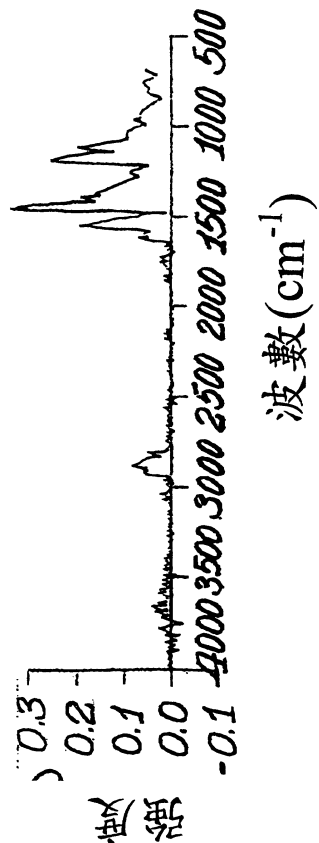
圖二 B



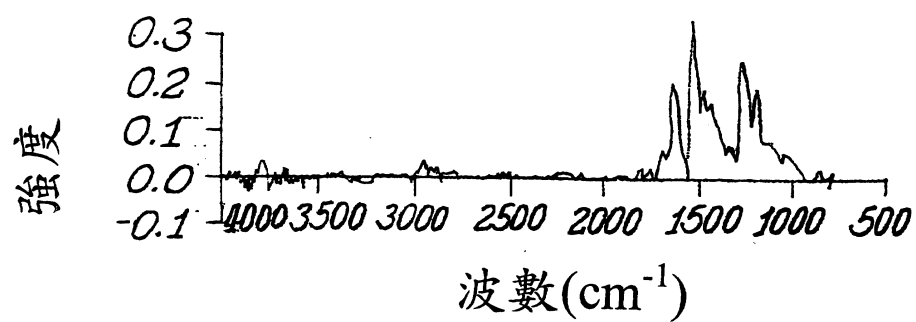
圖二 A



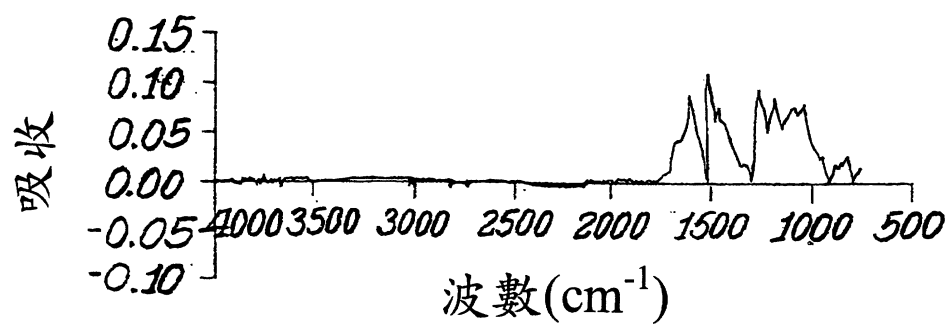
圖二 D



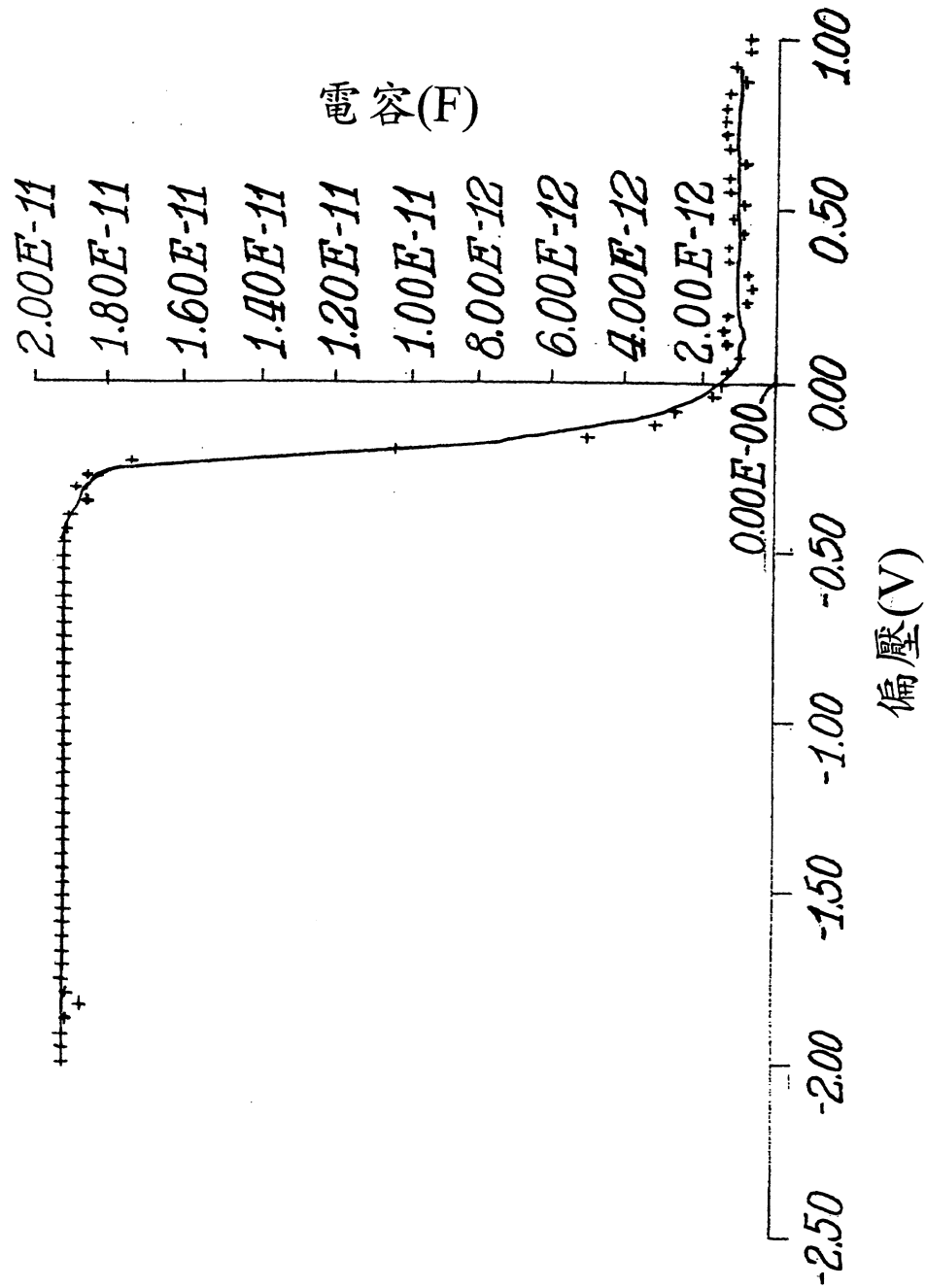
圖二 C



圖二 E



圖二 F



圖三

五、發明說明(11.)

在 $TaN_{0.62}$ 上之銅擴散中之線性加熱升溫速率影響圖；

圖二 A 至 F 為一顯示 FLARE 薄膜之傅立葉轉換紅外線光譜儀 (FTIR) 之光譜，其中標示出補救條件；及

圖三 為塗覆 FLARE 薄膜之基板與在 250°C 補救 180 秒鐘之電容對偏壓 (C-V) 圖。

較佳之具體實例之敘述

此塗覆材料為一低介電常數材料 (低 k 值材料) 或樹脂，例如聚 (芳基烯醚類) (例如從 Honeywell Electronic Materials 之 FLARE)、聚醯亞胺 - SSQ 混合物、氫 silsesquioxane (例如從 Dow Corning 之 FOX 與 XLK)、甲基 silsesquioxane (例如從 Dow Corning 之 SSQ)、聚醯亞胺類、氟化之聚醯亞胺類、聚芳基烯類、cyclotenes 類、矽氧烷類、聚 (norbonenes) 類、鐵氟龍 FEP、鐵氟龍 - AF、鐵氟龍 (從 E.I. DuPont de Nemours & Co.)，SPEEDFILM (一鐵氟龍為基礎之產品從 W.L. Gore & Associates)、聚醯亞胺微小泡沫類、二氧化矽 aerogel 類、二氧化矽 xerogel 類、中央多孔之二氧化矽、十八烷基丙烯酸酯、苯並環丁烯 (例如從 Dow Chemical)、過氟環丁烯、氟化之或有機地植入之二氧化矽、對二甲苯類 (例如四氟對二甲苯)、奈米玻璃類、多孔之有機矽酸鹽類 (例如從 Dow Chemical 和 IBM)、有機微小泡沫類與 SILK (一由 Dow Chemical Co. 