

發明專利說明書

(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：97125670.

※ 申請日期：97.7.8.

※IPC 分類：H01L²¹/₀₀

(2009.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於半導體裝置之耦合層組成物，半導體裝置，形成該耦合層的方法，以及用來製造半導體裝置之設備

COUPLING LAYER COMPOSITION FOR A SEMICONDUCTOR DEVICE, SEMICONDUCTOR DEVICE, METHOD OF FORMING THE COUPLING LAYER, AND APPARATUS FOR THE MANUFACTURE OF A SEMICONDUCTOR DEVICE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

飛思卡爾半導體公司 / FREESCALE SEMICONDUCTOR, INC.

代表人：(中文/英文)

貝格瑞 查理斯 / BERGERE, CHARLES

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國德州奧斯汀市西威廉甘農大道 6501 號

6501 William Cannon Drive West, Austin, Texas, 78735, U. S. A.

國 籍：(中文/英文)

美國 / U. S. A.

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 蒙諾耶 菲利浦 / MONNOYER, PHILIPPE

2. 卡佛-慕諾茲 瑪利亞-露莎 / CALVO-MUNOZ, MARIA-LUISA

3. 法卡斯 賈諾斯 / FARKAS, JANOS

4. 史奴勒茲 沙賓納 / SZUNERITS, SABINE

國 籍：(中文/英文)

1. 法國 / FRANCE

2. 西班牙 / SPAIN
3. 美國 / U. S. A.
4. 奧地利 / AUSTRIA

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為：。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. PCT/IB、 2007/07/09、 PCT/IB2007/053437

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

2. 西班牙 / SPAIN
3. 美國 / U. S. A.
4. 奧地利 / AUSTRIA

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為：。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. PCT/IB、 2007/07/09、 PCT/IB2007/053437

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

發明領域

本發明大體上係有關於一種包含耦合層之半導體裝置，該耦合層的組成物，以及用來製造此一半導體裝置的方法及設備，包括該耦合層組成物之光活化方法。

【先前技術】

發明背景

一般來說已知在積體電路中使用具有減少介電常數(k)之互連件，以減少電阻-電容延遲。習知的實例係利用多孔的碳酸化二氧化矽薄膜來達成。

“碳酸化二氧化矽薄膜”及相對應的化學式“SiOC”等用語被用來標示其中包含碳的二氧化矽薄膜(例如，藉由 CH_3SiH_3 取代在二氧化矽層之CVD沈積中經常用來作為前趨物的 SiH_4)。該等薄膜在此技藝的領域中有時也稱為摻雜碳的二氧化矽薄膜。摻雜碳的二氧化矽薄膜的實例在商業上可由應用材料有限公司(Applied Materials)、諾發系統有限公司(Novellus Systems)、催肯公司(Trikon)、陶氏化學公司、羅門哈斯公司(Rohm & Haas)，以及JSR購得。

然而，在習知技藝中已知含有氧化矽的材料(如碳酸化的二氧化矽)在其表面具有表面羥基(也稱為甲矽烷醇)。該等基團具有抓取水的強烈傾向，因為他們是高度極性的。他們係藉由破壞材料表面之矽氧烷(Si-O-Si)架橋而產生。在材料表面之該等矽氧烷結構具有一無補償電位，因此可被視為“應變的”。其等立即與周圍的水分反應，

形成表面羥基。若該含矽氧化物的材料是多孔的，該表面的羥基及吸收的水分子可能會有分布至材料本體的傾向。此造成介電常數的增加及薄膜可信度的降低。

例如，當一碳酸化的矽氧化物被乾蝕刻時，該氧化電漿減少表面之碳含量且因而增加表面羥基的總數 (population)。在乾蝕刻後，因而使介電常數 k 增加，因此該薄膜之 k 值必須被“恢復”。恢復該介電常數之習知實例係以六甲基二矽氮烷(HMDS)施用一超臨界流體 CO_2 處理。

相似的作用會在存在於晶圓表面上之其他材料(諸如金屬氧化物)上發生。在該實例中，位於該材料之表面的金屬離子氧化物鍵結具有一無補償電位。此亦導致與周圍水分之立即反應，因而形成表面羥基。再一次說明，若該材料是多孔的，該表面羥基及經吸收的水分子傾向於分布至材料的本體，並導致非所欲之介電常數的增加。

除了存在於周圍空氣中的水分所造成的問題之外，在半導體製造期間，習知亦使用水性清洗液清洗該晶圓的表面。例如，當一半導體積體電路被製造時，通道及其他類似溝渠的結構必須被蝕刻於一半導體基材上之一或多層中。在蝕刻期間，由電漿中之碳氫化合物蝕刻氣體與基材材料之間的反應所產生的聚合物殘餘物可能增加。此外，金屬物種(例如，銅)可能不小心被噴灑至該側壁上。

因此，當需要清洗該半導體結構的表面時，已知會使用水性清洗液，諸如稀釋的氫氟酸(HF)或有機酸/鹼溶液。

然而，若該結構傾向於吸收水分(特別是其為多孔時)，水性清洗液可能不適合。特別是一多孔材料可能會由

於上述的原因吸收清洗液的水分時。若該介電層在先前的蝕刻加工期間，因電漿蝕刻而被損壞時，此問題可能更加明顯。

除了增加一多孔介電層的介電常數之外，在該電路之後續製造期間，經吸收的水分可能也會造成問題，特別是除氣及可信度的問題。

由於上述的問題，若使用多孔的介電材料形成互連件時，重要地是要防止水被吸收及攝入。水分攝入多孔介電材料中也可能會損害後續形成於其上之金屬障蔽層。

10 在製造及使用一半導體積體電路期間，為防止多孔材料攝入水分，某些已知的方法包括前述之“介電質恢復”及“孔洞密封”。

孔洞密封阻塞了多孔材料中的孔洞通道，例如，藉由改質該多孔材料之表面(例如，利用一有機矽烷處理)。或者，
15 一第二薄介電膜可被沈積在該多孔介電層的表面。更特別地是，在通道被蝕刻在多孔介電層中之後，該薄介電膜可被施用在該多孔介電層上。然而，事實上該第二介電質會提高該有效的介電常數，且因此降低了利用一多孔下部介電質之優點。

20 除了上述有關於多孔介電材料的問題之外，後續習用的金屬化(例如，多個金屬結構之形成，包括障蔽層)係相當地緩慢且複雜，也因此相當地昂貴。就此而言，原子層沈積、化學蒸汽沈積，及物理蒸汽沈積係用於形成金屬層的典型方法。特別是，該等方法需要分離及在嚴苛的操作
25 環境下操作相當複雜的加工設備。此亦非所欲地增加了製

造所需的設備之全部機體。此外，金屬層沈積的有效性取決於下表面的特性。在某些實例中，金屬化可能因不適當地下表面而被妨礙。

此外，習知的氣體/或蒸汽相加工設備通常為特定的應用。即，一 CVD 反應室，例如，一般只可用於 CVD 方法。此表示一半導體裝置製造線需要相當大量之不同部份的分離加工設備。有關於利用分離部份之設備的問題是，在該等分離部份之間運送半導體基材是一需要小心處理的過程，其可能將基材曝露至外部污染的環境或類似的情況。

10 美國專利第 6' 110' 011、6' 143' 126、6' 294' 059，及 6' 352' 467 號揭示積體半導體基材加工系統之一般性實例，但其等並沒有去強調上述氣體/蒸汽相方法或其可用之替代方法的缺點，特別是有關於金屬沈積。

Yu 等人(電化學協會期刊，150 (8) F156-F163 (2003))
15 以氫電漿改質一低 K 材料(即 SiLK，購自陶氏化學公司)之表面，以產生過氧化物及氫過氧化物表面物種。該後者根據 UV 輻射與 4-乙烯基苯甲基氯化物反應，以產生一生長於該表面上之聚乙烯基苯甲基氯化物。隨後紫精基團係被轉移於該苯基氯化物自由基上。該產生的基團複合鈹或金離子
20 形成一溶液。隨後一 UV 照射引起一金屬性光還原作用，以及隨後銅之化學電鍍沈積。

Dicks 等人揭示經由 UV 照射由一含鉑之有機金屬沈積鉑。IEEE 半導體製造彙刊，第 17 卷，第 2 期，2004 年 5 月。

25 專利申請案第 PCT/EP2005/001510 號(2005 年 2 月 15 日提申)揭示一技術，在一蝕刻步驟之後用於清洗通道及溝

槽結構。

專利申請案第 PCT/EP2005/010688 號(2005 年 9 月 1 日
提申)揭示一聚合組成物，其係用於鈍性一多孔、低介電常
數介電層，且同時提供反應部位促使該化學電鍍金屬層沈
5 積於其上。

【發明內容】

發明概要

因此，本發明係有關於一種聚合性耦合材料，其一方
面促使或協助金屬化(諸如液相障蔽沈積)，且另一方面包
10 括彼此之間交聯聚合的分子，以提供一種具有所欲之增加
孔洞密封作用之二維聚合結構，一種半導體裝置，其包含
此一材料之層，一種製造此一半導體裝置的方法，其包含
一或多個光活化步驟(特別不只是用於誘發交聯化)，以及
一用於製造此一半導體裝置的設備，如申請專利範圍中所
15 述。

圖式簡單說明

本文中所描述及請求的發明將參照所附圖式而更加的清
楚，其中：

第 1 圖係概要性的描述製造本發明的具體實施例之半
20 導體裝置的設備中所執行的一系列步驟；

第 2 圖為本發明之具體實施例所製造的一部份半導體
裝置結構之不連續的概要橫截面圖；

第 3 圖描述本發明之具體實施例與例如二氧化矽表面
上之羥基之間的反應；

25 第 4 圖係描述本發明之部份具體實施例的一光活化劑

之光反應，以及本發明之具體實施例的耦合材料之分子之間更進一步之交聯反應；以及

第 5 圖係為本發明之具體實施例中，一部份半導體裝置之概要部份透視圖，該半導體裝置具有一交聯的耦合材料形成於其上。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

