

公告本

申請日期	P0. 10. 16
案 號	P0125612
類 別	C23C 14/12, H01L 21/312

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

552308

發 明 專 利 說 明 書 新 型		
一、發明 名稱	中 文	沉積有機矽酸鹽層之方法
	英 文	METHOD OF DEPOSITING ORGANOSILICATE LAYERS
二、發明 人	姓 名	1.腓特烈蓋拉德溝 2.夏立群 3.艾立耶和
	國 籍	1.法國 2.美國 3.美國
	住、居所	1.法國梅郎 38240 克明迪拉黑 11b 2.美國加州聖大克勞拉市雷絲大街 868 號 3.美國加州聖荷西市匹斯脫亞路 5888 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商·應用材料股份有限公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號
	代 表 人 姓 名	瓊西 J. 史維尼

裝
訂
線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

(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

本案已向美國申請專利；申請日：2000 年 11 月 27 日 案號：09/723,886 號

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

五、發明說明()

發明領域：

本發明是有關於一種用在積體電路製造中之有機矽酸鹽層，且特別是有關於一種形成有機矽酸鹽層之方法。

發明背景：

積體電路已被發展成具有複雜的元件，其可在單晶片上包括有數百萬個元件(例如電晶體、電容器及電阻器)。在晶片設計之發展過程中，持續地要求更快的電路系統及更大的電路容量。要達到更大的電路容量，則必須要能減小積體電路元件的尺寸。

若積體電路元件的尺寸減小(例如次微米尺寸)，則用於製造此種元件的物質會促成其電子執行效能。舉例來說，低阻率金屬內連接(例如銅及鋁)提供積體電路上之元件間的導電路徑。大體上，金屬內連接係經由一隔離物質而彼此電性隔離。當相鄰金屬內連接間的距離及/或隔離物質的厚度是次微米尺寸時，可能會在此內連接之間發生電容耦合現象。相鄰金屬內連接間之電容耦合可能會造成干擾及/或電阻電容(RC)延遲，導致會降低積體電路的整體執行效能。為了防止相鄰金屬內連接間之電容耦合，低介電常數(k)隔離物質(例如介電常數低於約4.5)是有需要的。

要有更大的積體電路容量，也強迫要求在用於積體電路製造之製造過程上。舉例來說，在使用傳統微影技術之製造過程中，於基材上之一堆疊物質層上形成一能量感應電阻層。許多的這些下層物質層會反射紫外線光。此種反

五、發明說明()

射可能會扭曲特徵之尺寸，例如形成在能量感應電阻物質中之金屬線及介層窗。

一種可將來自下層物質層之反射減至最小的技術已被提出，其係使用抗反射層(ARC)。ARC是在電阻圖案過程前，被形成在反射物質層上。ARC可在電阻成像期間，抑止來自下層物質層之反射，藉以在能量感應電阻層中提供準確的圖案複製。

之後，形成在能量感應電阻層中之圖案，一般會被轉移至下層物質層中。硬罩幕層通常是被用在能量感應電阻層與下層物質層之間，藉以促使圖案轉移至下層物質層中。

因此，在習知中，必須要有適用於積體電路製造之低介電常數物質。特別的是，最佳的低介電常數物質也是ARC及/或一硬罩幕。

發明目的及概述：

提供一種在積體電路製造中形成有機矽酸鹽層之方法。在一實施例中，有機矽酸鹽層係經由反應一氣體混合物來形成，而上述氣體混合物包括一含苯基之烷氧基矽烷化合物。包括含苯基之烷氧基矽烷化合物之氣體混合物，可經由提供電場於其中來反應。氣體混合物可選擇性地包括有機矽甲烷化合物、氧化氣體及/或惰氣。

此有機矽酸鹽層符合積體電路製造過程。在一積體電路製造過程中，此有機矽酸鹽層是用做為在 DUV 微影製

五、發明說明（ ）

程中之抗反射層(ARC)。對此一實施例來說，一種較佳的製程步驟包括，形成有機矽酸鹽層於基材上。在波長小於約 250nm 時，此有機矽酸鹽層之折射索引(n)是約 1.2 至約 1.7 的範圍中，而其之吸收係數(κ)是約 0.1 至約 0.7 的範圍中。有機矽酸鹽層之折射索引(n)及吸收係數(κ)是可調整的，其可在預期範圍中改變，並做為在層形成期間所使用之沉積溫度和氣體混合之依據。在有機矽酸鹽層被形成於基材上之後，形成一能量感應電阻物質層於其上。在波長小於約 250nm 中，於能量感應電阻中定義出圖案。之後，在能量感應電阻物質中被定義出之圖案會被轉移至有機矽酸鹽層。在有機矽酸鹽層被圖案化之後，使用有機矽酸鹽 ARC 層做為硬罩幕，選擇性地將此圖案轉移至基材。

在另一積體電路製造過程中，有機矽酸鹽層是被結合至鑲嵌結構中。對此一實施例而言，一種較佳的製造步驟包括，沉積第一介電層於基材上。接著，形成有機矽酸鹽層於第一介電層上。之後，圖案化及蝕刻有機矽酸鹽層，以定義出接觸窗/介層窗。在圖案化及蝕刻有機矽酸鹽層之後，沉積第二介電層於圖案化有機矽酸鹽層上。接著，圖案化及蝕刻第二介電層，以定義出內連接。形成於第二介電層中之內連接係位於形成在有機矽酸鹽層中之接觸窗/介層窗上。在形成內連接之後，使用有機矽酸鹽層做為硬罩幕，使在有機矽酸鹽層中被定義出之接觸窗/介層窗被蝕刻透過第一介電層至基材表面。之後，使用一導電物質填滿內連接及接觸窗/介層窗，以完成鑲嵌結構。

五、發明說明()

圖式簡單說明：

本發明之教導，可經由參照往後之說明文字並輔以下列圖形而清楚易懂，其中：

第 1 圖為可用於實踐此處描述之實施例之一設備的示意圖；

第 2 圖為化學氣相沉積(CVD)室的剖面示意圖；

第 3a-3e 圖為在不同階段之積體電路製造中之基材的剖面示意圖，其結合有機矽酸鹽層做為抗反射層(ARC)；

第 4a-4e 圖為在不同階段之積體電路製造中之基材的剖面示意圖，其結合有機矽酸鹽層做為硬罩幕；及

第 5a-5e 圖為在不同階段之積體電路製造中之鑲嵌結構的剖面示意圖，其結合有機矽酸鹽層於此結構中。

圖號對照說明：

35	晶圓處理系統	36,38,40,41	製程反應室
46	裝載室	50	傳送室
51	傳送機械手臂	54	微處理器控制器
102	真空泵浦	106	AC 電源供應器
110	控制單元	120	噴灑頭
130	氣體控制板	150	支撐支柱
170	加熱器元件	172	溫度感測器
190	半導體晶圓	300,400,500	基材
302,404,504	有機矽酸鹽層		
304,408	能量感應電阻物質層		

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表
訂
線

五、發明說明()

306,410	罩幕	350,450	基材結構
402	物質層	406	中間層
501	導電特徵結構	502	第一介電層
503	內金屬介電層	505,512	阻障層
506	接觸窗/介層窗開口	508	第二介電層
510	內連接	514	導電物質

