414812

申請日期：87.12.8	案號：87120344
類別：C30B 25/06	

(以上各欄由本局填註)

公告本

發明專利說明書

一、發明名稱	中文	低介電常數之氟化非晶質碳介電物質及其製造方法
	英文	LOW-K FLUORINATED AMORPHOUS CARBON DIELECTRIC AND METHOD OF MAKING THE SAME 414812
二、發明人	姓名（中文）	1.楊 鴻寧 2.塔伊 恩葛因
	姓名（英文）	1.HONGNING YANG 2.TUE NGUYEN
	國籍	1.美國 2.美國
	住、居所	1.美國 華盛頓州98683 凡庫弗市 東南185街2309號 2.美國 華盛頓州98683 凡庫弗市 東南171街1603號
三、申請人	姓名（名稱）（中文）	1.日商夏普股份有限公司 2.美商夏普微電子科技公司
	姓名（名稱）（英文）	1.SHARP KABUSHIKI KAISHA 2.SHARP MICROELECTRONICS TECHNOLOGY, INC.
	國籍	1.日本 2.美國
	住、居所（事務所）	1.日本國大阪府大阪市阿倍野區長池町22番22號 2.美國華盛頓州坎馬斯市新太平洋濱大道5700號
	代表人姓名（中文）	1.町田 勝彥 2.瓊 A. 休意爾
	代表人姓名（英文）	1.KATSUHIKO MACHIDA 2.JON A. SHROYER

本案已向

國(地區)申請專利	申請日期	案號	主張優先權
美國 US	1998/02/13	09/023,382	有

有關微生物已寄存於	寄存日期	寄存號碼

無

五、發明說明（1）

發明背景與摘述

本發明係關於一種形成層間介電物的方法，該介電物為積體電路互連構造中所使用的類型，且更特定言之，係關於形成低介電常數絕緣材料的電漿強化化學氣相沈積法。

大型積體電路的設計者和製造者持續製造更小得多的裝置，其容許更快的速度和更形增加的裝置構裝密度。超大型積體(ultra-large-scale-integration，下文簡稱ULSI)電路上的個別外觀尺寸(例如，電晶體閘極長度)正縮小至小於0.25微米(μm)。其最終在半導體晶片構裝密度上的增加，和其相關在功能性上的增加，已大幅地增加每一晶片上的互連數目和密度。

更小的晶片上裝置，構裝得更密接在一起，具有增加的功能性和複雜度，需要更小、更為複雜(例如，更多繞線層)、且更為緊密間隔的互連(導線、通孔等)。更小尺寸的互連，其增加阻抗，和更緊密的互連間隔，造成RC(阻抗-電容)耦合問題，其包括層間和層內導體之間的傳遞延遲和申音雜訊。

當互連導線，包括層間和層內兩者，變得更小且更緊密間隔時，RC延遲變成整體訊號延遲的一個漸增部份，抵消了任何由較小裝置尺寸所獲致的速度優點。RC延遲因此限制了裝置性能上的改良。小的導體尺寸增加金屬導線的電阻係數(R)且更小的線間和層間間隔增加導線之間的電容(C)。諸如銅之較低電阻係數金屬的使用和發展將持續降低互連導線的電阻係數。電容可藉由使用較低介電常數

（即，較低k）的介電材料而降低。

由於電容(C)直接正比於互連介電物的介電常數(k)，所以，如果使用低介電常數(低k)材料作為配置於層間和層內導體之間與周遭的絕緣材料(介電物在本文中稱之為“互連介電物”或“互連介電材料”)，則ULSI電路所顯現的RC問題可減低。工業界所正尋求的是二氧化矽(SiO_2)的適當替代物，其已長期使用作為積體電路內的介電物。二氧化矽具有優異的熱穩定性和相對較好的介電性質，擁有4.0左右的介電常數。但目前對適合使用於IC電路互連內且具有比SiO_2更低介電常數的互連介電材料有所需求。

在長時間尋求作為ULSI電路內互連介電物的可能低介電常數材料之後，候選材料現在已經縮小至少數，視應用而定。一種有希望的材料，其最近已為人積極地研究且受到相當的注目，是氟化非晶質碳(a-F:C)。

氟碳聚合物已為人研究二十年以上，它們的大部份應用是用於塗層材料，以保護塑膠、纖維、和金屬。據悉，a-F:C膜可使用電漿強化CVD（plasma enhanced CVD，下文簡稱PECVD）加以製造。a-F:C的早期經驗顯示出，在室溫下沈積的膜會沈積成具有2.1一般低的介電常數及<300℃的熱穩定性。進一步的實驗顯示，如果a-F:C膜在較高的基材溫度下沈積，則熱穩定性會改良高達400℃，但介電常數增加~2.5以上。