之無氟芳香族碳氫化合物) 及其他。任何材料可旋轉塗覆至一基板上，形成一薄膜，而當其被補救時，會轉換成一具有所希望性質之一低介電常數塗覆層，其適合作為低 k 值材

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

修正
補充
82年1月16日

六、申請專利範圍

第 91101926 號專利案申請專利範圍修正本

1. 一種塗覆一低介電常數材料層至一基板之表面上之方法，其包含之步驟為：
 - (a) 塗覆一塗覆材料層至一基板，以形成一塗覆之基板；
 - (b) 以一大於約每秒鐘 20°C 之加熱速率，加熱此塗覆之基板至一升高溫度，以補救此塗覆層；及
 - (c) 以一大於約每秒鐘 20°C 之冷卻速率，冷卻此塗覆有一低介電常數材料之基板至一低於所述之升高溫度。
2. 根據申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，塗覆材料包含一溶劑或一分散劑。
3. 根據申請專利範圍第 2 項所述之方法，其更進一步包含之步驟為：
 - (a2) 加熱此塗覆之基板至一第一溫度，並保持一段時間，使其足以從塗覆材料中除去所有溶劑與所有分散劑。
4. 根據申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，補救步驟 (b) 係在一惰性氣體之環境中進行。
5. 根據申請專利範圍第 4 項所述之方法，其中，補救步驟 (b) 係在一主要由氮氣所組成之環境中進行。
6. 根據申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，補救步驟 (b) 係在一氧氣濃度保持在低於約 10 ppm 之環境中進行。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