發明詳細說明：

第 1 圖為晶圓處理系統 35 的代表示意圖，其可依照此處描述之實施例而用於執行積體電路製造。此設備一般包括製程反應室 36,38,40,41、裝載室 46、傳送室 50、微處理器控制器 54，和其他硬體元件例如電源供應器(未顯示)及真空泵浦(未顯示)。此種晶圓處理系統 35 的一個範例是 CENTURA[®] System，可從 Applied Materials, Inc., Santa Clara, California 商業上取得。

用於本發明之晶圓處理系統 35 的詳細說明如美國專利第 5,186,718 號所描述，其標題為 "Staged-Vacuum Substrate Processing System and Method"，係於 1993 年 2 月 16 日公告，且併入此處做參考。此系統 35 之突出特徵簡略說明如下。

晶圓處理系統 35 包括一傳送室 50，傳送室 50 含有一傳送機械手臂 51。傳送室 50 耦接裝載室 46 和成串的製程反應室 36,38,40,41。

基材(未顯示)會透過裝載室 46 被負載至晶圓處理系

五、發明說明()

統 35 中。之後，傳送機械手臂 51 會在一或多個製程反應室 36,38,40,41 間移動基材。

製程反應室 36,38,40,41 係用於執行各種積體電路製造步驟。舉例來說，製程反應室 36,38,40,41 可包括物理氣相沉積(PVD)室、離子化金屬電漿物理氣相沉積(IMPVD)室、化學氣相沉積(CVD)室、快速加熱處理(RTP)室及抗反射層(ARC)室和其他者。

第 2 圖為晶圓處理系統 35 之化學氣相沉積(CVD)製程反應室 36 的剖面示意圖。依照此處描述之實施例，CVD 製程反應室 36 可被用於沉積有機矽酸鹽層。此種 CVD 製程反應室 36 的一個範例是 DXZ™反應室，可從 Applied Materials, Inc., Santa Clara, California 商業上取得。

CVD 製程反應室 36 一般包括一氣體控制板 130、一控制單元 110，和其他硬體元件例如電源供應器及真空泵浦。CVD 製程反應室 36 之詳細說明如美國專利申請案第 09/211,998 號所描述，其標題為 "High-Temperature Chemical Vapor Deposition Chamber"，係於 1998 年 12 月 14 日提出申請，且併入此處做參考。此 CVD 製程反應室 36 之突出特徵簡略說明如下。

CVD 製程反應室 36 通常包含一支撐支柱 150，用於支撐一基材例如一半導體晶圓 190。經由使用一位移機構(未顯示)，支柱 150 一般可在反應室 36 內部之垂直方向中移動。依據特定的製程，晶圓 190 可在層沉積之前被加熱至一些預期溫度。舉例來說，晶圓支撐支柱 150 係經由一

五、發明說明()

嵌入式加熱器元件 170 加熱。經由將來自 AC 電源供應器 106 之電子電流提供至加熱器元件 170 中，支柱 150 可以是抗熱的。晶圓 190 會依序地經由支柱 150 而加熱。

溫度感測器 172 例如熱電偶也被嵌入至晶圓支撐支柱 150 中，用於以傳統方法監視支柱 150 的溫度。量測溫度會被使用在一回授迴路中，以控制用於加熱元件 170 之電源供應器 106，使得晶圓溫度可被維持或控制在適用於特定製程應用之一預期溫度中。支柱 150 可使用電漿或經由輻射熱(未顯示)而被選擇性地加熱。

真空泵浦 102 係用於排泄製程反應室 36 及維持反應室 36 內部之合適氣流與壓力。製程氣體可透過噴灑頭 120 而進入反應室 36 內，噴灑頭 120 是被配置在晶圓支撐支柱 150 之上。噴灑頭 120 連接氣體控制板 130，用於控制及供應用在不同製程步驟中之各種氣體。

噴灑頭 120 及晶圓支撐支柱 150 也形成一對間隔電極。當這些電極間產生電場時，進入反應室 36 內的製程氣體會被燃燒成電漿。大體上，電場係經由透過匹配網路(未顯示)將晶圓支撐支柱 150 連接 RF 功率源(未顯示)而產生。當然，RF 功率源及匹配網路可以耦接至噴灑頭 120，或耦接至噴灑頭 120 及晶圓支撐支柱 150。

經由電場之應用，電漿增進型化學氣相沉積(PECVD)技術可提升反應物氣體之激發及/或分離至基材表面附近的反應區中，而創造出反應種類之電漿。電漿類之反應性可降低化學反應所需的能量，實際上可降低此種 PECVD

五、發明說明()

製程之要求溫度。

在至少一實施例中，有機矽酸鹽層沉積係經由含苯基之矽甲烷化合物之電漿增進型氧化作用來完成，而上述含苯基之矽甲烷化合物含有一個或數個烷氧基官能團，例如苯基三乙氧基矽烷。在氣體控制板 130 的控制下，如同具有調節流量之氣體，含苯基之烷氧基矽烷化合物會被導入至製程反應室 36 內。

透過氣體控制板 130 之氣流的合適控制及調節，係經由流量控制器(未顯示)及電腦(未顯示)來執行。噴灑頭 120 可使來自氣體控制板 130 之製程氣體被均勻地導入及散佈在製程反應室 36 中。

請參照第 1 圖，CVD 製程反應室 36 是由微處理器控制器 54 所控制。微處理器控制器 54 可以是任何形式之通用目的電腦處理器(CPU)的其中一種，其可被用在工業設定中，以控制各個反應室及子處理器。電腦可使用任何適當的記憶體，例如隨機存取記憶體、唯讀記憶體、磁碟、硬碟或任何其他形式的數位儲存裝置，且不論是當地或遠端的。各種支援電路可被耦接至 CPU，用於以傳統方法支援處理器。需要的軟體例程式可被儲存在記憶體中，或經由位於遠端之第二個 CPU 來執行。

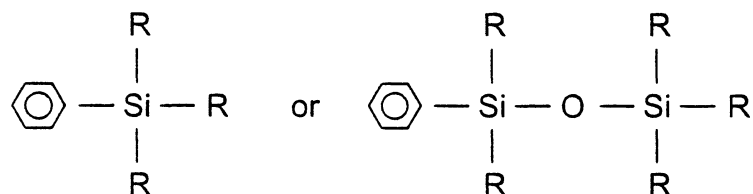
在基材被放置於支柱上之後，執行軟體例程式。當執行軟體例程式時，將通用目的電腦變換成特定製程電腦來控制反應室操作，藉以執行一反應室製程。當然，本發明之製程可以硬體執行，例如特殊應用積體電路或其他

五、發明說明 ()

類型的硬體實行方案，或軟體或硬體之結合者。

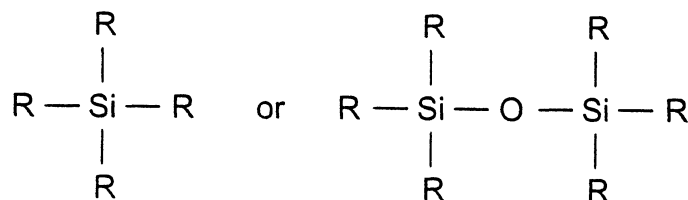
有機矽酸鹽層沉積

在一實施例中，有機矽酸鹽層係經由反應一氣體混合物而形成，上述氣體混合物包括含苯基之烷氧基矽烷化合物。此種含苯基之烷氧基矽烷化合物具有通用化學式為：



其中，R 可包括 $\text{O}_x\text{C}_y\text{H}_z$ 取代基，而 x 之範圍介於 0 與 3 之間，y 之範圍介於 0 與 6 之間，及 z 之範圍介於 1 與 30 之間。舉例來說，苯基三乙氧基矽烷 ($\text{SiO}_3\text{C}_{12}\text{H}_{20}$)、苯基三甲氧基矽烷 ($\text{SiO}_3\text{C}_9\text{H}_{14}$)、二苯基二乙氧基矽烷 ($\text{SiO}_2\text{C}_{16}\text{H}_{20}$) 及二苯基二甲氧基矽烷 ($\text{SiO}_2\text{C}_{14}\text{H}_{16}$)，和可用做為含苯基之烷氧基矽烷化合物之其他者。