表I敘述幾種碳族成員的介電常數和熱穩定性與a-F:C相較下如何。它顯示出，如果碳膜含有較高的氟濃度，則

五、發明說明（3）

介電常數會降低。在PECVD製造方法中，a-F:C膜的氟濃度視放電區域中的氟對碳比例而定，該比例由進料氣體成份、RF功率輸入、基材溫度、和總壓力所決定。熱穩定性與聚合物鏈之間的交聯程度密切相關。交聯程度愈大，結構連結得愈緊，且熱穩定性愈高。在PECVD製造方法中，升高基材溫度、增強離子撞擊、或是施加低頻電漿能量都能增加a-F:C膜中的交聯。較高溫度沈積具有無可避免地降低氟濃度，因此增大介電常數的缺點。

表Ⅰ：幾種碳族成員的關聯特性

材　　料	化學成份	結　　構	k	熱穩定性
鑽石	碳	結晶性，完全交聯	大於5	非常高
氫化碳(a-H:C)或類鑽石碳(DLC)	碳&氫 H:30原子百分比-50原子百分比	非晶質聚合物，高度交聯	2.7-3.8	350-400℃
氟化非晶質碳(a-F:C)	碳&氟 F:40原子百分比-50原子百分比	非晶質聚合物，高度交聯	2.1-2.8	300-420℃
PTFE或鐵氟龍	碳&氟 F:67原子百分比	$(-CF_2-)$聚合物，未交聯	2.0	<300℃

與低沈積溫度下的製造方法相比較，高溫沈積製造方法的缺點是，它不但增大介電常數，也因增加的熱應力而造成對SiO_2和Si_3N_4的不良附著性，同時造成較高的膜中漏電流。它顯示出，較低的沈積溫度是為人想要的。

氟化非晶質碳具有低於3.0的介電常數k，視膜中氟(F)的比例而定，可具有在2.0至2.5範圍中的k。a-F:C的主要問題是它的不良熱穩定性。迄今，尚無法製備出具有合適

五、發明說明 (4)

之低介電常數性質(k小於2.5)，及400℃以上之熱穩定性的a-F:C膜。對製造ULSI晶片為典型之燒結範圍(450℃)內的溫度造成a-F:C膜過度收縮，大概是因為氟揮發而引起。機械強度和附著性問題對a-F:C的使用作為高密度積體電路中之互連介電物，也是障礙。

擁有一種介電材料使用於積體電路的互連構造中會是有益的，在本文中另外稱之為“互連介電物”，其具有低介電常數(k=3.0或更小)及高達450℃的改良熱穩定性，因此而提供對二氧化矽介電物之適當的較低k取代。

擁有一種a-F:C膜，其具有2.5或更小的介電常數且至450℃是熱穩定的，也會是有益的。

擁有一種形成a-F:C膜於矽基材上的方法也會是有益的，其使用電漿強化化學氣相沈積(PECVD)技術以沈積低k a-F:C介電材料於半導體基材上，其中最終形成的a-F:C高達450℃是幾乎完全穩定的。

因此，電漿強化化學氣相沈積(PECVD)製造方法為人提供為沈積介電材料於基材上，用於積體電路的互連構造。該方法包含數個步驟，其包括定位基材於PECVD處理室中並加熱基材至200℃以上的溫度。將含氟氣體(fluorine containing gas，下文簡稱FCG)和含碳氣體(carbon containing gas，下文簡稱CCG)流量在足夠的供應能量之下，導入處理室中，以在處理室中形成氟和碳氣體電漿。選擇FCG對CCG的比例以沈積氟化非晶質碳於基材上。在導入FCG和CCG流量進入處理室之同時，導入矽烷(SiH_4)流量

五、發明說明 (5)

進入處理室。矽烷增進沈積於基材上之氟化非晶質碳的熱穩定性。

在本發明製造方法中所使用的較佳含氟氣體(FCG)是八氟環丁烷(C_4F_8)。在該製造方法中所使用的較佳含碳氣體(CCG)是甲烷(CH_4)。對氟化非晶質碳在基材上的沈積而言，適當的FCG對CCG比例大致是在1/1和30/1(FCG/CCG)之間的範圍內，較好，大致在5/1至15/1的範圍中。導入於PECVD處理室中之FCG，CCG，和矽烷氣體混合物的矽烷氣體百分比較好一般是在1%至15%的範圍內。在FCG，CCG，和矽烷導入處理室期間，PECVD處理室內所維持的周遭壓力較好一般是在0.3托耳至2.0托耳的範圍內。

在FCG，CCG，和矽烷導入PECVD處理室期間，供應電漿能量，處於高頻(high frequency，下文簡稱HF)電漿能量型式，以解離導入處理室的氣體。同時，導入低頻(low frequency，下文簡稱LF)能量於處理室中，以強化所沈積之a-F:C膜中的交聯。HF能量具有13.56百萬赫茲的頻率，較好在每平方厘米基材表面0.5瓦和3.0瓦之間的能量大小下施加。類似地，LF以一般在100千赫茲至900千赫茲之範圍內的頻率範圍施加，低頻能量大小較好一般是在每平方厘米基材表面0.5瓦和3.0瓦之範圍內。