本發明之某些較佳實施例係被描述於下文中。

在本文中所指的“半導體基材”包括且包含，但不限於半導體晶圓、半導體晶粒之部分切割群組，以及個別半導體晶片。

形成在一半導體基材“上”之結構或層或類似物可能包含直接或間接存在於該半導體基材之表面上之結構或層或類似物。

在本發明上開之描述中，就所提及之金屬的鈍性及耦合功能，“耦合層”這個用語可能與“鈍性的耦合層”相同。然而，在本文中為了簡便的原故，係標示為一“耦合層”或“耦合材料”等，特別是當其可能使用其金屬化促進特性，而不必需提供一鈍性功能時。

本發明之一耦合金屬可以一多步驟表面官能作用方法沈積。為了簡化該描述，一兩步驟的方法被描述，但較長的分子可藉由重複下文中所描述的步驟被形成。本發明之一耦合金屬提供用於密封一多孔下層(諸如介電質)孔洞密封功能，及用於促進或協助隨後形成金屬層之耦合功能。

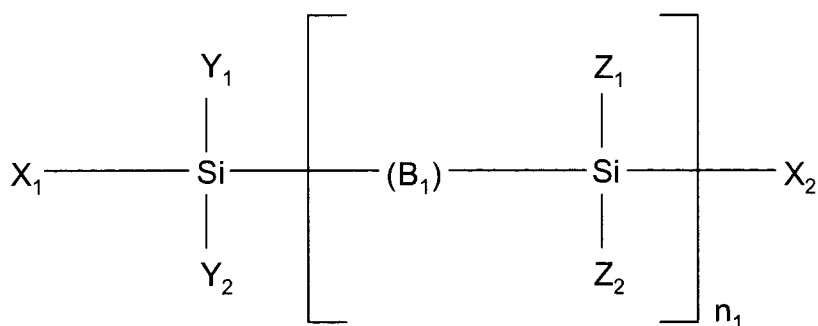
例如，該多孔的介電質表面係在矽烷化步驟中與一第

一矽烷組分反應，使該第一矽烷組分的至少一官能基與該多孔的介電質表面上的表面羥基反應。當進行此反應時，該第一矽烷組分密封該下層之孔洞，同時在該表面上留下至少一可水解的官能基。較佳地，該反應係在一被控制的
5 氛圍(例如，氮或氬)中進行，以增加可使用的矽烷之範圍。在無水分及氧氣的環境中，一腐蝕性的矽烷化劑(例如，三氟磺酸鹽、氨基矽烷等)可被應用。

該第一矽烷組分與該下表面的反應可藉由與矽烷化同時或之後發生的光活化步驟而被促進。該光活化步驟係
10 取決於波長及溫度，且可在例如 190 nm 至 10 μ m 的波長、約 0°C 至約 400°C 的溫度下，進行約 1 至 1000 秒。在一較佳的具體實施例中，光活化可在約 190 nm 至 500 nm 之間的波長、約 10°C 至約 100°C 的溫度下，進行約 1 至 60 秒。

在乾燥該表面及密封其孔洞之後，如上所述，一習知
15 的水性通道清洗步驟可被執行。在此步驟中，在該第一矽烷聚合組分之另一端的至少一官能基被水解，使出現一或多個矽烷醇基團。該等矽烷醇基團為一第二矽烷組分之個別的官能基進行反應的部位，將電子供給者配位基結合至該等矽烷醇基團。該等配位基為後續液相金屬障蔽沈積的
20 成核部位。

用於第一步驟之一適合的第一聚合組分為，例如，具有下述化學通式之有機矽烷：



其中：

n_1 為大於或等於 1 之整數，

5 每個 Si 為一矽原子；

X_1 為一可與介電材料之表面羥基部位反應且結合至其表面之官能基，

Y_1 為：

- X_3 ，其為一可與介電材料之表面羥基部位
- 10 反應且結合至其表面之另一官能基，
- H，其為一氫原子，或
- R_1 ，其為一有機基團；

Y_2 為：

- X_4 ，其為一可與該介電材料之表面羥基部
- 15 位反應且結合至其表面之另一官能基，
- H，其為一氫原子，或
- R_2 ，其為一有機基團，

B_1 ，其視需要存在，為一架橋基團，

Z_1 為：

- R_3 ，其為一有機基團，
- H ，其為一氫原子，或
- X_5 ，其為一可水解的官能基，以及

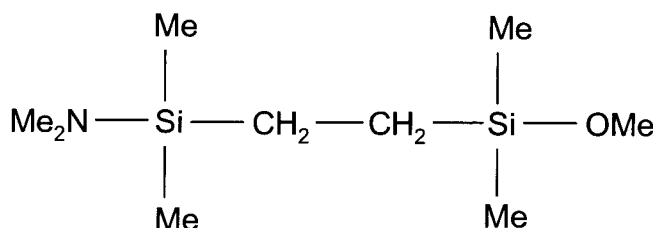
Z_2 為：

- 5
- R_4 ，其為一有機基團，
 - H ，其為一氫原子，或
 - X_6 ，其為一可水解的官能基；以及

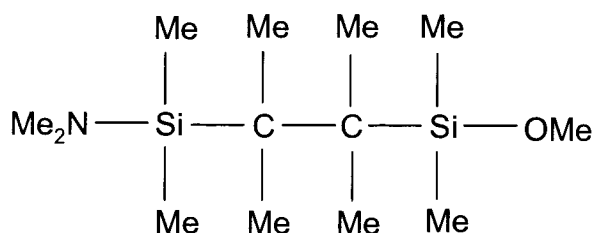
X_2 係一可水解的官能基。

10 根據描述，第一有機矽烷組分的某些實例包括：

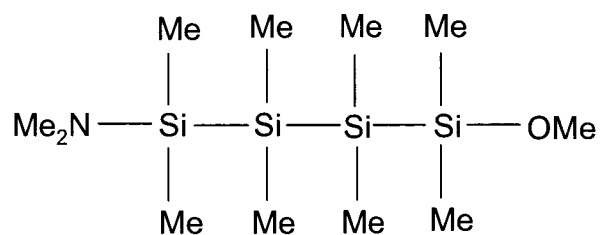
實施例 1：（用於脫水之強鹼(鹼)基，及用於再水合化甲醇副產物(對表面呈惰性)之弱甲氧基)