氣體混合物可選擇性地包括一有機矽甲烷化合物，而此有機矽甲烷化合物具有通用化學式為：



其中，R 可包括 $\text{O}_x\text{C}_y\text{H}_z$ 取代基，而 x 之範圍介於 0 與 3 之間，y 之範圍介於 0 與 6 之間，及 z 之範圍介於 1

五、發明說明（ ）

與 30 之間。舉例來說，苯基三乙氧基矽烷($\text{SiO}_3\text{C}_{12}\text{H}_{20}$)、苯基三甲氧基矽烷($\text{SiO}_3\text{C}_9\text{H}_{14}$)、二苯基二乙氧基矽烷($\text{SiO}_2\text{C}_{16}\text{H}_{20}$)及二苯基二甲氧基矽烷($\text{SiO}_2\text{C}_{14}\text{H}_{16}$)，和可用做為含苯基之烷氧基矽烷化合物之其他者。三甲基矽烷($\text{SiC}_3\text{H}_{10}$)、甲基矽烷(SiCH_6)、三乙基矽烷($\text{SiC}_6\text{H}_{16}$)、二甲基矽烷(SiC_2H_8)、四甲基矽烷($\text{SiC}_4\text{H}_{12}$)、甲氧基矽烷(SiCH_6O)、二甲基二甲氧基矽烷($\text{SiC}_4\text{H}_{12}\text{O}_2$)、二乙基二乙氧基矽烷($\text{SiC}_8\text{H}_{20}\text{O}_2$)、二甲基二乙氧基矽烷($\text{SiC}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$)、六甲基二矽氧烷($\text{Si}_2\text{C}_6\text{H}_{18}\text{O}$)、雙(甲基矽烷基)甲烷($\text{Si}_2\text{C}_3\text{H}_{12}$)、1,2-雙(甲基矽烷基)乙烷($\text{Si}_2\text{C}_4\text{H}_{14}$)，和可用做為有機矽甲烷化合物之其他者。

此外，氣體混合物可選擇性地包括一含氧之氣體。氧氣(O_2)、臭氧(O_3)、一氧化氮(N_2O)、一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO_2)或其之結合者及其他者都可使用做為此種含氧之氣體。

氣體混合物也可包括一惰氣。氬氣(Ar)、氦氣(He)、氖氣(Ne)、氙氣(Xe)、氮氣(N_2)及其之結合者和其他者都可使用做為此種惰氣。

一般來說，可使用下述的沉積製程參數及使用類似於第 2 圖所示之 CVD 製程反應室來形成有機矽酸鹽層。這些製程參數可包括，晶圓溫度為約 50°C 至約 500°C ，反應室壓力為約 1 torr 至約 500 torr，含苯基之烷氧基矽烷化合物氣體流率為約 10 mgm 至約 1500 mgm，有機矽甲烷化合物流率為約 10sccm 至約 2000sccm，惰氣流率為約 1sccm

五、發明說明 ()

至約 10000sccm，及 RF 功率為介於約 1watt/cm²(瓦特/平方公分)至約 1500watts/cm² 之間。當在 Applied Materials, Inc., Santa Clara, California 提供之沉積反應室中之一 200 mm(厘米)基材上實行時，上述製程參數提供有機矽酸鹽層之沉積率範圍為約 500Å/min(埃/分鐘)至約 20000Å/min。

其他的沉積反應室亦包含在本發明之範圍內，且上述列出之參數可根據用於形成有機矽酸鹽層之特定沉積反應室而改變。舉例來說，其他的沉積反應室可能具有一個較大(例如，可容納 300 mm 基材)或較小的容量，故其要求的氣體流率會大於或小於 Applied Materials, Inc. 提供之沉積反應室。

沉積的有機矽酸鹽層之介電常數小於約 3.0，而使其適用於做為積體電路中之一隔離物質。有機矽酸鹽層之介電常數是可調整的，其可在預期範圍中變化，並做為反應溫度之依據。特別的是，若溫度增加，則沉積層之介電常數減小。

在層形成期間，有機矽酸鹽層之介電常數也可被調整做為氣體混合物之混合依據。若氣體混合物之碳(C)濃度增加，則沉積的有機矽酸鹽層之 C 內容會同樣地增加，而減小了其之介電常數。

有機矽酸鹽層也具有一吸收係數，此吸收係數可在波長小於約 250nm 之約 0.1 至約 0.7 的範圍中調整。此吸收係數是可調整的，以做為反應溫度之依據。特別的是，若

五、發明說明（ ）

溫度增加，則沉積層之吸收係數增加。

積體電路製造過程

A. 有機矽酸鹽抗反射層(ARC)

第 3a-3e 圖為在不同階段之積體電路製造步驟中之基材 300 的剖面示意圖，其結合有機矽酸鹽層做為一抗反射層(ARC)。一般來說，基材 300 相當於可在其上執行膜製程之任何的工作單位，而基材結構 350 通常是用於共同表示基材 300 和形成於基材 300 上之其他物質層。根據特定階段的製程，基材 300 可對應於一矽晶圓，或已形成於基材上之其他物質層。舉例來說，第 3a 圖為基材結構 350 的剖面圖，於其中之基材 300 係一矽晶圓。

一有機矽酸鹽層 302 被形成於基材結構 350 上。有機矽酸鹽層 302 係依照上述製程參數而被形成於基材結構 350 上。此有機矽酸鹽層之吸收係數(κ)為可在波長低於約 250nm(毫微米)之約 0.1 至約 0.7 間改變，使其可在深紫外線(DUV)波長中被用做為抗反射層(ARC)。有機矽酸鹽層之吸收係數是可調整的，其可在預期範圍中改變，以做為在層形成期間所使用之沉積溫度和氣體混合物之碳濃度之依據。有機矽酸鹽層 302 之厚度可根據特定製程階段而有所改變。一般來說，有機矽酸鹽層之厚度為約 200Å 至約 2000Å。

第 3b 圖繪示出一能量感應電阻物質層 304 被形成於第 3a 圖之基材結構 350 上。此能量感應電阻物質層可以

五、發明說明()

旋塗式覆蓋於基材結構 350 上，且其之厚度約 2000Å 至約 6000Å 的範圍內。此能量感應電阻物質易在波長小於約 250nm 之 DUV 輻射中感光。

經由將此能量感應電阻物質 304 透過罩幕 306 暴露於 DUV 輻射中，一圖案影像會被導入至此能量感應電阻物質層 304 中。當圖案影像被導入至能量感應電阻物質層 304 時，有機矽酸鹽層 302 會抑制來自下層物質層(例如氧化物、金屬)之任何反射。此種反射可能會使被導入至能量感應電阻物質層 304 中之圖案影像惡化。