上述說明的製造方法進行一段持續時間，其足以沈積選定厚度之氟化非晶質碳於基材上。對使用本發明所沈積之a-F:C膜而言，儘管本發明未加以限制至任何特定的厚度範圍，適當的選定厚度一般是在1,000埃至10,000埃的範

五、發明說明 (6)

圍內。在選定厚度之氟化非晶質碳於基材上之沈積完成時，將基材和所沈積的氟化非晶質碳加以退火。儘管該製造方法可與300℃和550℃之間的退火併用，本發明容許在大於或等於440℃之溫度下退火。退火的持續時間為設計選擇之事項，但一般將超過20分鐘，且可以是2小時或更長，視要製造之積體電路的設計和性能規格而定。

圖面簡單說明

圖1是在本發明之製造方法中實施選定步驟之PECVD處理室的圖式描述。

圖2是敘述根據本發明，在如圖1中所顯示之PECVD處理室內，沈積氟化非晶質碳於基材上之製造方法中諸步驟的方塊圖。

圖3是敘述在PECVD處理室中，沈積氟化非晶質碳於基材上之製造方法較佳具體實施例的方塊圖，進行整個製造方法至最終的退火。

較佳具體實施例詳細說明

本發明提供一種製造方法，用於沈積氟化非晶質碳(a-F:C)於矽晶圓或其他基材上。晶圓基材，在該方法之諸步驟進行之時，已經藉由為人所熟知的技術加以處理(未顯示)，以在晶圓上產生積體電路(IC)外貌(例如，電晶體和其他主動及被動元件)。基材上積體電路外貌的型式和數目對本發明之製造方法並不重要，除了低k氟化非晶質碳介電材料最有利地使用在超大型積體(ULSI)高密度IC上之外。在互連構造中，諸如導線和通孔(未顯示)，其

五、發明說明 (7)

為典型形成於沈積在晶圓上之互連介電膜中，且延伸穿過，之為人所熟知的導電性互連外貌，所使用的介電材料包括在本發明之方法中所沈積的a-F:C介電物。在互連構造中所使用的型式、結構、和導電性材料，以及形成這類構造的方法，不在本文中加以說明，且其為熟諳此技藝者所熟知設計選擇事項。本發明係關於形成合適之低介電常數(低k)介電膜的方法，該膜沈積於晶圓上且適合於ULSI和類似之IC中導線、通孔、和其它導體之間和周圍的使用。

圖1是合適之裝置10的圖示，其用於在諸如晶圓12的基材上進行電漿強化化學氣相沈積(PECVD)。裝置10包括適合於固定一片或多片晶圓12之大小的PECVD處理室16，晶圓在處理室內受支撐於叉柱20上。作為典型的這類處理室，內部22可以如所想要地藉由適當的幫浦和閥門裝置予以抽真空或施加壓力，如在圖1中所圖示藉由幫浦26。個別的晶圓12藉由合適的晶圓固定器30，穿過處理室壁中的閘門閥32，移進及移出處理室16，而容許晶圓移至叉柱20上加工，然後自處理室移走。

在PECVD處理中所使用的選擇氣體從各種的氣體供應貯存筒，整體標示為40，以閥門42控制，經由合適的歧管系統36導入處理室中。該氣體經由所謂的噴霧頭46而導入處理室內，其如所需要地分散氣體。叉柱20可加熱至任何想要的溫度，針對此目的的加熱元件圖式描述為加熱器50。使用加熱器和叉柱以選定PECVD處理期間晶圓12的溫度。

五、發明說明 (8)

經由RF產生器52，其供應經由噴霧頭46輻射的高頻(HF)RF功率，供應電漿能量至處理室。儘管本發明未受限於任何的確切高頻數值，在PECVD處理室中HF電漿能量使用的工業標準是13.56百萬赫茲(MHz)。裝置10較好也包括低頻(LF)產生器56，用於供應LF功率至處理室內部。LF功率以熟諳此技藝者所熟知的方式，施加於叉柱20和噴霧頭46之間。LF功率用以增進在PECVD處理期間，沈積於晶圓12上之非晶質氟化碳(a-F:C)膜中的交聯。

圖2敘述本發明之製造方法中的步驟，其將參考圖1和2加以說明。首先將晶圓基材12藉由晶圓固定器30定位於PECVD處理室16中的叉柱20上。基材12典型是製備用於接受a-F:C的矽晶圓，a-F:C要沈積於晶圓的上方表面58。顯示於圖2中的第一步驟是步驟70，其為基材12的加熱至200℃以上的溫度。較好，將晶圓12加熱至一般在200℃-300℃的溫度。