六、申請專利範圍

7. 根據申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，所有步驟係在一氧氣濃度保持在低於約 10 ppm 之環境中進行。
8. 根據申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中，所有步驟係在一主要由氮氣所組成之環境中進行。
9. 根據申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，用於補救步驟 (b) 中之加熱速率為大於約每秒鐘 50°C。
10. 根據申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，用於冷卻步驟 (c) 中之冷卻熱速率係大於約每秒鐘 50°C。
11. 根據申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，此升高溫度係在一低於塗覆材料之分解溫度，由 0°C 至 30°C 之溫度範圍。
12. 根據申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，此塗覆之基板係保持在此升高溫度之第一時間段，足以至少部份地轉換塗覆材料成一低介電常數材料。
13. 根據申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中，第一時間段為 60 秒鐘或更短。
14. 根據申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中，第一時間段為 30 秒鐘或更短。
15. 根據申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中，第一時間段為 1 秒鐘或更短。
16. 根據申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，基板在塗覆步驟 (a)、補救步驟 (b) 與冷卻步驟 (c) 期間係固定在一單一裝置中。
17. 根據申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，基板在補

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

- 救步驟 (b) 與冷卻步驟 (c) 期間係固定在一單一裝置中。
18. 根據申請專利範圍第 16 項所述之方法，其中，基板保持在一單一固定器上。
19. 根據申請專利範圍第 17 項所述之方法，其中，基板保持在一單一固定器上。
20. 根據申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該加熱方式係以鎢絲鹵素燈、紅外線燈、紫外線燈、閃光燈或弧光燈或一此類加熱燈之組合所產生之電磁輻射加熱，以雷射或一快速插入快速熱處理 (RIRTP) 系統之電熱方式加熱。
21. 根據申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，塗覆材料層係以旋轉塗覆、噴灑塗覆、物理氣相沈積 (PVD) 或化學氣相沈積 (CVD) 塗覆至基板上。
22. 根據申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，基板為一半導體晶圓。
23. 根據申請專利範圍第 22 項所述之方法，其中，半導體晶圓係由一單晶矽或多晶矽形成。
24. 根據申請專利範圍第 22 項所述之方法，其中，半導體晶圓至少具有一活動之裝置區域在其中或其上形成。
25. 根據申請專利範圍第 24 項所述之方法，其中，半導體晶圓更進一步包含一多數目之銅之相互連接線路，其藉由一從包含有鈹、鈹氮化物、鈦、鈦氮化物、鎢與鎢氮化物族群中選擇之材料所形成之有抗力之阻隔層與一層際

六、申請專利範圍

間介電層隔離。

26. 根據申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中，塗覆材料以一段足以轉換塗覆材料為一具有低於約 3.9 之一低介電常數材料之第一時間段補救。
27. 根據申請專利範圍第 12 項所述之方法，其中，塗覆材料以一段足以轉換塗覆材料為一具有低於約 3.0 之一低介電常數材料之第一時間段補救。
28. 一種補救塗覆至一基板表面上之一低介電常數材料之塗覆層之方法，其包含之步驟為：
 - (a) 尖銳狀之加溫以一大於約每秒鐘 50°C 之加熱速率加熱塗覆之基板至第一升高溫度；
 - (b) 使塗覆之基板維持在此第一升高溫度一段不超過 1 秒鐘之第一時間段；及
 - (c) 以一大於約每秒鐘 50°C 之冷卻速率冷卻塗覆有一塗覆材料之基板至一低於所述之升高溫度。
29. 根據申請專利範圍第 28 項所述之方法，其更進一步包含：
 - (d) 尖銳狀之加溫以一大於約每秒鐘 50°C 之加熱速率加熱塗覆之基板至第二升高溫度，其可與第一升高溫度相同或不同；
 - (e) 使塗覆之基板維持在此第二升高溫度一段不超過 1 秒鐘之第二時間段；及
 - (f) 以一大於約每秒鐘 50°C 之冷卻速率冷卻塗覆有一塗覆材料之基板至一低於所述之升高溫度。

六、申請專利範圍

30. 根據申請專利範圍第 28 項所述之方法，其中，基板為一半導體晶圓。
31. 根據申請專利範圍第 28 項所述之方法，其中，在冷卻步驟 (c) 前，塗覆材料被完全地補救。
32. 根據申請專利範圍第 29 項所述之方法，其中，在尖銳狀之加溫步驟 (d) 前，塗覆材料只被部份地補救。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線