被導入至能量感應電阻物質層 304 中之圖案影像會在一適當的顯影劑中被顯像，以定義出其之圖案，如第 3c 圖所示。之後，請參照第 3d 圖，在能量感應電阻物質 304 中被定義出之圖案會被轉移透過有機矽酸鹽層 302。使用能量感應電阻物質 304 做為罩幕，使此圖案被轉移透過有機矽酸鹽層 302。使用適當的化學蝕刻劑(例如，四氟化碳(CF₄)、或包括三氟甲烷之氣體混合物、氟乙烷、或氟丁烯(CHF₃)及氧氣(O₂))，使此圖案被轉移透過有機矽酸鹽層 302。

第 3e 圖繪示出積體電路製造步驟的完成圖，係經由將在有機矽酸鹽層 302 中定義出之圖案轉移至基材 300。此圖案被轉移至基材 300，係使用有機矽酸鹽層 302 做為硬罩幕。此圖案被轉移至基材 300，係經由使用一適當的化學蝕刻劑(例如 CF₄)來蝕刻基材 300。

在基材 300 被圖案化之後，可使用一適當的化學蝕刻

五、發明說明（ ）

劑（例如，四氟化碳（ CF_4 ）、或包括三氟甲烷（ CHF_3 ）之氣體混合物及氧氣（ O_2 ）），選擇性地從基材結構 350 中蝕刻去除掉有機矽酸鹽層 302。

B. 有機矽酸鹽硬罩幕

第 4a-4e 圖為在不同階段之積體電路製造步驟中之基材 400 的剖面示意圖，其結合有機矽酸鹽層做為一硬罩幕。一般來說，基材 400 相當於可在其上執行製程之任何的工作單位，而基材結構 450 通常是用於共同表示基材和形成於基材 400 上之其他物質層。根據特定階段的製程，基材 400 可對應於一矽晶圓，或已形成於基材上之其他物質層。舉例來說，第 4a 圖為基材結構 450 的剖面圖，且其具有一物質層 402 形成於其上。物質層 402 可以是一氧化物（例如二氧化矽）。一般來說，基材 400 可包括一層矽、矽化物、金屬或其他物質。第 4a 圖為具有二氧化矽層形成於其上之基材 400 的一個實施例。

第 4b 圖繪示出一有機矽酸鹽層 404 被形成於第 4a 圖之基材結構 450 上。依照上述之製程參數，在基材結構 450 上形成有機矽酸鹽層 404。有機矽酸鹽層 404 之厚度可根據特定階段的製程而有所不同。大體上，有機矽酸鹽層 404 之沉積厚度為約 $200\text{\AA}$ 至約 $2000\text{\AA}$ 。

能量感應電阻物質層 408 被形成於有機矽酸鹽層 404 上。能量感應電阻物質層 408 可以旋塗式覆蓋於基材上，且其之厚度約 $4,000\text{\AA}$ 至約 $10,000\text{\AA}$ 的範圍內。大多的能

五、發明說明 ()

量感應電阻物質易在波長小於約 450nm(毫米)之紫外線(UV)輻射中感光。深紫外線(DUV)電阻物質易在波長小於約 245nm 之 UV 輻射中感光。

根據用在製造步驟中之能量感應電阻物質 408 之蝕刻特性，中間層 406 會在能量感應電阻物質層 408 之前被形成於有機矽酸鹽層 404 上。當可以使用相同的化學蝕刻劑來蝕刻能量感應電阻物質 408 及有機矽酸鹽層 404 時，中間層 406 係用做為有機矽酸鹽層 404 之罩幕。中間層 406 可以是以傳統方式被形成於有機矽酸鹽層 404 上。中間層 406 可以是氧化物、氮化物、氮氧化矽、非結晶矽或其他合適的物質。

經由將此能量感應電阻物質 408 透過罩幕 410 暴露於 DUV 輻射中，一圖案影像會被導入至能量感應電阻物質層 408 中。被導入至能量感應電阻物質層 408 中之圖案影像會在一適當的顯影劑中被顯像，以定義出其之圖案，如第 4c 圖所示。

之後，請參照第 4d 圖，使用能量感應電阻物質 408 做為罩幕，使在能量感應電阻物質 408 中被定義出之圖案被轉移透過有機矽酸鹽層 404。此圖案被轉移透過有機矽酸鹽層 404，係使用適當的化學蝕刻劑。舉例來說，可使用氟碳化合物例如氟甲烷(CF_4)、氟乙烷(C_2F_6)及氟丁烯(C_4F_8)來化學蝕刻有機矽酸鹽層 404。

當然，當中間層 406 存在時，使用能量感應電阻物質 408 做為罩幕，使得在能量感應電阻物質 408 中被定義出

五、發明說明（ ）

之圖案會最先被轉移透過中間層 406。之後，使用中間層 406 做為罩幕，使此圖案被轉移透過有機矽酸鹽層 404。使用適當的化學蝕刻劑，使此圖案被轉移透過中間層 406 和有機矽酸鹽層 404。

第 4e 圖繪示出積體電路製造步驟的完成圖，係使用有機矽酸鹽層 404 做為硬罩幕，將在有機矽酸鹽層 404 中定義出之圖案轉移透過二氧化矽層 402。

在二氧化矽層 402 被圖案化之後，可使用適當的化學蝕刻劑，選擇性地從基材 400 中蝕刻去除掉有機矽酸鹽層 404。

C. 結合有機矽酸鹽層之鑲嵌結構

第 5a-5e 圖為在不同階段之鑲嵌結構製造步驟中之基材 500 的剖面示意圖，其結合有機矽酸鹽層於其中。鑲嵌結構一般是用來在積體電路上形成金屬內連接。根據特定階段的製程，基材 500 可對應於一矽基材，或已形成於基材 500 上之其他物質層。舉例來說，第 5a 圖為基材 500 的剖面圖，其具有導電特徵結構 501、內金屬介電層 503、阻障層 505 及第一介電層 502 形成於其上。導電特徵結構 501 可以是一金屬（例如鋁、銅）。內金屬介電層 503 及阻障層 505 可以是一低介電常數金屬（例如有機矽酸鹽物質、碳化矽）。第一介電層 502 可以是一氧化物（例如二氧化矽、氟矽玻璃）。一般來說，基材 500 可包括一層矽、矽化物、金屬或其他物質。

五、發明說明()

第 5a 圖為一實施例，其中基材 500 是矽，導電特徵結構 501 是銅，內金屬介電層 503 是氧化矽，而第一介電層 502 是氟矽玻璃。根據製造結構的尺寸，第一介電層 502 之厚度為約 1,000Å 至約 10,000Å。

有機矽酸鹽層 504 被形成於第一介電層 502 上。有機矽酸鹽層 504 係依照上述之製程參數而被形成於第一介電層 502 上。有機矽酸鹽層 504 之介電常數小於約 3.0，以便防止或減小形成於鑲嵌結構中之金屬內連接間的電容耦合。有機矽酸鹽層之介電常數是可調整的，其可在預期範圍中變化，且可在層形成期間，做為反應溫度和氣體混合物之混合的依據。