下一步驟76是含氟氣體(FCG)和含碳氣體(CCG)流量，從適當的供應器40經由歧管36的導入處理室16中。在本發明之製造方法中，較佳的FCG是八氟環丁烷(C_4F_8)，較佳的CCG是甲烷(CH_4)。導入處理室16內的FCG/CCG比例如加以選擇以藉由電漿強化化學氣相沈積法來沈積a-F:C於基材12上。建議比例介於1/1和30/1之間(FCG/CCG)，較好，介於5/1和15/1之間。在步驟76期間，施加適當的電漿功率於處理室16內(步驟78)。在本發明中，適當的電漿功率包括HF能量(13.56 MHz)，在每平方厘米基材表面(即基材12

五、發明說明 (9)

之表面)0.5瓦和3.0瓦之間的能量大小下，和LF能量，以一般在100千赫茲至900千赫茲之範圍內的頻率，在每平方厘米基材表面0.5瓦和3.0瓦的能量大小下。

如熟諳PECVD處理者所知，處理室16中的電漿能量解離導入的氣體，產生高分子自由基，其沈積於晶圓12的表面58上。C_4F_8提供兩種長壽命自由基的放電。一種是氟碳自由基(CF_x)(其中$1 \leqq x \leqq 2$)，其為a-F:C沈積物的建構團塊。另一種是F和F_2原子，其為形成揮發性氟化物的破壞性蝕刻劑，其弱化沈積於基材12上的a-F:C膜。甲烷作為放電氫(H)自由基，其可藉由形成揮發性HF而束縛住F原子，其降低了來自F和F_2原子的蝕刻，因此改良了沈積於晶圓上之最終a-F:C膜的穩定性。沈積速率和a-F:C膜的氟濃度以FCG和CCG氣體的流動速率，以及處理室16之內的處理室壓力加以選擇性地控制。如上所提，FCG對CCG的比例一般是介於1對1和30對1之間，較好是介於5對1和15對1之間(FCG/CCG)。在步驟76和78期間，處理室16之內所維持的周遭壓力較好一般是在0.3托耳至2.0托耳的範圍內。

本發明更包括導入矽烷(SiH_4)氣體於處理室16內的額外步驟80，其在步驟76和78期間與FCG和CCG氣體一起導入。在步驟80期間導入處理室16內的矽烷百分比較好一般是在總導入氣體(即，FCG和CCG和矽烷)之1%至15%的範圍內。矽烷已為人發現以改良沈積之a-F:C膜的熱穩定性。

PECVD處理室中的反應摘述如下：

電漿聚合化學

五、發明說明 (10)

- 前驅體：$C_4F_8+CH_4$
- 電漿放電所產生的自由基：

$$C_4F_8\ (\text{放電}) \rightarrow \begin{cases} \left.\begin{matrix} CF \\ CF_2 \end{matrix}\right\} & \text{聚合物建構區塊：} (CF_x)_n\ 1 \le x \le 2 \\ \left.\begin{matrix} F \\ F_2 \end{matrix}\right\} & \text{Ecthants} \end{cases}$$

- 添加CH_4→抑制對$(CF_x)_n$沈積物的氟蝕刻：

$$CH_4\ (\text{放電}) \rightarrow \begin{cases} CH_2 \\ H \end{cases}, \qquad H+F \rightarrow HF$$

- 添加SiH_4→抑制對$(CF_x)_n$沈積物的氟蝕刻：

$$SiH_4\ (\text{放電}) \rightarrow \begin{cases} SiH_3 \\ H \end{cases}, \qquad H+F \rightarrow HF$$

沈積於晶圓12上的非晶質氟化碳，其為本發明之產物86，已為人發現具有比未使用矽烷氣體所沈積之a-F:C膜更低的介電常數和更大的熱穩定性。熱穩定性一般定義為所沈積之a-F:C膜在高溫退火期間之最小至零的收縮(例如，小於1%的收縮)，退火是在IC晶圓上之層間互連完成之時進行。在IC晶圓製造中，能夠在440℃以上之溫度下將製造出的晶圓退火至少約略20分鐘，較好介於30分鐘和高達幾個小時之間，是有助益的。退火一般是晶圓上裝置之完整製造方法的一部份。與a-F:C介電物在IC晶圓上之

五、發明說明 (11)

使用有關的一個嚴重問題是，它在350℃-400℃以上之退火期間的不良熱穩定性。使用先前技藝製造方法所沈積的氟化非晶質碳膜，當遭遇較高溫度的退火時(440℃+)，顯現出不為人期待的收縮，例如，5%-20%或更多。先前技藝PECVD非晶質氟化碳沈積製造方法，其不使用矽烷，藉由降低膜的氟含量，已經能夠稍微改良沈積膜的熱穩定性(容許高達405℃至425℃的最終退火溫度)，帶有可接受的收縮。但降低膜中的F含量傾向增大介電常數(k)至也許k=2.6+。