15 實施例 2: 藉由額外的有機基團增加空間的遮蔽效率

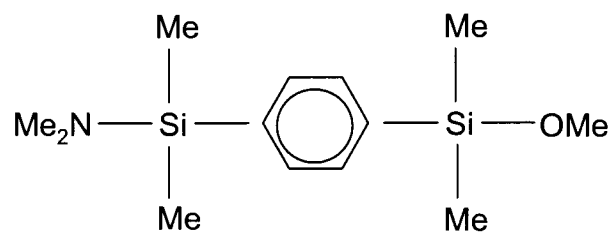


實施例 3: 矽骨架增加熱穩定性

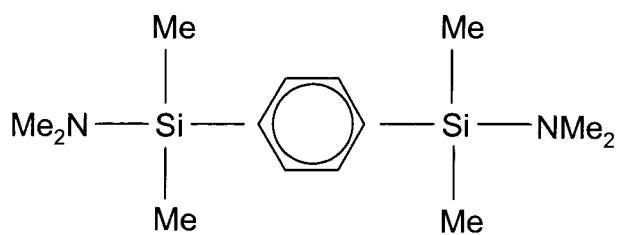


5

實施例 4: 芳香族架橋基團增加熱穩定性



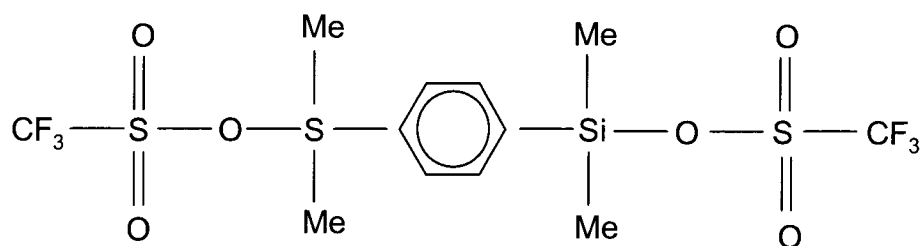
10 實施例 5: 在二端具強可水解的氨基—胺(鹼)產物; 芳香族
架橋基團



實施例 6: 在二端具強氟甲烷磺胺鹽可水解基團—三氟甲

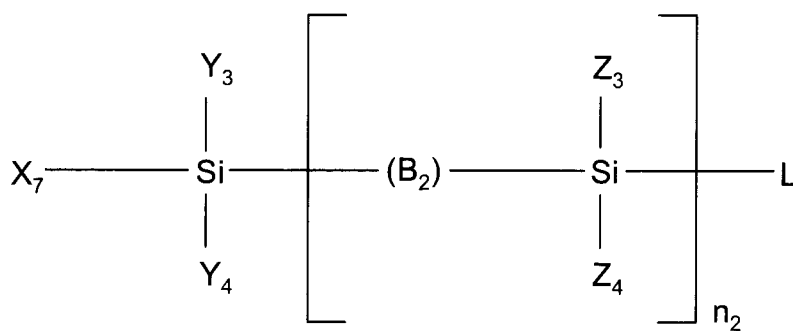
烷磺酸鹽(酸)產物

5



用於第二步驟之適合的聚合組分為一具下述化學通

式之有機矽烷：



10

其中：

n_2 為一等於或大於 0 之整數，

每個 Si 為一矽原子；

X_7 為可與該第一有機矽烷分子之水解官能基反應之

5 官能基，

Y_3 為：

- X_8 ，其為一可與該第一有機矽烷分子之水

解官能基反應的另一官能基，

- H，其為一氫原子，或

10 - R_5 ，其為一有機基團；

Y_4 為：

- X_9 ，其為一可與該第一有機矽烷分子之水

解官能基反應的另一官能基，

- H，其為一氫原子，或

15 - R_6 ，其為一有機基團，

B_2 ，其視需要存在，為一架橋基團，

Z_3 其為：

- R_7 ，其為一有機基團，

- H，其為一氫原子，或

20 - L_1 ，其為一具有電子供應者功能之配位

基，且其可作為一金屬成核部位，

Z_4 為：

- R_8 ，其為一有機基團，

- H，其為一氫原子，或

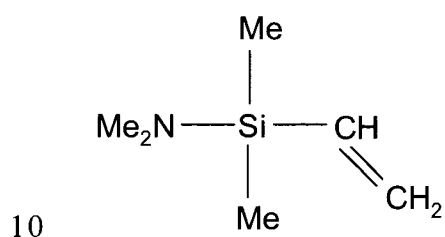
- L_2 ，其為一具有電子供應者功能之配位

基，且其可作為一金屬成核部位，以及

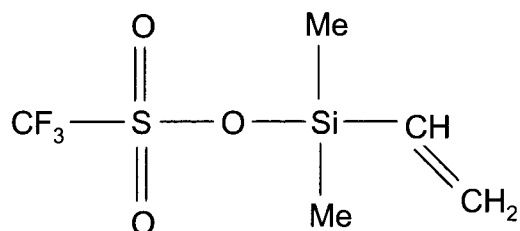
L 為一具有電子供應者功能之配位基，且其可作為一金屬成核部位。

5 根據描述，第二(或至少隨後的)有機矽烷之某些實施例包括：

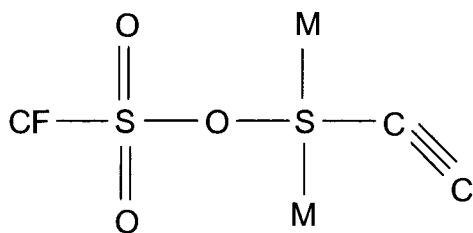
實施例 1: 用於耦合之強氮(鹼)基，及一用於成核之乙烯配位基



實施例 2: 替換酸性氟甲烷磺胺鹽耦合基



實施例 3：替換乙炔配位基



5

對於實施例而言，第一有機矽烷的實施例 1 及第二有機矽烷的實施例 1 之間的反應，該表面將以 Si (Me)₂-OH 終止。該 OH 將與第二有機矽烷的 NMe₂ 反應，以在其等之間形成 Si-O-Si 鍵及 HNMe₂ 副產物。

10 該有機基團 R 可為極性或非極性的。非極性有機基團 R 可能為，例如，一視需要鹵化的 C₁-C₁₀ 烷基、C₂-C₁₀ 鏈烯基，或 C₆-C₁₀ 芳基或芳烷基，較佳地，其係選自於：甲基、乙基、丙基、丁基、苯基、五氟苯基、1, 1, 2-三甲丙基 (thexyl)，及丙烯基。極性有機基團 R 可能是，例如，第
15 一及第二胺或烷氧基，且可能是，例如但不限於，甲基甲
基丙烯酸酯。嚴格來說，為簡化及簡潔的原故，在本文中所描述的實施例可能不是指非極性及極性有機基團 R，而應被瞭解的是，該二者皆為本發明考量者。

官能基 X 應具有使其可與多孔介電材料之個別的表面

羥基部位反應之結構，以使該鈍性耦合材料中一或多個之遮蔽層附著至該多孔介電材料的表面。更特別地是，該等官能基 X 藉由該表面羥基之排除而反應。就這一點而言，適當的官能基 X 的某些實施例包括但不限於-氯化物、-溴化物、碘化物、丙烯醯氧基-、烷氧基-、乙醯胺基、乙醯基-、丙烯基-、胺基-、氰基-、環氧基-、咪唑基、巯基-、甲醇磺酸-、磺酸-、三氟乙醯胺基，及含有尿素的基團。

該等一或多個配位基 L 應具有電子供應者的功能，且當該分子被附著至該多孔介電材料的表面時，在隨後液相金屬化加工期間形成一用於金屬成核反應的反應部位。適用於本發明之配位基包括但不限於乙烯基、丙烯基、2-丁炔基、氰基、環辛二烯基、環戊二烯基、氧膦基、烷基氧膦基、磺酸化、胺基、羧酸、羧酸鹽，及硫醇。

在某些實例中，該等官能基 X 及配位基 L 可能同樣為單-、雙-，及三-官能基的胺類(其可與其下方之多孔介電質及隨後形成於其上方之金屬層形成強烈的交互作用)。

此外，存在的一或多個配位基具有電子供應者的功能且提供隨後沈積金屬之成核部位。某些官能基 Z 可為額外的配位基(例如，除了 L 之外)的事實更進一步增加了由存在的額外成核部位形成之金屬層。

若存在的話，該架橋基團 B 可為，例如，二價的架橋基團(諸如氧或硫)、三價的架橋基團(諸如氮或磷)，或四價的架橋基團(諸如碳或矽)，且更特別地，可能為亞甲矽基及含有碳的不飽和芳香基團，諸如 m-亞苯基、p-亞苯基，

及 p, p' -二苯基醚。當存在時，該架橋基團可更進一步增進該鈍性耦合材料分子之熱穩定性。

本發明之特徵係有關於(該第一及/或第二有機矽烷組分之)至少某些有機基團 R 可與另一第一及/或第二有機矽烷組分之另一有機基團 R 反應以被交聯化。換言之，本發明預期除了該二或多個有機矽烷組分之間的聚合化作用之外的橫向聚合作用(transverse polymerization)。由於該耦合組成物的分子之間的橫向聚合作用，在其他的作用中，此二維的聚合反應提供一增加的密封作用以對抗水分的引入，甚至更佳地阻止了水分的吸收。

更特別地，該耦合組成物之個別分子之間的交聯作用可以光波長、溫度及曝露時間的作用被光活化。該光活化的步驟可在例如 190 nm 至 10 μ m 的波長及約 0°C 至約 400°C 的溫度下進行約 1 至 1000 秒。在一較佳地實施例中，光活化可在約 190 nm 至約 500 nm 的波長及約 10°C 及 100°C 的溫度下進行約 1 至 60 秒。

本發明並不限於使用上述多種有機矽烷組分。例如，利用類似於 PCT/EP2005/010688 所揭露的材料完成之孔洞密封件也可被利用，與上述比較，其中不同分子與下方介電質的反應(即，矽烷化)，及該組成物之個別分子的個別有機基團 R 之間的交聯反應可利用參數被光誘導。

根據本發明，多種耦合材料可被使用。一般來說，根據本發明，一適合的耦合材料：

- 包括至少一可與通常存在於該多孔介電材料之表面

上的表面羥基反應之官能基，

- 包括至少一具有電子供應者之功能的第二官能基(即，一配位基)，以提供一易使或促進後續金屬化作用之反應部位(更特別地，一金屬成核部位)，

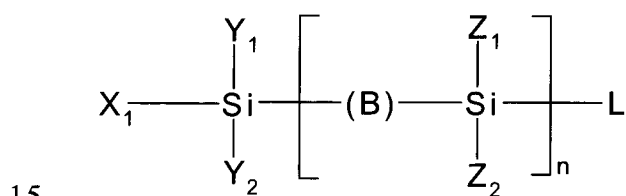
5 - 較佳地，但不是必然地，在該分子骨架中包括至少二矽原子，用來熱穩定化該鈍性的耦合金屬，特別是在後續的相對高溫之加工步驟期間，以及

- 較佳地，包括複數個有機遮蔽基團，其在該多孔介電層的表面上形成至少一個，較佳地至少二個遮蔽層，

10 以阻止水分吸收，該耦合材料之一特定分子的至少某些有機遮蔽基團可與該耦合材料的另一分子之個別有機遮蔽基團反應，以交聯該耦合材料之分子。

適合的耦合材料之實施例為一具下述化學通式之有

機矽烷：



其中：

n 為一等於或大於 1 之整數(即，1、2、3、4、5、6、7...)，

每個 Si 為一矽原子；

X_1 為一可與該多孔介電材料之一表面羥基部位反應之
20 官能基。

Y_1 為：

- X_2 ，其為可與該多孔介電材料之表面羥基部位
反應之另一官能基，
- H，其為一氫原子，或
- R_1 ，其為一有機基團；

5 Y_2 為：

- X_3 ，其為可與該多孔介電材料之表面羥基部位
反應之另一官能基，
- H，其為一氫原子，或
- R_2 ，其為一有機基團

10 B，其視需要而存在，為一架橋基團，

Z_1 為：

- R_3 ，其為一有機基團，
- H，其為一氫原子，或
- L_1 ，其為一具有電子供應者功能之配位基，且其

15 可作為一金屬成核部位，

Z_2 為：

- R_4 ，其為一有機基團，
- H，其為一氫原子，或
- L_2 ，其為一具有電子供應者功能之配位基，且其

20 可作為一金屬成核部位，以及

L 為一具有電子供應者功能之配位基，且其可作為一金
屬成核部位。

該鈍性耦合材料及多孔介電材料之間的鍵強度，及其與
表面羥基反應的速度係取決於存在何種官能基以及該鈍性

耦合材料中矽基團的數目。

如本文中所述，在主鏈(“骨架”)中存在至少一個，較佳地至少二個矽原子會使該分子更具有熱穩定性，特別是考慮到執行後續加工步驟所遭遇的溫度時。例如，液相金屬化之後，一後續的介電層沈積及固化可能需要，例如，約 350°C 的溫度。相較而言，例如，在該骨架中之一具有碳的分子(例如，脂肪族的或芳香族的碳)很可能在此溫度氧化。

一般來說，如上述關於包括複數個有機矽烷“組分”之耦合組成物之該等架橋基團 B、官能基 X、有機基團 R，及配位基 L 之不同的非限制性實施例係相同地可應用於構成該組成物之該等矽烷組分。

藉由多孔材料，其可被認定為該遮蔽基團 R 的尺寸應與孔洞尺寸成比例。先前的研究建議，一厚度小於約 25 埃的有機層可有效地遮蔽一表面免於水分滲透，即使在提高溫度時。