有機矽酸鹽層 504 之厚度可根據特定階段的製程而有所不同。大體上，根據關於後續形成於其上之上層介電物質的其之介電常數和其之蝕刻選擇性(例如，阻障層最好是具有關於上層介電層之一蝕刻選擇性，且大於約 10:1)，有機矽酸鹽層 504 之厚度為約 200Å 至約 1000Å。

請參照第 5b 圖，圖案化及蝕刻有機矽酸鹽層 504，以定義出接觸窗/介層窗開口 506，並且在接觸窗/介層窗被形成的區域中暴露出第一介電層 502。接觸窗/介層窗開口 506 係位於導電特徵結構 501 的上面。以傳統的微影技術及使用氟碳化合物例如氟甲烷(CF₄)、氟乙烷(C₂F₆)、氟丁烯(C₄F₈)及其之結合者，分別圖案化及蝕刻有機矽酸鹽層 504。

在圖案化有機矽酸鹽層 504 之後，沉積第二介電層

五、發明說明（ ）

508 於有機矽酸鹽層 504 上，如第 5c 圖所示。第二介電層 508 可以是氧化物（例如二氧化矽、氟矽玻璃）。根據製造結構的尺寸，第二介電層 508 之厚度為約 1,000Å 至約 10,000Å。

接著，圖案化第二介電層 508 以定義出內連接 510，如第 5d 圖所示，且最好是使用如上所述之傳統的微影製程。形成於第二介電層 508 中之內連接 510 係位於有機矽酸鹽層 504 中之接觸窗/介層窗開口 506 上。之後，使用反應離子蝕刻或其他非等向性蝕刻技術，同時蝕刻內連接 510 及接觸窗/介層窗 506，以暴露出導電特徵結構 501 的表面。

請參照第 5e 圖，以導電物質 514 例如鋁 (Al)、銅 (Cu)、鎢 (W) 或其之結合者，填滿內連接 510 及接觸窗/介層窗 506。一般來說，由於銅具有低電阻率（電阻率約為 $1.7 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ ），故使用銅來填滿內連接 510 及接觸窗/介層窗 506。可使用化學氣相沉積法、物理氣相沉積法、電鍍技術或其之結合者來沉積導電物質 514，以形成鑲嵌結構。最好是，先均勻地沉積阻障層 512 例如鈦、氮化鈦或其他合適的阻障物質於內連接 510 及接觸窗/介層窗 506 之側壁上，以防止金屬電移至介電層 502, 508 和有機矽酸鹽層 504 的周圍。

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

五、發明說明 ()

之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱：)

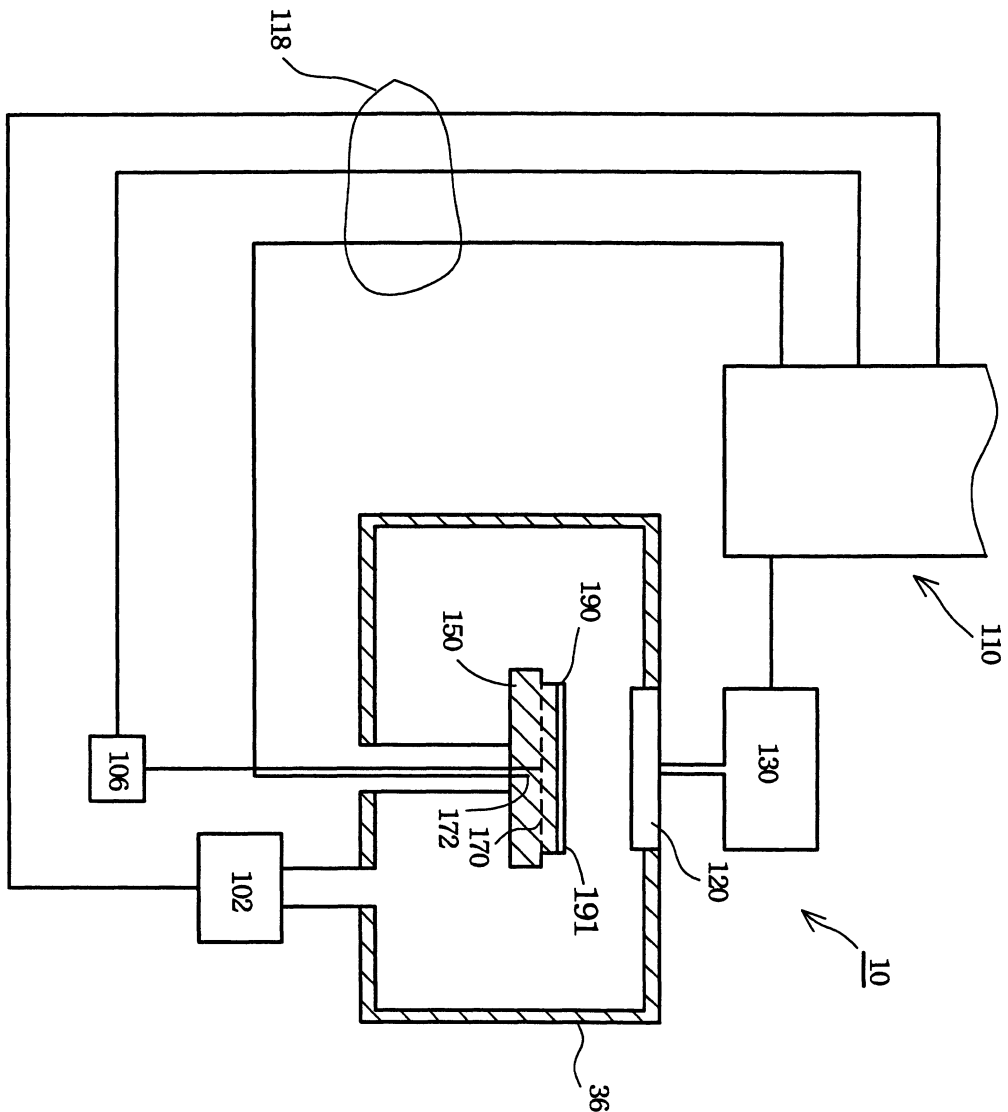
沉積有機矽酸鹽層之方法

一種形成有機矽酸鹽層之方法。此有機矽酸鹽層係經由反應一氣體混合物來形成，而上述氣體混合物包括一含苯基之烷氧基矽烷化合物。氣體混合物可經由提供電場於其中來反應。氣體混合物可選擇性地包括有機矽甲烷化合物和氧化氣體。有機矽酸鹽層符合積體電路製造過程。在一積體電路製造過程中，此有機矽酸鹽層是用做為抗反射層(ARC)。在另一積體電路製造過程中，此有機矽酸鹽層是用做為硬罩幕。又在另一積體電路製造過程中，此有機矽酸鹽層是被結合至鑲嵌結構中。

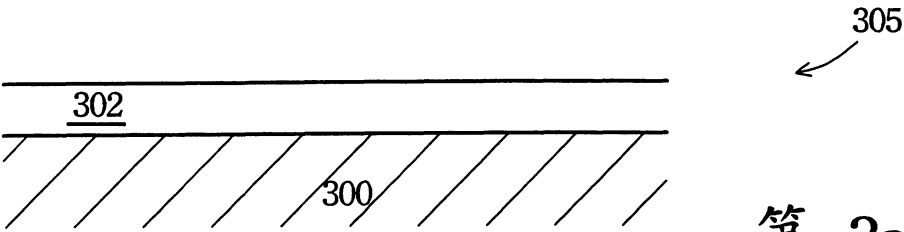
英文發明摘要(發明之名稱：)