本發明能夠提供具有良好熱穩定性(在高達440℃-465℃的最終退火下，最小或零收縮)及低k(k=2.25至2.5)的a-F:C膜。大幅改良的熱穩定性提供於整個較廣的退火溫度範圍，例如，介於300℃-550℃之間。在a-F:C沈積期間，導入矽烷氣體進入PECVD處理室的益處，據信在於藉由提供額外的H自由基，用於與處理室中的F和F_2蝕刻劑結合，而幫助氟自由基的減少，如上述在“電漿聚合化學”標題之下所顯示之最後一組反應所摘述。不管藉由何種製造方法，使用上述指定百分比矽烷之導入的實驗確實改良了熱穩定性並降低了因而形成之a-F:C膜的介電常數。

圖3顯示出本發明之製造方法的例示性具體實施例，更詳細地解釋該製造方法。參考圖1和3，在步驟100中，晶圓12定位於處理室16中的叉柱20上，並加熱至一般在200℃至300℃之範圍中的溫度。在步驟102中，將氣體C_4F_8、CH_4、和SiH_4經由供應源40和閥門42和歧管36導入處

五、發明說明 (12)

理室16中。氣體透過噴霧器46而分散於處理室16中。在步驟102期間，氣體的流動速率是維持處理室16內之周遭壓力一般在0.3托耳和2.0托耳範圍內所需要的速率。在步驟102期間，C_4F_8對CH_4的比例(C_4F_8/CH_4)一般是在1/1至30/1的範圍內，且較好是在5/1和15/1之間。在步驟102中導入的矽烷氣體百分比，當作三種導入氣體C_4F_8、CH_4、和SiH_4的百分比，一般是在1%至15%SiH_4的範圍內。

在步驟102期間，C_4F_8、CH_4、和SiH_4的流動速率可替代性地變換特性為以標準立方厘米/分鐘(standard cubic centimeters per minute，下文簡稱sccm)、每立方米之PECVD處理室16中內部容積22所量測到的流動速率。下述是進行步驟102的適當流動速率(每m^3的處理室容積)：

每立方米3000至10,000 sccm的C_4F_8；

每立方米300至1100 sccm的CH_4；和

每立方米100至550 sccm的SiH_4。

在氣體C_4F_8、CH_4、和SiH_4的導入期間，藉由施加HF和LF電漿能量於處理室16中而進行步驟104。HF能量是在建議的13.56 MHz標準頻率和每平方厘米之基材晶圓12表面面積58為0.5瓦和3.0瓦之間的能量大小之下。類似地，LF能量是在一般在100 KHz至900 KHz範圍內之頻率，每平方厘米之基材表面為0.5瓦和3.0瓦之間的能量大小之下施加。

步驟102和104沈積a-F:C於晶圓12上(步驟108)。在步驟108中沈積之a-F:C膜的適當厚度一般是在1,000埃至10,000埃的範圍中。

五、發明說明 (13)

最後，將晶圓12藉由任何合適的機構，諸如固定器30，自處理室16移出，並在合適的退火爐中以一般在300℃至550℃之範圍中的溫度加以退火(步驟110)。該製造方法在440℃以上，一般是在440℃-465℃之範圍內，的退火溫度下，顯現出良好的熱穩定性(即，小於約略1%的收縮)。

下面是本發明之製造方法的一個特定實驗實例：

實例

在牛津電漿實驗室100 PECVD系統處理室中，將6英吋晶圓12置於叉柱20上，並加熱至250℃的溫度。以下列的流動速率將C_4F_8、CH_4、和SiH_4氣體的流量導入處理室中

C_4F_8 ：137 sccm；

CH_4 ：15 sccm；和

SiH_4：6.1 sccm。

HF功率(13.56 MHz)以200瓦的功率大小施加且LF功率(500 KHz)以200瓦施加。處理室中的周遭壓力維持在約略0.4托耳。

上述條件產生1,200埃/分鐘的a-F:C沈積速率。沈積進行四分鐘。然後將晶圓自處理室移出，並在450℃下進行最終的退火30分鐘。

最終形成的a-F:C介電常數k約略是2.3。

本發明已為人發現，以改良藉由PECVD製造方法所形成之沈積a-F:C膜的熱穩定性並降低其介電常數。在本發明範疇之內的製造方法中變化是可能的。例如，在實驗實例中指定的沈積溫度和氣體比例僅是建議性的。在本文所揭

五、發明說明 (14)

示的特定範圍之內，使商業生產採用之IC製造製程中所使用的流動速率和溫度最佳化，將是需要的。



四、中文發明摘要 （發明之名稱：低介電常數之氟化非晶質碳介電物質及其製造方法）

本發明提供一種沈積氟化非晶質碳(a-F:C)膜於IC晶圓上的製造方法，以提供低介電常數的互連介電材料。該製造方法，在PECVD反應室中進行，將矽烷氣體(SiH_4)導入於用以沈積a-F:C膜的C_4F_8和CH_4氣體混合物中。矽烷幫助減低沈積膜中的氟蝕刻劑，幫助改良沈積產物中的交聯。根據本發明所產生的膜同時具有低介電常數，一般低於2.4，和高熱穩定性，一般高於440℃，容許較高的熱退火溫度。