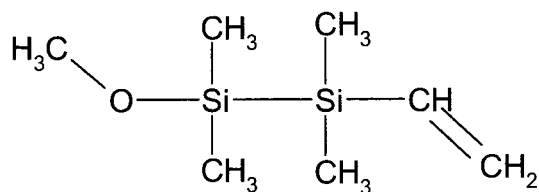
在本發明中，碳氫鏈的長度可被輕易地調整以使立體遮蔽效率最適化於該介電質之孔洞尺寸。

該分子的概念將以實施例及非限制性的方式，利用一系列代表性的化合物呈現。將被瞭解的是，根據存在於其中之 n 單體的數目，該等顯示於下方之例示的分子可被製造為較長或較短。指數 n 一般為 1 或大於 1 的整數。更佳地，n 為一包含在 1 及 30 之間的整數。最佳地，n 為一包含在 1 及 18 之間的整數，即 1、2、3、4、5、6... 17，或

18。

實施例 1：

甲氧基-四甲基-乙烯基-二矽烷：

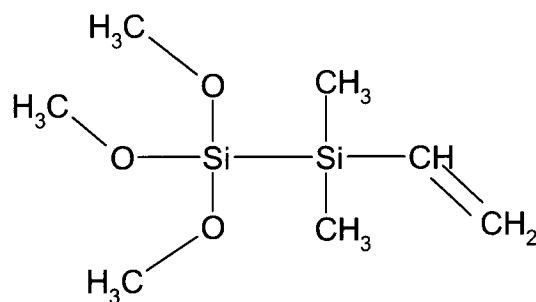


- 5 其中 X_1 官能基為 H_3CO- (甲氧基)基團；該 Y_1 、 Y_2 、 Z_1 、 Z_2 官能基為 $-CH_3$ (甲基)有機遮蔽基團；B 不存在；且該配位基 L 為 $-CH=CH_2$ 乙烯基團。

實施例 2：

三甲氧基-二甲基-乙烯基-二矽烷

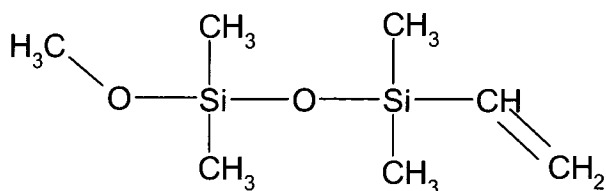
10



- 其中該 X_1 、 Y_1 ，及 Y_2 官能基為 H_3CO- (甲氧基)基團；該 Z_1 及 Z_2 官能基為 CH_3 甲基有機遮蔽基團；B 不存在；且該配位基 L 為 $-CH=CH_2$ 乙烯基團。

- 15 實施例 3：

乙烯基四甲基甲氧基二矽氧烷 (架橋基團 B 存在)

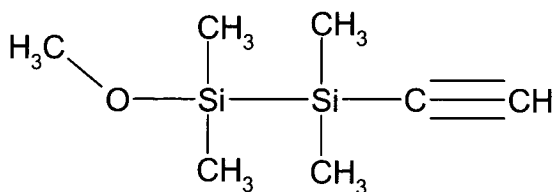


其中 X_1 官能基為一 $\text{H}_3\text{CO}-$ (甲氧基)基團；該等 Y_1 、 Y_2 、 Z_1 、 Z_2 官能基為 $-\text{CH}_3$ (甲基)有機遮蔽基團；該架橋基團 B 為氧(形成一二矽氧烷化合物)；且該配位基 L 為一 $\text{C}=\text{CH}_2$ 乙烯基團。

一架橋基團 B(諸如此實施例中的氧)的添加可顯著地影響該耦合層之熱穩定性。亞甲矽基及不飽和的含碳碳烯基團，諸如 m-亞苯基、p-亞苯基，及 p, p' -二苯基，為架橋基團之額外的實施例，根據本發明可用以更進一步增進該鈍性耦合金屬分子的熱穩定性。

實施例 4：

甲氧基-四甲基-丁基-二矽烷 (替換配位基)



15

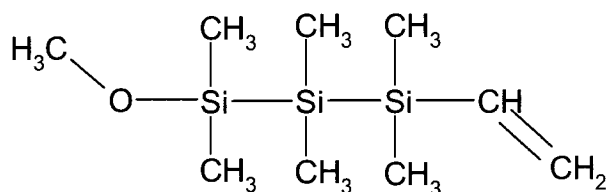
其中 X_1 官能基為一 $\text{H}_3\text{CO}-$ (甲氧基)基團；該等 Y_1 、 Y_2 、 Z_1 、 Z_2 官能基為 $-\text{CH}_3$ (甲基)有機遮蔽基團；該架橋基團

B 不存在；且該配位基 L 為 $-C:CH$ 乙炔基團。

實施例 5：

甲氧基-六甲基-乙烯基-三矽烷（替換分子長度）

5



其中 X_1 官能基為 H_3CO- （甲氧基）基團； Y_1 、 Y_2 、 Z_1 、 Z_2 官能基為 $-CH_3$ （甲基）有機遮蔽基團；該架橋基團 B 不存在；且該配位基 L 為 $-CH=CH_2$ （乙烯基）基團。

因此，在一完成的半導體裝置結構中，一下層，諸如
10 一介電層 10（其可能是多孔的，如上所述），其上形成一耦合層 20。該耦合層 30 促進一金屬層 30（諸如一側壁障蔽層）形成於其上。見第 2 圖。

本發明之耦合材料可根據習知的方法被施用於一多孔介電材料的表面上，該習知的方法係用於施用聚合組成
15 物，其包括但不限於氣相、液相，或噴霧室的應用。必須用於各種形式應用的物理設備在習知技藝者中為已知。

關於該耦合材料之液相沈積，本發明最普遍地考量利用一含有該耦合材料之水溶液以在介電層上沈積一耦合層。該耦合材料典型地係以水稀釋，可以加入有機溶劑（諸
20 如，酒精），以更進一步增加該聚合物的溶解度。再者，適用於本發明之官能基的某些實施例可被水解。

液相應用可被執行，例如，在約 $25^\circ C$ 及 $80^\circ C$ 的溫度

之間進行約 30 秒至 10 分鐘之間的加工時間。

較佳地，該耦合材料及形成在該多孔介電層表面之矽烷醇之間的反應速度足夠地快，使該反應發生在任何可能來自水性溶劑的水分開始被吸收之前。換言之，理想上該反應應足夠地快，在該介電層開始自溶劑吸水之前，即立體遮蔽該多孔介電層。

在該耦合材料被沈澱之前，若此表面需清除殘餘物或沈澱物，該耦合材料可與一適用於移除該等聚合殘餘物之水性清洗組成物結合。如上所述，該反應速度應足夠地快，使該耦合材料與該多孔介電材料表面上之羥基的反應實質上在非所欲之殘餘物被清洗組成物移除時便立即發生。水吸收可因而被阻斷。一清洗加工步驟及一耦合層沈積步驟可藉此同時進行，此相對地簡化了製造過程。

若該耦合材料為一水溶性有機矽烷，其可與預先施用至該晶圓之清洗液體混合。其也可以在該清洗工具中，或在非常鄰近該清洗工具處與該清洗液體混合(即，僅在施用至該晶圓之前)。

根據本發明組成一清洗溶液與該耦合材料之一實施例，該組合溶液係根據下述條件進行：

- 20 - 該施用的清洗混合物為根據本文描述之可溶性有機矽烷與一有機酸、一高度稀釋的水狀 HF，或其鹽類混合者，且視需要包括一螯合劑及/或界面活性劑，
- 加工溫度 = 25-80°C，以及

- 加工時間= 30 秒至 10 分鐘

在該殘餘的聚合物及/或金屬殘餘物如所欲般被移除後，該多孔介電材料係藉由鈍性耦合層密封。

複合劑或螯合劑也可提供以移除金屬物種，若需要的話。該等試劑應被加入至該溶液中，以使其可依普通的步驟順序加工。普通的複合劑包括乙二胺四乙酸(EDTA)及其衍生物及有機酸。

同樣地，一廣泛多樣化的習知界面活性劑可被包含於該溶液中。例如，其可有利的由作為界面活性劑之聚(環氧乙烷)及聚(環氧丙烷)之塊體利用嵌段共聚物厚塗層。該兩基團有效地吸附在疏水及親水的表面上，且存在於該嵌段共聚物中的各個基團的長度及比例可輕易地被修改為適合本發明。

利用一水性溶液代替該鈍性耦合材料之液相沈積，其可以氣相的方式，利用習知的氣相分散裝置(噴嘴、漏孔等)驅散與該材料結合之一載體氣體(如氮或氬)。氣相應用可在約 0°C 及約 300°C 之間的溫度下進行。

為避免使用一水性溶液應用之困難，可考慮在一預定環境中(特別是在一惰性環境中)應用噴霧。可用於實施例之環境為濕度少於約 1%之氬、氮或二氧化碳。該惰性氛圍可在常壓下。在此實例中，一或多個氣溶膠噴嘴可以加工的狀態被設置在一實質上密封的室中。該惰性氛圍可在相對於常壓，減少或增加壓力的狀態。

如上所述，根據本發明一實施例之加工順序包括(大體

而言，見第 1 圖）：

以一第一矽烷組分鈍性該介電層（例如，藉由控制氛圍噴霧或藉由蒸汽相沈積）（步驟 S10），此步驟可包括光輔助或光活化（波長範圍由 UV 至熱紅外線光）；

5 固化（特別是，但不僅為 UV 固化）及/或在控制氛圍下烘乾，特別是包括光聚合化作用（即，交聯作用）（步驟 S15）；

水溶液清洗溝槽，同時水解該沈積的第一矽烷組分（諸如上述之第一聚合組分）之一或多個官能基（利用，例如，液相應用、控制氛圍噴霧，或蒸汽相沈積）；可包括乾燥及
10 /或光輔助（步驟 S20）（波長範圍由 UV 至熱紅外線光）；