METHOD OF DEPOSITING ORGANOSILICATE LAYERS

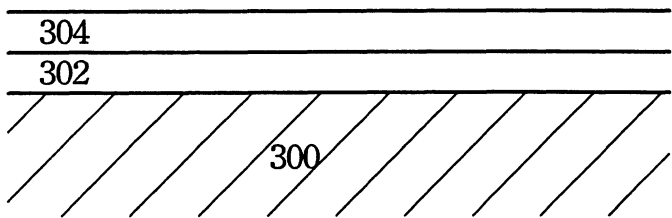
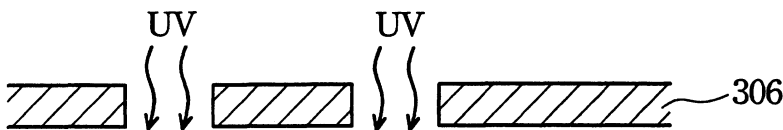
A method of forming an organosilicate layer is disclosed. The organosilicate layer is formed by reacting a gas mixture comprising a phenyl-based alkoxysilane compound. The gas mixture may be reacted by applying an electric field thereto. The gas mixture may optionally include an organosilane compound as well as an oxidizing gas. The organosilicate layer is compatible with integrated circuit fabrication processes. In one integrated circuit fabrication process, the organosilicate layer is used as an anti-reflective coating (ARC). In another integrated circuit fabrication process, the organosilicate layer is used as a hardmask. In yet another integrated circuit fabrication process, the organosilicate layer is incorporated into a damascene structure.



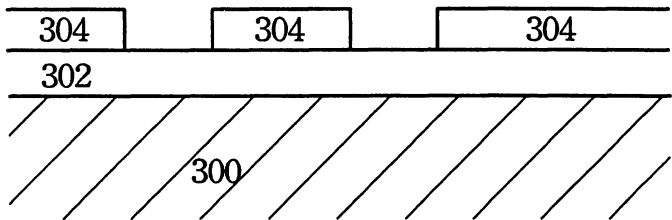
第 2 圖



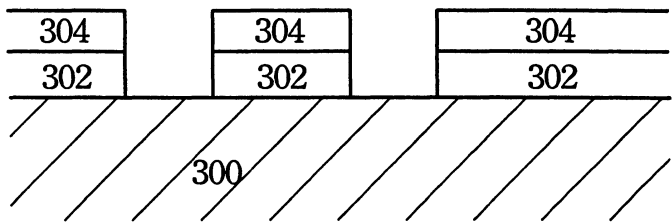
第 3a 圖



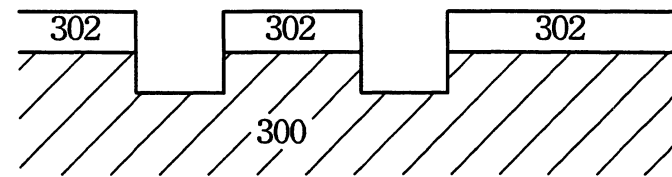
第 3b 圖



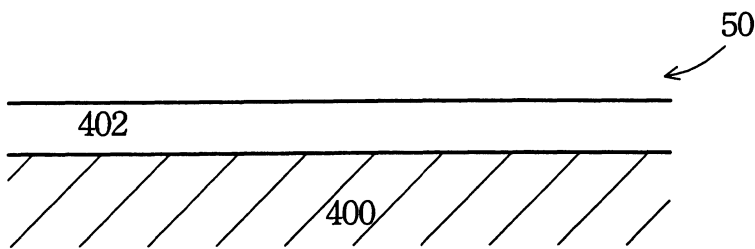
第 3c 圖



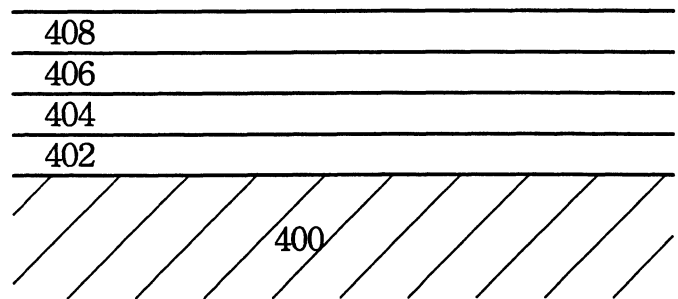
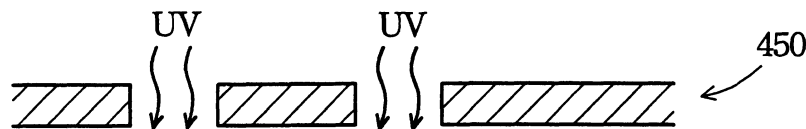
第 3d 圖