英文發明摘要 （發明之名稱：LOW-K FLUORINATED AMORPHOUS CARBON DIELECTRIC AND METHOD OF MAKING THE SAME）

The invention provides a process for depositing fluorinated amorphous carbon (a-F:C) films on IC wafers to provide a low-k interconnect dielectric material. The process, carried out in a PECVD chamber, introduces silane gas (SiH_4) into the mixture of C_4F_8 and CH_4 gases used to deposit a-F:C films. The silane helps to decrease the fluorine etchants in the deposited film, helping to improve the crosslinks in the deposited product. Film produced in accordance with the

四、中文發明摘要 （發明之名稱：低介電常數之氟化非晶質碳介電物質及其製造方法）

英文發明摘要 （發明之名稱：LOW-K FLUORINATED AMORPHOUS CARBON DIELECTRIC AND METHOD OF MAKING THE SAME）

present invention has both low-k, generally below 2.4, and high thermal stability, generally above 440℃, allowing for higher thermal anneal temperatures.



六、申請專利範圍

1.一種沈積介電材料於基材上的電漿強化化學氣相沈積(PECVD)製造方法，用於積體電路的互連結構中，方法包含下列步驟：

a)定位基材於PECVD處理室中並加熱基材至200℃以上的溫度；

b)在足夠的施加能量之下，將含氟氣體(FCG)和含碳氣體(CCG)流量導入於處理室中，以形成氟和碳氣體電漿，選擇FCG對CCG比例以沈積氟化非晶質碳於基材上；且

c)將SiH_4(矽烷)氣流與步驟b)中的FCG和CCG一起導入於處理室中，藉此使矽烷增加沈積於基材上之氟化非晶質碳的熱穩定性。

2.根據申請專利範圍第1項之PECVD製造方法，其中在步驟a)中，將基材加熱至一般在200℃至300℃之範圍內的溫度。

3.根據申請專利範圍第1項之PECVD製造方法，其中在步驟b)中所導入的FCG是C_4F_8。

4.根據申請專利範圍第3項之PECVD製造方法，其中在步驟b)中所導入的CCG是CH_4。

5.根據申請專利範圍第4項之PECVD製造方法，其中C_4F_8、CH_4、和矽烷的導入期間，在PECVD處理室中所維持的周遭壓力一般是在0.3托耳至2.0托耳的範圍中。

6.根據申請專利範圍第5項之PECVD製造方法，其中在步驟b)和c)期間，導入PECVD處理室內的C_4F_8對CH_4比例(C_4F_8/CH_4)一般是介於1/1和30/1之間。

六、申請專利範圍

7. 根據申請專利範圍第5項之PECVD製造方法，其中在步驟b）和c）期間，導入PECVD處理室內的C_4F_8對CH_4比例（C_4F_8/CH_4）一般是介於5/1和15/1之間。

8. 根據申請專利範圍第6項之PECVD製造方法，其中在步驟b）和c）中導入PECVD處理室內之C_4F_8、CH_4、和矽烷氣體的矽烷百分比一般是在1%至15%的範圍內。

9. 根據申請專利範圍第5項之PECVD製造方法，其中在步驟b）和c）中導入PECVD處理室內之C_4F_8、CH_4、和矽烷氣體的流動速率，每立方米的處理室內部容積，一般是在下列的範圍中：

每立方米3000至10,000 sccm的C_4F_8；

每立方米300至1100 sccm的CH_4；和

每立方米100至550 sccm的SiH_4。

10. 根據申請專利範圍第1項之PECVD製造方法，其中施加於處理室內以在其中形成氣體電漿的電漿能量包括13.56百萬赫茲之頻率和每平方厘米基材表面0.5瓦和3.0瓦間之能量大小的高頻能量。

11. 根據申請專利範圍第10項之PECVD製造方法，其中施加於處理室內的電漿能量更包括一般在100千赫茲至900千赫茲範圍內之頻率和每平方厘米基材表面0.5瓦和3.0瓦間之能量大小的低頻能量。

12. 根據申請專利範圍第1項之PECVD製造方法，其包括持續進行該製造方法，直至選定厚度之氟化非晶質碳沈積於基材上，且更包括在一般於300℃至550℃之範圍內的溫

六、申請專利範圍

度下退火基材的步驟。

13. 一種沈積介電材料於基材上的電漿強化化學氣相沈積(PECVD)製造方法，用於積體電路的互連結構中，方法包含下列步驟：

a)定位基材於PECVD處理室中並加熱基材至200℃和300℃之間的溫度；

b)導入八氟環丁烷(C_4F_8)、甲烷(CH_4)、和矽烷(SiH_4)於處理室中，其中導入氣體中的矽烷百分比一般是在1%至15%的範圍中。

c)施加電漿能量於處理室中以形成包括CF_x聚合物自由基的氣體電漿，對沈積氟化非晶質碳於基材上而言，其中x大於或等於1且小於或等於2；且

d)在步驟b)期間，維持足夠流量的八氟環丁烷、甲烷、和矽烷進入處理室中，以提供一般是在0.3托耳至2.0托耳之範圍內的內部處理室壓力，直到選定厚度之氟化非晶質碳沈積於基材上。