視需要地保護該裝置結構中的金屬層（諸如銅罩層），以保護或至少弱化鈍性耦合材料及該金屬層之間的鍵結，如上所述（在一控制氛圍中，或在蒸汽相中）（步驟 S30）；

施用一第二矽烷組分（如上所述）（例如，在液相、噴
15 霧（視需要地利用一有機溶劑），或在蒸汽相中）；可視需要包含乾燥輔助）；可包含乾燥及/或光輔助（步驟 S40）（波長範圍由 UV 至熱紅外線光）；

固化（特別是，但不僅為 UV 固化）及/或在控制氛圍下烘乾（步驟 S50）；以及

20 以液相沈積一化學電鍍側壁障蔽層（例如，利用浸漬或噴霧）；視需要地藉由乾燥及/或光輔助（步驟 S60）（波長範圍由 UV 至熱紅外線光）；

當該多孔介電材料以本發明之鈍性耦合材料適當地鈍化（無論是在單一步驟或在多個步驟），金屬化可在之後

藉由一化學電鍍沈積方法以液相開始進行(如已知，例如，Shacham-Diamand，電化學學報，第 44 卷(1999)，3639)。在一障蔽/晶種層沈積之後，一銅薄膜可藉由習知的電沈積方法被沈積在其上，如半導體製造領域中已知者。在該鈍性耦合層上液態施用該障蔽金屬層使在該鈍性耦合層上之金屬沈積不需要“轉換”加工線至氣相金屬沈積設備中。

液相障蔽金屬沈積可以上述方法進行，例如，以金屬沈積領域已知的方法，利用金屬鹽(諸如鈷或鎳)之液態金屬前趨物或溶液，藉由播種於本文描述且主張的鈍性耦合材料所存在的成核部位。

前述內容表示，在該骨架中存在複數個 Si 原子，加上該視需要而存在的架橋基團 B，增加該鈍性耦合材料的熱穩定性，使其可忍受後續高溫製造步驟的溫度，諸如後續金屬層的氣相沈積。相較之下，遮蔽基團的熱分解(若有發生的話)，是可被接受的，因為其等之立體遮蔽功能在此處已不再需要。

再者，該配位基 L 具有電子供應者的功能，且提供成核部位給後續沈積的金屬。 Z_1 及/或 Z_2 可為相對應的配位基之事實，因存在額外的成核部位，更進一步增進一金屬層之形成。

在本發明之特定的實施例中，該鈍性耦合組成物(無論是沈積為一完整的分子或如複數的有機組分，如上所述)係藉由與其上之羥基反應而被化學性附著至該介電層的表面(不論特定方法的應用)。在第 3 圖中，一有機矽烷係與

該介電層之表面反應。該反應可藉由波長 λ_1 之預定的光線，於溫度 T_1 下第一次曝露一時間 t_1 ，而被光活化或促進。如本文中所述之全部的光活化步驟，一般來說，該波長、時間，及溫度可能落於下述之範圍內：約 190 nm 至約 10
5 μm ；約 1 至 1000 秒；約 0°C 及 400°C 之間的溫度。在一特定的實施例中，該波長可在 190 nm 及 500 nm 之間，該曝露時間可在 1 及 60 秒之間，且該溫度可在 10°C 及 100°C 之間。

一 Si-O-Si 鍵因而被形成在該有機矽烷及介電層表面
10 之間。

再者，參照第 4 圖。一般來說，第 4 圖描述相當於該鈍性耦合組成物結合至該介電層之表面的複數個有機矽烷。一般來說，鄰近的有機矽烷之分別的鄰近官能基(即，立體遮蔽基團)係被交聯，以提供二維(即，橫向)聚合作用。

15 就這一點而言，一光活化的聚合作用起始劑(諸如苯甲醯過氧化物)可被使用。例如，第 4 圖描述於溫度 T_2 曝露在一具有波長 λ_2 之第二光下，苯甲醯過氧化物之一分子如何裂解為二個自由基，該等自由基各為聚合作用的起始劑。如前所述，該波長、時間，及溫度可能落在下述的範圍內：約 190 nm 至約 10 μm ；約 1 至 1000 秒；溫度在約 0°C
20 及 400°C 之間的範圍內。在一特定的實施例中，該波長可能在 190 nm 及 500 nm 之間，曝露時間可能在 1 及 60 秒之間，且溫度可能在 10°C 及 100°C 之間。

每個聚合作用的起始劑在個別的第一有機矽烷之鄰

近的 CH_2 基團之間起始一自由基-形式的聚合作用連鎖反應。

因此，如第 5 圖中之透視圖所示，鈍性耦合層的個別分子被橫向交聯，以提供一增進的孔洞密封功能。除了所述的分子之間的交聯之外，指標 A 及 B 指出某些加成交聯或聚合終止的位置。以該種方式連接的分子被形成為相當於第 2 圖中層 20 之層狀結構。同時，各分子呈現一配位基團（諸如在此實施例中的 NH_2 ），該配位基作為化學電鍍金屬沈積（諸如金屬側壁障蔽層之化學電鍍沈積）之金屬成核部位。當一金屬層被沈積於其上，可獲得如第 2 圖所描述之層狀結構。雖無特別在圖中描述，光活化也可被用於增加金屬沈積。如之前所述，該等波長、時間，及溫度可能落在下述的範圍中：約 190 nm 至約 10 μm ；約 1 至 1000 秒；溫度在約 0°C 及 400°C 之間。在一特定的實施例中，該波長可能在 190 nm 及 500 nm 之間，曝露時間可能在 1 及 60 秒之間，且該溫度可能在 10°C 及 100°C 之間。

在上文中已說明的是，該鈍性耦合金屬中的配位基 L 提供金屬成核部位，以促進或易使金屬層形成。然而，該等配位基 L 可能為某種易與諸如曝露在蝕刻通道中之銅金屬或半導體裝置中之金屬障蔽層（例如，習知技藝中以鈷合金為主的自我對準式障蔽層）等半導體裝置中其他金屬結構反應之狀態。

如上所述，該鈍性耦合材料之“端部”具有一或多個官能基 X，其可與存在於一介電材料上之表面羥基部位反

應。該聚合物之其他端部具有提供金屬成核部位之配位基，以促進金屬層的形成。然而，若(例如)該等配位基與(例如)一曝露通道中之銅金屬結構反應時(該等官能基 X 如預定與表面羥基反應，或者殘餘未附著者反應，使該聚合物非為其所欲之狀態)，則可能會產生問題。因此，該鈍性耦合金屬可呈現一還原能力，以促使金屬層之沈積，因為可利用的配位基之還原反應，可使其作為成核部位。因此，可依所欲者形成該鈍性耦合材料，以減少或避免與該半導體裝置之其他金屬結構形成部交互反應。

或者，某些額外的加工步驟可被執行，以使該金屬結構較該鈍性耦合材料不敏感。例如，銅金屬結構的表面可以化學性適合的有機胺處理(即，保護性地以其覆蓋)。該銅金屬表面之改質可引起與該鈍性耦合材料之化學鍵，該化學鍵比該鈍性耦合材料與其下方之介電材料之間的鍵結還要弱。當該鈍性耦合材料之後如所欲的被沈積時，一後續的除氣步驟(利，例如，一熱處理)可被施用，以由該銅金屬區域移除任何鈍性耦合材料，此可藉由預處理該銅金屬表面所產生之上述弱鍵結而被簡化。

在另一方法(也可用於多孔的介電質)中，藉由利用超臨界流體 CO₂ 清洗溝槽之起始步驟，水溶液溝槽清洗可被重覆。此可如上述接著沈積第一有機矽烷的步驟及水合該結構的步驟進行，以在該第一有機矽烷分子上獲得端部的羥基部位。藉此改質的第一有機矽烷可隨後與上述第二有機矽烷之一反應。銅之化學電鍍障蔽沈積或電沈積可在隨後

執行。

在另外的方法(可用於一習知 PTEOS SiO_2 介電質)中，
一習知水溶液溝槽清洗首先被執行。隨後，如上所述，該
第一有機矽烷係利用適當的方法(諸如液相沈積、噴霧，或
5 蒸汽相沈積)被施用。該結構隨後在一水介質中被水合，以
在形成於該介電層結構上之第一有機矽烷的端部獲得羥
基。該等第二有機矽烷之一係如上述於銅的化學電鍍障蔽
層沈積及化學電鍍或電沈積之後被沈積。

如上所述，本發明係有關於用於製造半導體裝置中加
10 工半導體基材之部份結合系統。該系統包括複數個加工
台，與在該等加工台之間移動半導體基材之運送機構。該
等加工台利用液相沈積代替氣相或蒸汽相沈積，使其成為
更快速、簡化，且較不昂貴的加工方法。

複數的加工台包括至少一金屬障蔽層沈積台，其用於
15 沈積一液相金屬障蔽層。該系統也可包括一耦合層沈積
台，其用於沈積一具有化學組成物之耦合層，該耦合層的
作用係促進或簡化該金屬障蔽層之後續的形成。此一耦合
層組成物之一實施例係被描述於專利申請案第
PCT/EP2005/010688 號。

20 其他提供習知加工步驟之加工台可以任何適當或所
欲之組合被包括在該系統中。其他可被設置於本發明之結
合系統中的加工台之實施例包括一基材清洗台、一電鍍
台、一晶種層沈積台、一拋光台、一控制氛圍之光活化台(利
用波長由紅外線至紫外線的電磁能範圍)，以及一鈍性層沈

積台。該等工作台利用習知的方法，以提供其等個別的功能。

- 本發明之特別的方面增加一或多個以光處理(特別是，UV 光處理)的加工台(如本文所述)，以促進例如該鈍性
- 5 耦合材料之聚合作用(特別是，交聯聚合作用)。

設置一運送系統，以由一工作台將半導體基材運送至另一工作台。根據本發明之一方面，該運送系統以已知的方法自動地控制，諸如藉由在電腦上運作之適當的控制軟體。

- 10 該運送系統可能為任何熟習此技藝者習知的形式。包括托盤及類似用於將個別的半導體基材支撐於其上之系統、用於支撐超過一個半導體基材之卡匣，或自動控制抓取件、鉗件，或其類似物。各個用於固定一基材(即，各個托盤、卡匣、抓取件等)之基材支撐單元可在加工系統中以
- 15 一已知的方法在工作台間移動，諸如藉由將各個單元附著至循環纜線、鏈、輸送帶或其類似物上。較佳地，各個基材支撐單元的移動也可自動地控制。