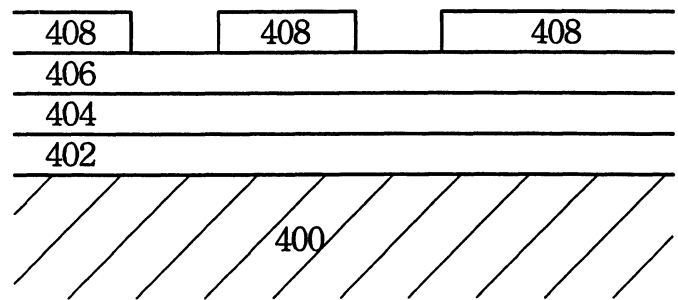
第 3e 圖



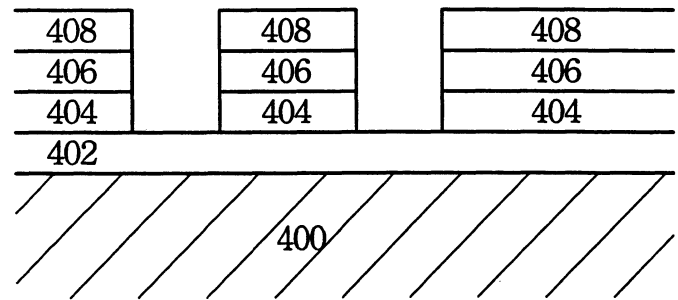
第 4a 圖



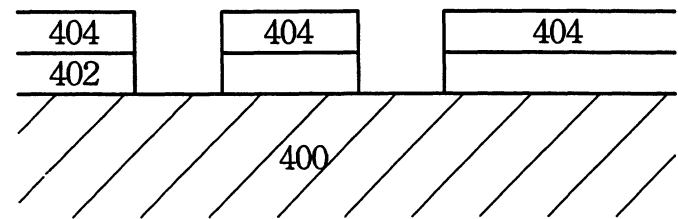
第 4b 圖



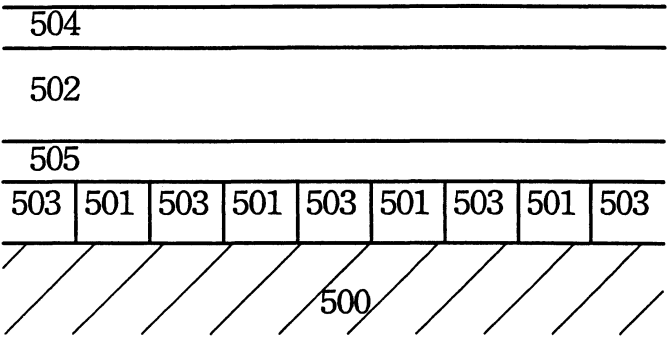
第 4c 圖



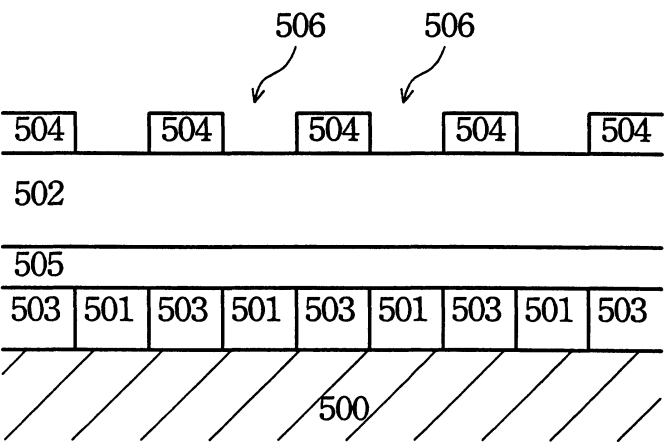
第 4c 圖



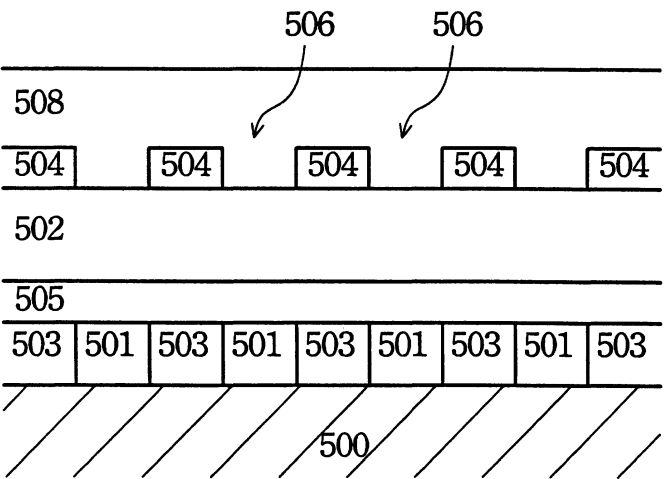
第 4e 圖



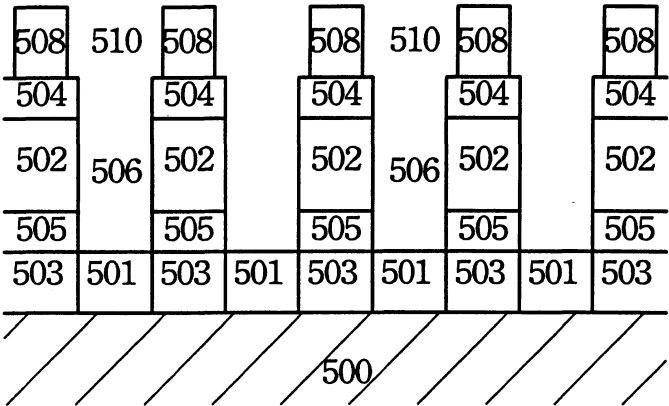
第 5a 圖



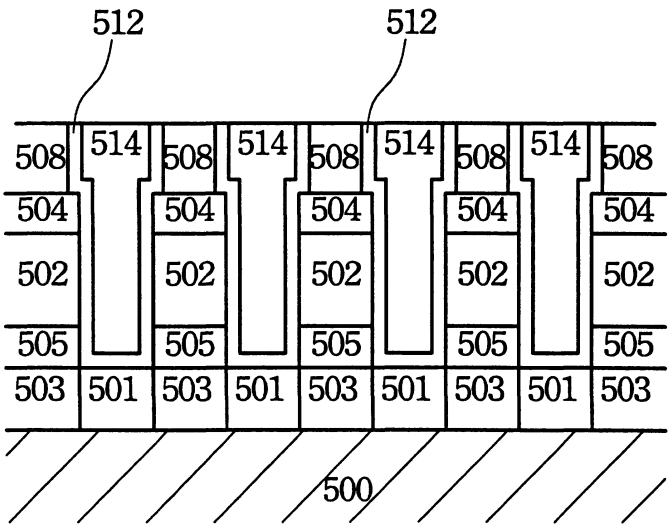
第 5b 圖



第 5c 圖



第 5d 圖



第 5e 圖

修正
第2.項 日6
補充

六、申請專利範圍

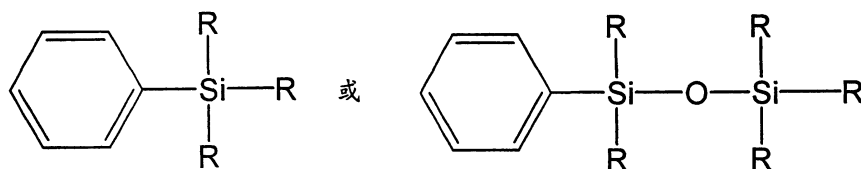
1.一種薄膜沉積之方法，該方法至少包括下列步驟：

將一基材置於一沉積反應室中；

提供一氣體混合物至該沉積反應室中，其中該氣體混合物包括一含苯基之烷氧基矽烷化合物及有機矽甲烷化合物，其中該有機矽甲烷化合物可從下述群組中來選擇，包括三甲基矽烷($\text{SiC}_3\text{H}_{10}$)、三乙基矽烷($\text{SiC}_6\text{H}_{16}$)、甲基矽烷(SiCH_6)、二甲基矽烷(SiC_2H_8)、四甲基矽烷($\text{SiC}_4\text{H}_{12}$)、甲氧基矽烷(SiCH_6O)、二甲基二甲氧基矽烷($\text{SiC}_4\text{H}_{12}\text{O}_2$)、二乙基二乙氧基矽烷($\text{SiC}_8\text{H}_{20}\text{O}_2$)、二甲基二乙氧基矽烷($\text{SiC}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$)、二乙基二乙氧基矽烷($\text{SiC}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$)、六甲基二矽氧烷($\text{Si}_2\text{C}_6\text{H}_{18}\text{O}$)、雙(甲基矽烷基)甲烷($\text{Si}_2\text{C}_3\text{H}_{12}$)、1,2-雙(甲基矽烷基)乙烷($\text{Si}_2\text{C}_4\text{H}_{14}$)及其之結合者；及

反應該氣體混合物，以形成一有機矽酸鹽層於該基材上。

2.如申請專利範圍第1項所述之方法，其中該含苯基之烷氧基矽烷化合物具有通用化學式：



其中，R 包括一 $\text{O}_x\text{C}_y\text{H}_z$ 取代基，及其中 x 之範圍介於 0 與 3 之間，y 之範圍介於 0 與 6 之間，而 z 之範圍介於 1 與 30 之間。

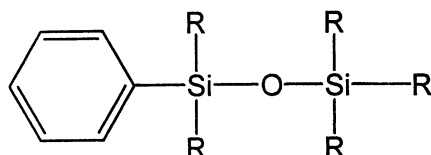
六、申請專利範圍

3.如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中該含苯基之烷氧基矽烷化合物可從下述群組中來選擇，包括苯基三乙氧基矽烷 ($\text{SiO}_3\text{C}_{12}\text{H}_{20}$)、苯基三甲氧基矽烷 ($\text{SiO}_3\text{C}_9\text{H}_{14}$)、二苯基二乙氧基矽烷 ($\text{SiO}_2\text{C}_{16}\text{H}_{20}$)、二苯基二甲氧基矽烷 ($\text{SiO}_2\text{C}_{14}\text{H}_{16}$)及其之結合者。