14. 根據申請專利範圍第13項之PECVD製造方法，其中施加於處理室內的電漿能量更包括13.56百萬赫茲之頻率和每平方厘米基材表面0.5瓦和3.0瓦間之能量大小的高頻能量。

15. 根據申請專利範圍第14項之PECVD製造方法，其中施加於處理室內的電漿能量更包括一般在100千赫茲至900千赫茲範圍內之頻率和每平方厘米基材表面0.5瓦和3.0瓦間之能量大小的低頻能量。

六、申請專利範圍

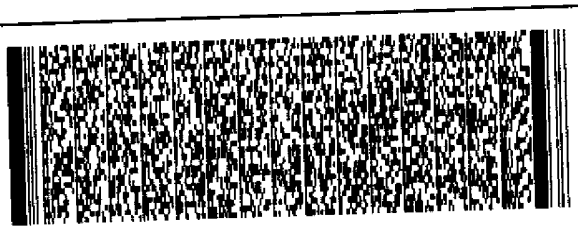
16. 根據申請專利範圍第13項之PECVD製造方法，其中在製造方法期間導入PECVD處理室內的八氟環丁烷對甲烷比例(C_4F_8/CH_4)一般是介於1/1和30/1之間。

17. 根據申請專利範圍第16項之PECVD製造方法，其中在步驟b)和c)中導入PECVD處理室內之C_4F_8、CH_4、和矽烷氣體的矽烷百分比一般是在1%至15%的範圍內。

18. 根據申請專利範圍第13項之PECVD製造方法，其中在製造方法期間導入PECVD處理室內的八氟環丁烷對甲烷比例(C_4F_8/CH_4)一般是介於5/1和15/1之間。

19. 根據申請專利範圍第18項之PECVD製造方法，其中在步驟b)和c)中導入PECVD處理室內之C_4F_8、CH_4、和矽烷氣體的矽烷百分比一般是在1%至15%的範圍內。

20. 根據申請專利範圍第13項之PECVD製造方法，其包括持續進行該製造方法，直至選定厚度之氟化非晶質碳沈積於基材上，且更包括在大於或等於440℃的溫度下退火基材的步驟。