- 沿著運行線路建構的運送系統可能特別地適合用於半導體基材之連續的加工，其中連續的加工工作台以單一
- 20 方向的順序來使用，沒有折返。

相較來看，較有益的是在加工台的中心設置諸如機器手臂(該手臂在端部設為例如一已知的夾式)之一運送系統，以便被複數個加工台圍繞。此排列不只是在製造時有幫助，且有助於使用一或多個加工台(諸如熱處理台)時。

此外，此排列可呈現出一所欲地縮小的機體。此一般性物理排列的已知實施例被描述於 US 6' 352' 467 及 US 6' 294' 059。

在半導體製造技藝中，於製造期間之半導體基材的污染為公認的問題。因此，應了解的是，為避免污染，習知方法較佳地係考慮到該系統的一部份，諸如界定一封閉環境，其中基材由一工作台傳送到另一工作台。其他已知的環境控制可依需要或需求被施用，例如(但非限制)在該結合系統中提供一微超壓，利用技術上適合的建構材料來避免與該基材上之結構的化學反應等。

支撐複數個半導體基材的卡匣可用於增加加工的生產率，代替每次需將基材移動通過該結合的系統。該等卡匣的實施例係描述於例如 US 6' 352' 467 中。

雖然在本文中沒有特別詳細說明，一或多個額外的加工台可根據被製造的半導體裝置之本質來設置，包含但不限於，用於電鍍(包括在該障蔽層上電鍍一銅薄膜)、拋光(例如化學機械性拋光或電拋光)，或晶種層沈積等工作台。如上所述，一個別的半導體基材清洗台可被設置或其功能可與耦合層沈積台的功能結合。

雖然本發明已如上所描述，並參照某些較佳的具體實施例，但應瞭解的是本發明並不侷限於該等較佳的具體實施例。更特別的是，熟習本發明之技藝者所作者並未偏離本發明之申請專利範圍所請求的範圍

【圖式簡單說明】

本文中所描述及請求的發明將參照所附圖式而更加的清楚，其中：

第 1 圖係概要性的描述製造本發明的具體實施例之半導體裝置的設備中所執行的一系列步驟；

5 第 2 圖為本發明之具體實施例所製造的一部份半導體裝置結構之不連續的概要橫截面圖；

第 3 圖描述本發明之具體實施例與例如二氧化矽表面上之羥基之間的反應；

第 4 圖係描述本發明之部份具體實施例的一光活化劑
10 之光反應，以及本發明之具體實施例的耦合材料之分子之間更進一步之交聯反應；以及

第 5 圖係為本發明之具體實施例中，一部份半導體裝置之概要部份透視圖，該半導體裝置具有一交聯的耦合材料形成於其上。

15 **【主要元件符號說明】**

S10，S15，S20，S30，S40，S50，S60 …步驟

10 …介電層

20，30…耦合層

五、中文發明摘要：

在一半導體裝置中一耦合層組成物的分子係二維地聚合，以提供增強的水分阻隔效果，特別是當該耦合層被形成在諸如一多孔介電層之多孔層上時。在該下方結構上之耦合層的沈積及/或該耦合層組成物之交聯聚合反應及/或一最終的金屬化可被光活化，特別是，但非僅利用一紫外光。

六、英文發明摘要：

Molecules of a coupling layer composition in a semiconductor device are bidimensionally polymerized in order to provide enhanced moisture blocking effect, particularly when the coupling layer (20) is formed on a porous layer, such as a porous dielectric layer (10). The deposition of the coupling layer on the underlying structure and/or the cross-polymerization of the coupling layer composition and/or a final metallization (30) can be photo-activated, especially, but not only, using an ultraviolet light.

十、申請專利範圍：

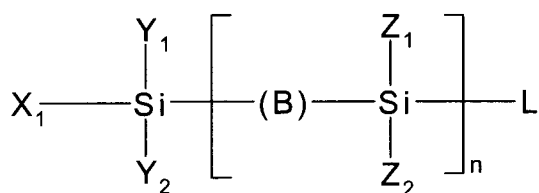
1. 一種積體半導體基材加工系統，包括：

複數個半導體基材加工台，包含至少一障蔽層沈積台，其建構並佈置以在該半導體基材上沈積一障蔽層；以及

5 一半導體基材運送系統，其用於在複數個半導體基材加工台之間運送一半導體基材，

其特徵在於該障蔽層沈積台被建構並佈置以沈積一液相之金屬障蔽層，且其更進一步包括一耦合層沈積台，該耦合層沈積台被建構並佈置以在該障蔽層沈積於耦合層之前，於先前沈積於該半導體基材上之介電層上沈積一二維地聚合性的耦合層，該耦合層的功用係在於促進其上之該障蔽層的形成。

2. 如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該耦合層沈積台被建構並佈置以沈積一有機矽烷耦合層，該層具有下述化學
15 通式之分子組成：



其中：

20 n 為一等於或大於 1 之整數，

每個 Si 為一矽原子；

X_1 為一官能基，其可與介電材料之表面羥基部位反應，

Y_1 為：

- X_2 ，其為可與該介電材料之表面羥基部位反應
的另一官能基，

5 - H，其為一氫原子，或

- R_1 ，其為一有機基團；

Y_2 為：

- X_3 ，其為可與該介電材料之表面羥基部位反應
的另一官能基，

10 - H，其為一氫原子，或

- R_2 ，其為一有機基團；

B，其之存在係可擇的，為一架橋基團，

Z_1 為：

- R_3 ，其為一有機基團，

15 - H，其為一氫原子，或

- L_1 ，其為一具有電子供應者功能之配位基，且其
可作為用於促進該障蔽層形成之金屬成核部位，

Z_2 為：

- R_4 ，其為一有機基團，

20 - H，其為一氫原子，或

- L_2 ，其為一具有電子供應者功能之配位基，且其
可作為用於促進該障蔽層形成之金屬成核部位，以及

L 為一可作為用於促進該障蔽層形成之金屬成核部位，

其特徵在於至少某些有機基團 R 可與該有機矽烷耦合

層之另一有機矽烷分子之各別的有機基團 R 反應，以被交聯。

3. 如申請專利範圍第 2 項之系統，其特徵在於 Z_1 及 Z_2 中之至少之一者分別為 R_3 及 R_4 。

5 4. 如申請專利範圍第 2 或 3 項之系統，其特徵在於 n 為包含 1 及 30 之間的整數，且更特別地是其為具有值為 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17，或 18 之一整數。

5. 如申請專利範圍第 2 項之系統，其特徵在於：

10 X_1 ，及 X_2 及/或 X_3 若存在，其等係選自於下列基團所組成的群組：-氯化物、-溴化物、碘化物、丙烯醯氧基-、烷氧基-、乙醯胺基、乙醯基-、丙烯基-、胺基-、氰基-、環氧基-、咪唑基、巰基-、亞甲基磺酸化-、磺酸化-、三氟乙醯胺基，及含有尿素的基團，以及

15 L，及 L_1 及/或 L_2 若存在，其等係選自於下列基團所組成的群組：乙烯基、丙烯基、2-丁炔基、氰基、環辛二烯基、環戊二烯基、氧磷基、烷基氧磷基、磺酸化基團、胺基、羧酸、羧酸鹽，及硫醇。

6. 如申請專利範圍第 2 項之系統，其特徵在於若 B 存在，
20 其為一亞甲矽基或碳烯基團。

7. 如申請專利範圍第 6 項之系統，其特徵在於 B 係選自於下列基團所組成的群組： m -亞苯基、 p -亞苯基，及 p, p' -二苯基醚。

8. 如申請專利範圍第 2 項之系統，其特徵在於 R_1 、 R_2 、 R_3 ，

及/或 R_4 若存在，係選自於下列基團所組成的群組：甲基、乙基、丙基、丁基、苯基、五氟苯基、1,1,2-三甲基丙基 (thexyl)，及丙烯基。

5 9. 如申請專利範圍第 2 項之系統，其特徵在於其更進一步包括一建構並佈置以沈積一介電層之介電層沈積台，其中該耦合層沈積台被建構並佈置以在該沈積的介電層上沈積該耦合層。

10 10. 如申請專利範圍第 2 項之系統，其中該介電層為一多孔介電層，其特徵在於該耦合層另一作用為鈍化該多孔介電層。

11. 如申請專利範圍第 1 項之系統，其特徵在於該耦合層沈積台包括用於分散含有機矽烷溶液之構件，該有機矽烷在該半導體基材的一表面上構成該耦合層。

15 12. 如申請專利範圍第 1 項之系統，其特徵在於包括一半導體基材清洗台，其建構並佈置以清洗一半導體基材的表面。

13. 如申請專利範圍第 12 項之系統，其特徵在於該半導體基材清洗台係建構並佈置以在該耦合層沈積台沈積該耦合層之前，清洗一半導體基材的一表面。

20 14. 如申請專利範圍第 12 項之系統，其中一單一半導體加工台作為該耦合層沈積台及該半導體基材清洗台二者，其特徵在於作為該耦合層沈積台及該半導體基材清洗台二者之該單一半導體加工台係建構並佈置以在該半導體基材上施用一水溶液，該水溶液含有至少一用於清洗該半導體基材之表面之清洗組成物及構成該半導體基材表面上之該耦