4.一種形成一有機矽酸鹽層於一基材上之方法，該方法至少包括下列步驟：

將一基材置於一沉積反應室中；

提供一氣體混合物至該沉積反應室中，其中該氣體混合物包括一含苯基之烷氧基矽烷化合物，該含苯基之烷氧基矽烷化合物具有通用化學式：



其中，R 包括一 $\text{O}_x\text{C}_y\text{H}_z$ 取代基，及其中 x 之範圍介於 0 與 3 之間，y 之範圍介於 0 與 6 之間，而 z 之範圍介於 1 與 30 之間；及

反應該氣體混合物，以形成一有機矽酸鹽層於該基材上。

5.如申請專利範圍第 4 項所述之方法，其中該有機矽甲烷化合物可從下述群組中來選擇，包括三甲基矽烷 ($\text{SiC}_3\text{H}_{10}$)、三乙基矽烷 ($\text{SiC}_6\text{H}_{16}$)、甲基矽烷 (SiCH_6)、

六、申請專利範圍

二甲基矽烷(SiC_2H_8)、四甲基矽烷($\text{SiC}_4\text{H}_{12}$)、甲氧基矽烷(SiCH_3O)、二甲基二甲氧基矽烷($\text{SiC}_4\text{H}_{12}\text{O}_2$)、二乙基二乙氧基矽烷($\text{SiC}_8\text{H}_{20}\text{O}_2$)、二甲基二乙氧基矽烷($\text{SiC}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$)、二乙基二乙氧基矽烷($\text{SiC}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$)、六甲基二矽氧烷($\text{Si}_2\text{C}_6\text{H}_{18}\text{O}$)、雙(甲基矽烷基)甲烷($\text{Si}_2\text{C}_3\text{H}_{12}$)、1,2-雙(甲基矽烷基)乙烷($\text{Si}_2\text{C}_4\text{H}_{14}$)及其之結合者。

6.如申請專利範圍第1項或第4項所述之方法，其中該氣體混合物係經由提供一電場至該沉積反應室之該氣體混合物中來反應。

7.如申請專利範圍第1項或第4項所述之方法，其中該氣體混合物更包括一含氧氣體。

8.如申請專利範圍第7項所述之方法，其中該含氧氣體可從下述群組中來選擇，包括一氧化氮(N_2O)、氧氣(O_2)、臭氧(O_3)、一氧化碳(CO)、二氧化碳(CO_2)及其之結合者。

9.如申請專利範圍第1項或第4項所述之方法，其中被提供至該沉積反應室之該氣體混合物中之該電場係一射頻(RF)功率。

10.如申請專利範圍第9項所述之方法，其中該RF功率是

六、申請專利範圍

1watt/cm² 至 1500watts/cm² 之範圍內。

11.如申請專利範圍第1項或第4項所述之方法，其中該沉積反應室之壓力被維持 1 torr 至 500 torr 之間。

12.如申請專利範圍第1項或第4項所述之方法，其中被提供至該沉積反應室中之該含苯基之烷氧基矽烷化合物之一流率是 10 mgm 至 1500 mgm 的範圍中。

13.如申請專利範圍第1項或第4項所述之方法，其中被提供至該沉積反應室中之該有機矽甲烷化合物之一流率是 10sccm 至 2000sccm 的範圍中。

14.如申請專利範圍第7項所述之方法，其中被提供至該沉積反應室中之該含氧氣體之一流率是 10sccm 至 2000sccm 的範圍中。

15.如申請專利範圍第1項或第4項所述之方法，其中該沉積反應室之溫度被維持 50℃ 至 500℃ 之間。

16.如申請專利範圍第1項或第4項所述之方法，其中該氣體混合物更包括一惰氣。

17.如申請專利範圍第16項所述之方法，其中該惰氣可從

六、申請專利範圍

下述群組中來選擇，包括氦氣(He)、氬氣(Ar)、氖氣(Ne)、氙氣(Xe)、氮氣(N₂)及其之結合者。

18.如申請專利範圍第 16 項所述之方法，其中被提供至該沉積反應室中之該惰氣之一流率是 1 sccm 至 10000 sccm 的範圍中。

19.如申請專利範圍第 1 項或第 4 項所述之方法，其中在波長小於 250nm 時，該有機矽酸鹽層是一抗反射層。

20.如申請專利範圍第 1 項或第 4 項所述之方法，其中該有機矽酸鹽層之一介電常數為小於 3.0。

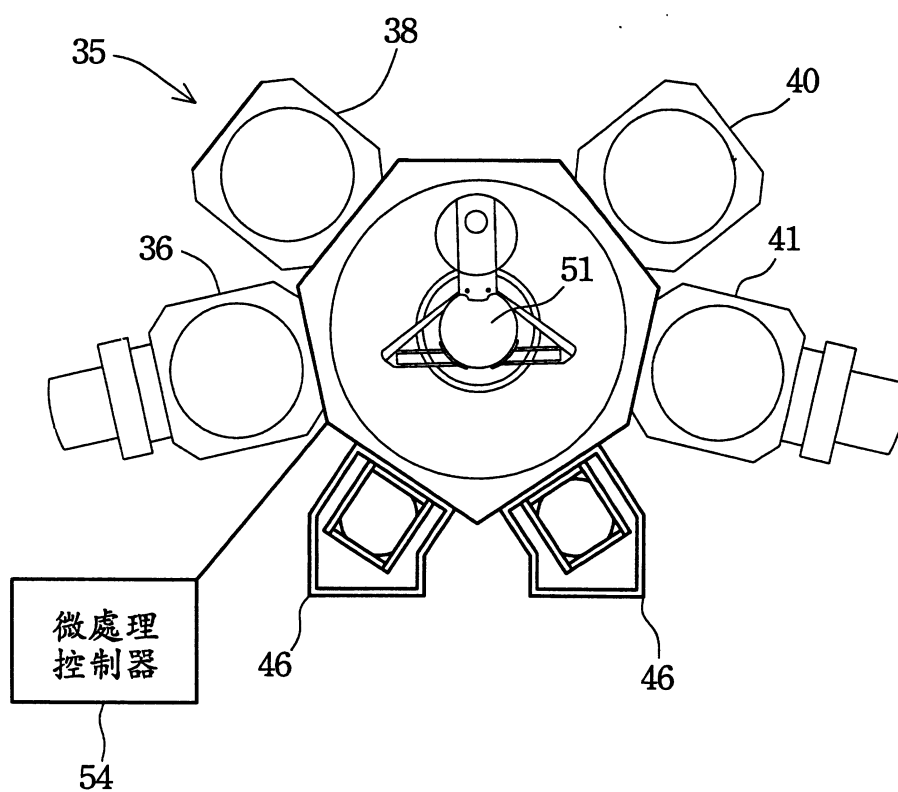
21.如申請專利範圍第 1 項或第 4 項所述之方法，其中在波長小於 250nm 時，該有機矽酸鹽層之一吸收係數是 0.1 至 0.7 的範圍中。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線



第 1 圖