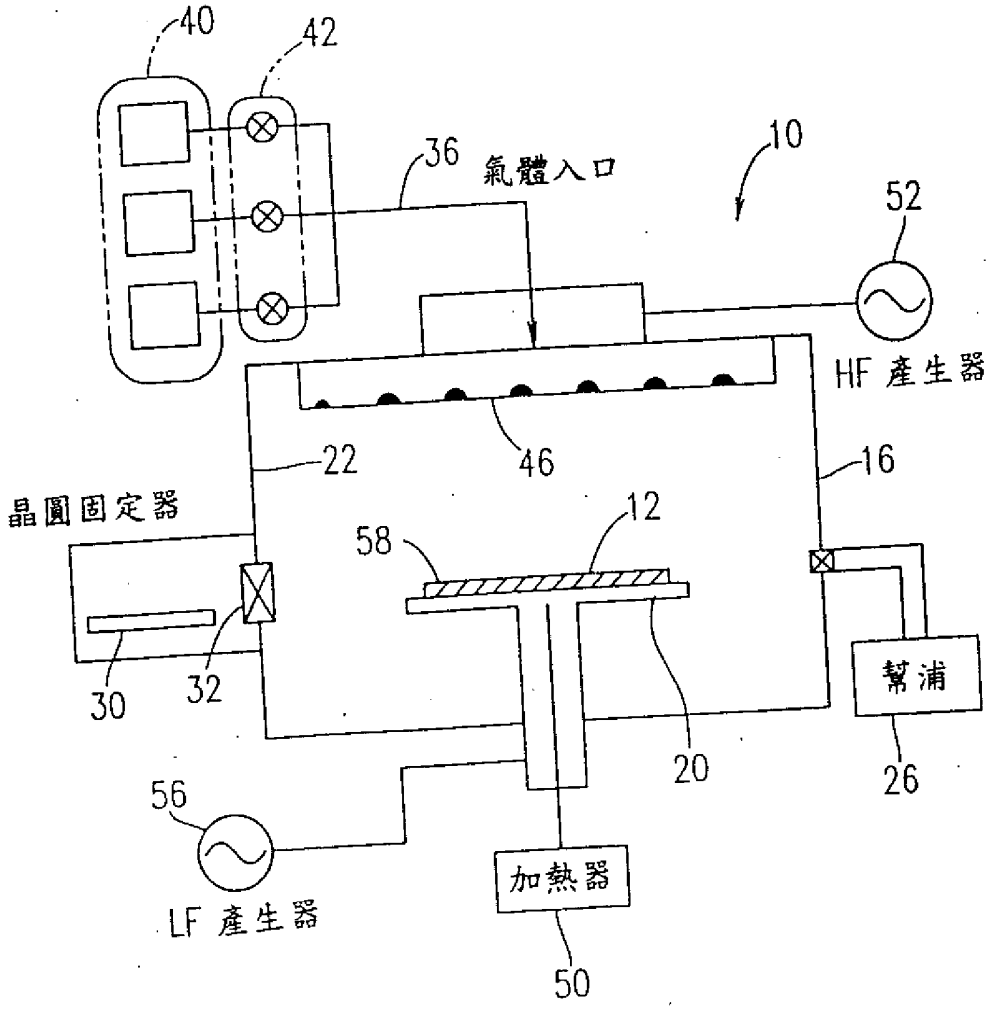

40
42
36
氣體入口
10
52
HF 產生器
22
46
16
晶圓固定器
12
58
30
32
幫浦
20
26
56
加熱器
LF 產生器
50

圖1

圖式

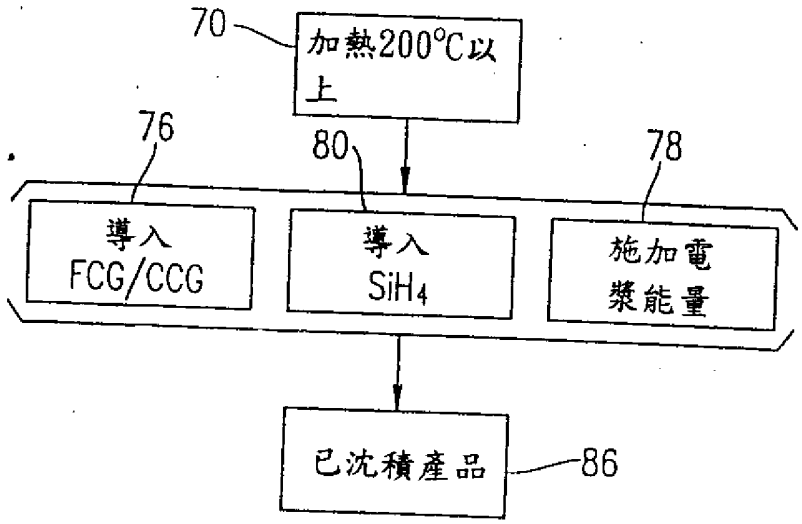


圖2

圖式

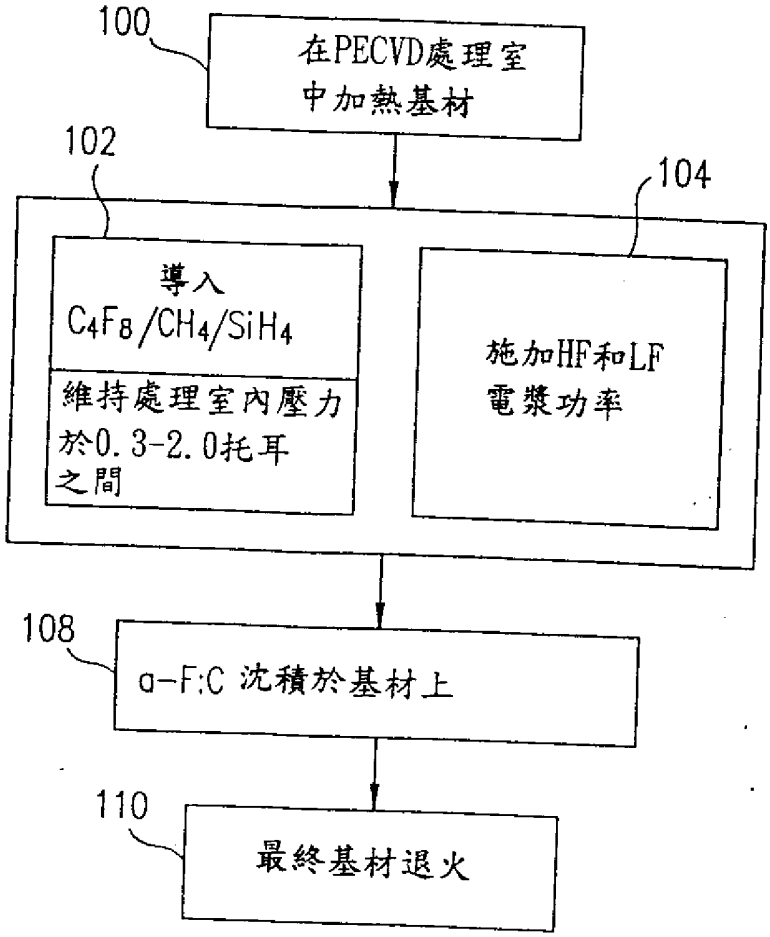

100
在PECVD處理室
中加熱基材
102
104
導入
$C_4F_8/CH_4/SiH_4$
維持處理室內壓力
於0.3-2.0托耳
之間
施加HF和LF
電漿功率
108
a-F:C 沈積於基材上
110
最終基材退火

圖3