合層之該有機矽烷之組合。

15. 如申請專利範圍第 1 項之系統，其特徵在於該耦合層沈積台係建構並佈置以沈積一材料，該材料構成為氣相的該耦合層。

5 16. 如申請專利範圍第 15 項之系統，其中構成該耦合層之材料與一載運氣體結合。

17. 如申請專利範圍第 1 項之系統，其特徵在於該障蔽層沈積台被建構並佈置以在低於約 80°C 的溫度下沈積一液相金屬障蔽層。

10 18. 如申請專利範圍第 1 項之系統，其中其更進一步包括一或多個下述裝置：

一電鍍台，其建構並佈置以沈積一電鍍層；

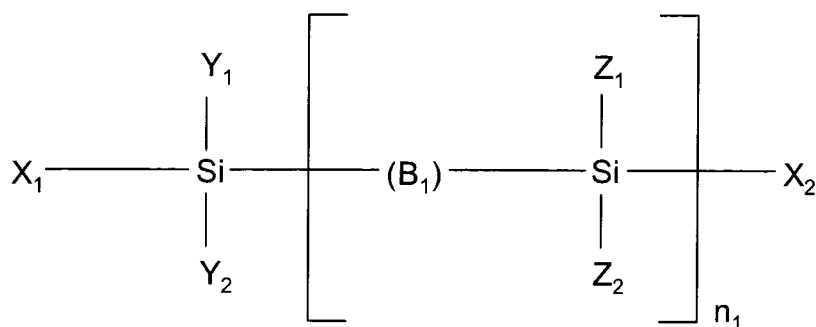
一拋光台，其建構並佈置以拋光該半導體基材上之表面；以及

15 一晶種層沈積台，其建構並佈置以沈積一晶種層。

19. 如申請專利範圍第 18 項之系統，其特徵在於該晶種層沈積台係建構並佈置以沈積一液相的晶種層。

20. 如申請專利範圍第 1 項之系統，其中該耦合層沈積台係建構並佈置以在該事先沈積的介電層上沈積一第一有機矽烷，該第一有機矽烷具有一可與該介電層之表面羥基部位反應之官能基，且具有下述之化學通式：

20



其中：

n_1 為一大於或等於 1 之整數，

每個 Si 為一矽原子；

5 X_1 為一可與該介電材料之表面羥基部位反應之官能基，

Y_1 為：

- X_3 ，其為可與該介電材料之表面羥基部位反應之另一官能基，

10 - H，其為一氫原子，或

- R_1 ，其為一有機基團；

Y_2 為：

- X_4 ，其為一可與該介電材料之表面羥基部位反應之另一官能基，

15 - H，其為一氫原子，或

- R_2 ，其為一有機基團，

B_1 ，其之存在係可擇的，為一架橋基團，

Z_1 為：

- R_3 ，其為一有機基團，

20 - H，其為一氫原子，或

- X_5 ，其為一可水解的官能基，

Z_2 為：

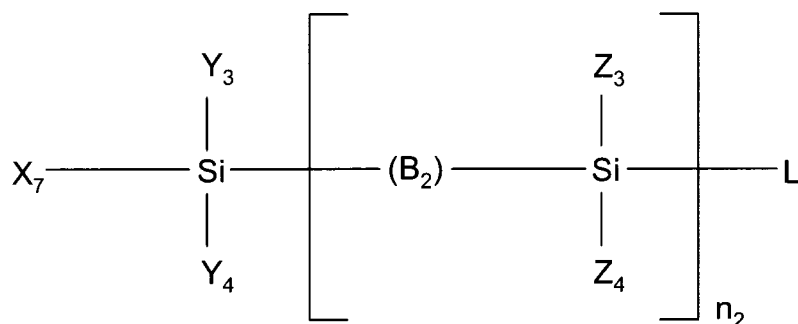
- R_4 ，其為一有機基團，

- H ，其為一氫原子，或

5 - X_6 ，其為一可水解的官能基；以及

X_2 為一可水解的官能基。

21. 如申請專利範圍第 20 項之系統，其中該耦合層沈積台
係更進一步建構並佈置以沈積一第二有機矽烷，該第二有
機矽烷具有一可與該第一有機矽烷之可水解的官能基反應
10 之官能基，及一提供一金屬成核部位之配位基，該第二有
機矽烷具有下述之化學通式：



其中：

n_2 為等於或大於 0 之一整數，

15 每個 Si 為一矽原子；

X_7 為一可與該第一有機矽烷分子之可水解的官能基
反應的官能基，

Y_3 為：

- X_8 ，其為可與該第一有機矽烷分子之可水

20 解的官能基反應的另一官能基，

- H，其為一氫原子，或
- R₅，其為一有機基團，

Y₄ 為：

- X₉，其為可與該第一有機矽烷分子之可水解的官能基反應的另一官能基，

- H，其為一氫原子，或
- R₆，其為一有機基團，

B₂，其之存在係可擇的，為一架橋基團，

Z₃ 為：

- R₇，其為一有機基團，
- H，其為一氫原子，或
- L₁，其為一具有電子供應者功能之配位基，且其可作為一金屬成核部位，

Z₄ 為：

- R₈，其為一有機基團，
- H，其為一氫原子，或
- L₂，其為一具有電子供應者功能之配位基，且其可作為一金屬成核部位，以及

L 為一具有電子供應者功能之配位基，且其可作為一金屬成核部位，

其中該等第一及第二有機矽烷共同組成一組成物，該組成物提供促進無電式金屬沈積之金屬成核部位。

22. 如申請專利範圍第 21 項之系統，其特徵在於有機基團 R₁、R₂、R₃、R₄、R₅、R₆、R₇，及/或 R₈ 之中至少一個若存在，

可與第一及第二有機矽烷之另一反應對的個別有機基團 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 、 R_6 、 R_7 及/或 R_8 反應，以在其等之間產生一交聯聚合反應。

23. 如申請專利範圍第 20 至 22 項中任一項之系統，其特徵
5 在於該耦合層沈積台包括用於促進該耦合層沈積之至少一
第一型式的光源。

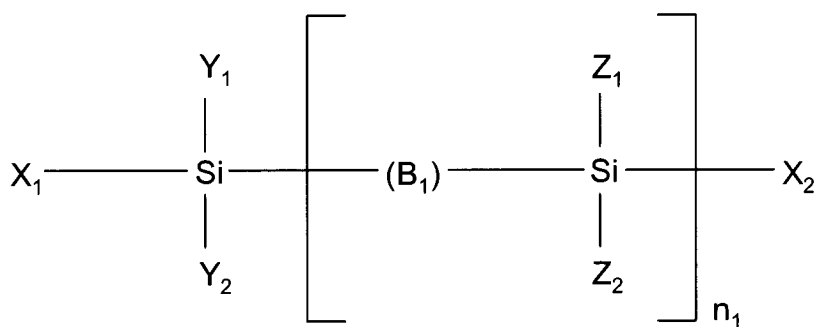
24. 如申請專利範圍第 23 項之系統，其中該光源被建構並佈置以提供促進該耦合層沈積之複數型式的光。

25. 如申請專利範圍第 24 項之系統，其中該光源提供紫外
線光譜中的光。

26. 一種在一介電層上形成一耦合層之方法，該介電層之一表面具有羥基，包括：

在該介電層上沈積一第一有機矽烷，該第一有機矽烷具

有下述之化學通式：



其中：

n_1 為一大於或等於 1 之整數，

每個 Si 為一矽原子；

X₁ 為一可與該介電材料之表面羥基反應之官能

基，

Y_1 為：

- X_3 ，其為可與該介電材料之表面羥基反應
之另一官能基，

5

- H，其為一氫原子，或
- R_1 ，其為一有機基團；

Y_2 為：

- X_4 ，其為可與該介電材料之表面羥基反應
之另一官能基，

10

- H，其為一氫原子，或
- R_2 ，其為一有機基團，

B_1 ，其存在係可擇的，為一架橋基團，

Z_1 為：

- R_3 ，其為一有機基團，
- H，其為一氫原子，或
- X_5 ，其為一可水解的官能基，

15

Z_2 為：

- R_4 ，其為一有機基團，
- H，其為一氫原子，或
- X_6 ，其為一可水解的官能基；以及

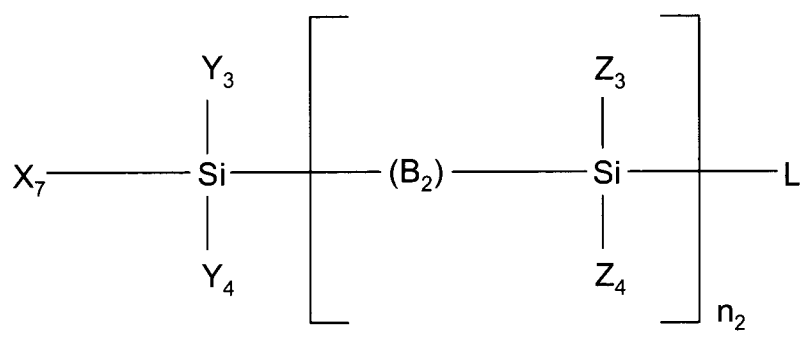
20

X_2 為一可水解的官能基，

使該第一有機矽烷之至少某些官能基與形成在
該介電層上之該羥基反應，

水解該第一有機矽烷之至少該可水解的官能基 X_2 ；以及

沈積一第二有機矽烷，該第二有機矽烷具有一可與該第一有機矽烷之可水解的官能基反應之官能基，以及一用於
5 提供一金屬成核部位之配位基，該第二有機矽烷具有下述之化學通式：



其中：

- n_2 為一等於或大於 0 之整數，
- 10 每個 Si 為一矽原子；
- X_7 為一可與該第一有機矽烷分子之可水解的官能基反應之官能基，

Y_3 為：

- X_8 ，為一可與該第一有機矽烷分子之可水
15 解的官能基反應之另一官能基，
- H，其為一氫原子，或
- R_5 ，其為一有機基團；

Y_4 為：

- X_9 ，其為可與該第一有機矽烷分子之可水
20 解的官能基反應之另一官能基，

- H，其為一氫原子，或

- R₆，其為一有機基團，

B₂，其存在係可擇的，為一架橋基團，

Z₃ 為：

5 - R₇，其為一有機基團，

- H，其為一氫原子，或

- L₁，其為一具有電子供應者功能之配位
基，且其可作為一金屬成核部位，

Z₄ 為：

10 - R₈，其為一有機基團，

- H，其為一氫原子，或

- L₂，其為一具有電子供應者功能之配位
基，且其可作為一金屬成核部位，以及

L 為一具有電子供應者功能之配位基，且其可作為

15 一金屬成核部位，

使該第二有機矽烷之官能基 X₇ 及，若存在的話，官能
基 X₈ 及 X₉ 中之至少某些官能基與該第一有機矽烷之個別的
水解官能基反應，以及

交聯第一及第二有機矽烷之至少某些個別的組合，

20 其特徵在於，至少下述反應之一以光活化步驟進行：

該第一有機矽烷與該介電層上之羥基之間的反應，

以及

第一及第二有機矽烷之個別的組合的交聯。

27. 如申請專利範圍第 26 項之方法，其中該光活化步驟係

取決於光波長、曝露時間，及溫度中之一或多者。

28. 如申請專利範圍第 27 項之方法，其中該光活化步驟利用波長在 190 nm 至 10 μ m 之間的光。

29. 如申請專利範圍第 28 項之方法，其中該光活化步驟利用波長在 190 nm 至 500 nm 之間的光。

30. 如申請專利範圍第 27 至 29 項中任一項之方法，其中該曝露時間在 1 及 1000 秒之間。

31. 如申請專利範圍第 27 項之方法，其中該曝露時間在 1 及 60 秒之間。

32. 如申請專利範圍第 27 項之方法，其中該光活化步驟執行溫度係在 0°C 及 400°C 之間。

33. 如申請專利範圍第 27 項之方法，其中該光活化步驟執行溫度係在 10°C 及 100°C 之間。

34. 一種半導體裝置，包括：

一介電層，

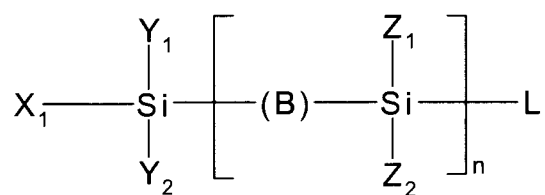
一耦合層，其形成在該介電層上；以及

一金屬層，其形成在該耦合層上，

其特徵在於，該耦合層之個別的分子係二維地聚合，

20

且具有下述之化學通式：



其中：

n 為一等於或大於 1 之整數(即, 1、2、3、4、5、6、7 ...),

每個 Si 為一矽原子；

X_1 為一可與該多孔介電材料之表面羥基部位反應之官

5 能基，

Y_1 為：

- X_2 ，其為可與該多孔介電材料之表面羥基部位

反應之另一官能基，

- H，其為一氫原子，或

10 - R_1 ，其為一有機基團；

Y_2 為：

- X_3 ，其為可與該多孔介電材料之表面羥基部位

反應之另一官能基，

- H，其為一氫原子，或

15 - R_2 ，其為一有機基團；

B，其之存在係可擇的，為一架橋基團，

Z_1 為：

- R_3 ，其為一有機基團；

- H，其為一氫原子，或

20 - L_1 ，其為一具有電子供應者功能之另一配位基，

且可作為一金屬成核部位，

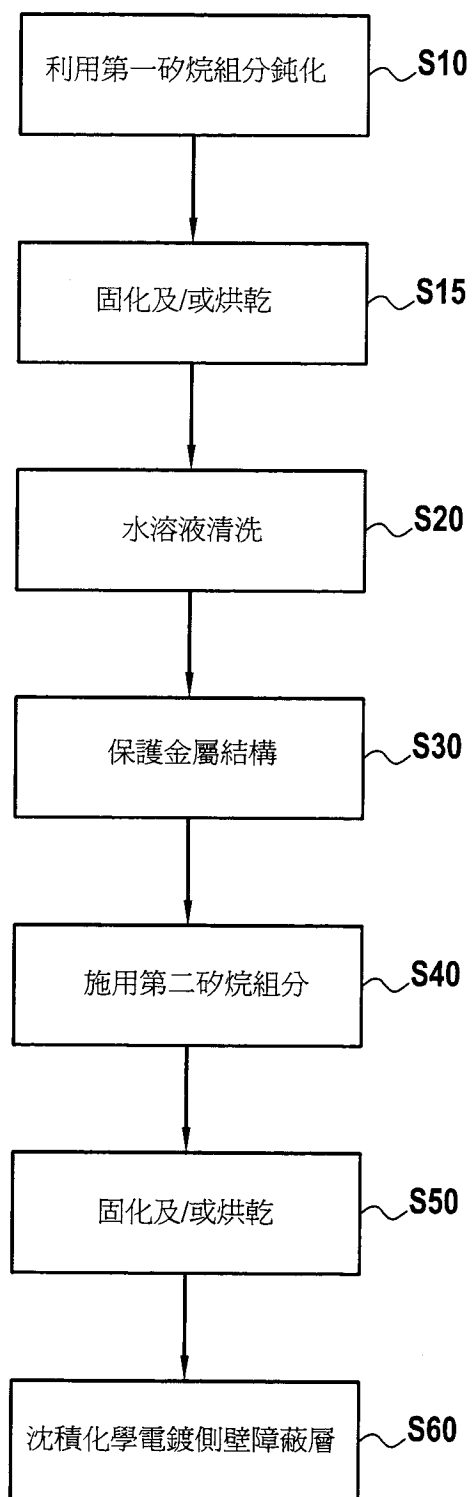
Z_2 為：

- R_4 ，其為一有機基團；

- H，其為一氫原子，或

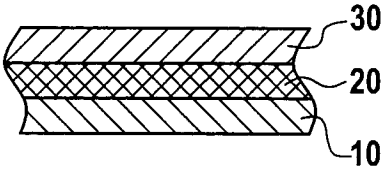
- L_2 ，其為一具有電子供應者功能之另一配位基，
且可作為一金屬成核部位，以及

L 為一具有電子供應者功能之配位基，且可作為一金屬
成核部位。

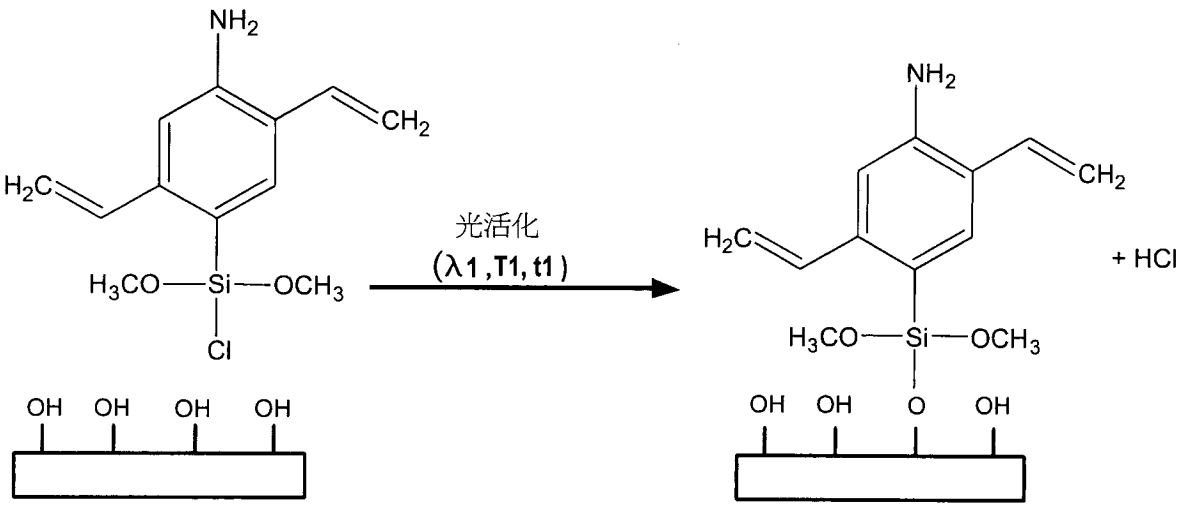


第1圖

2/3

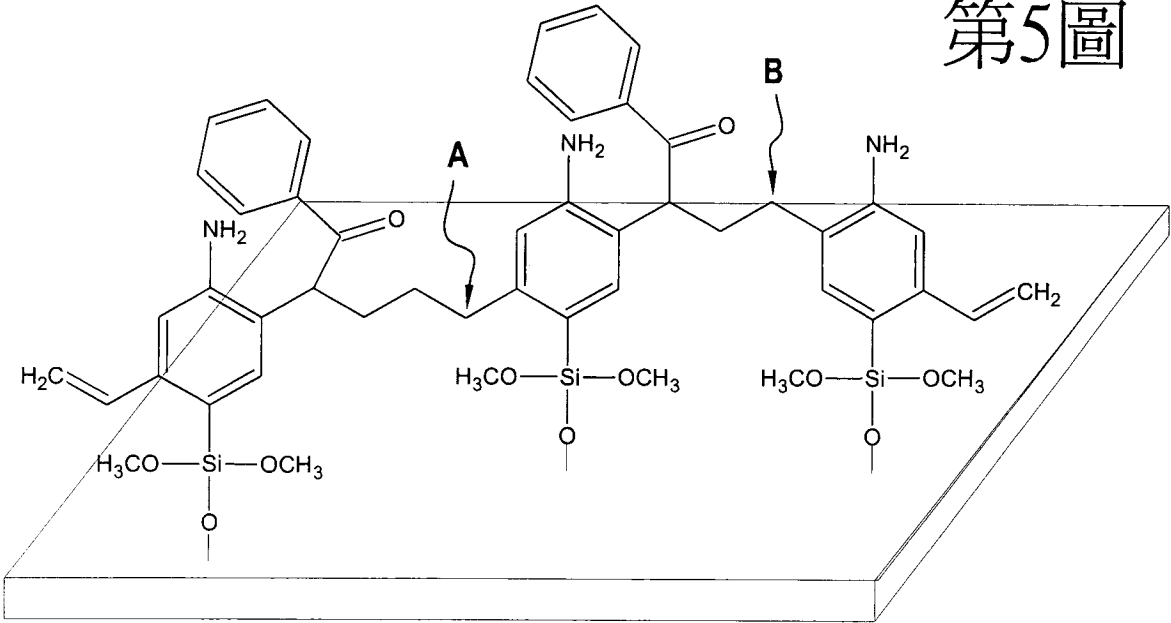


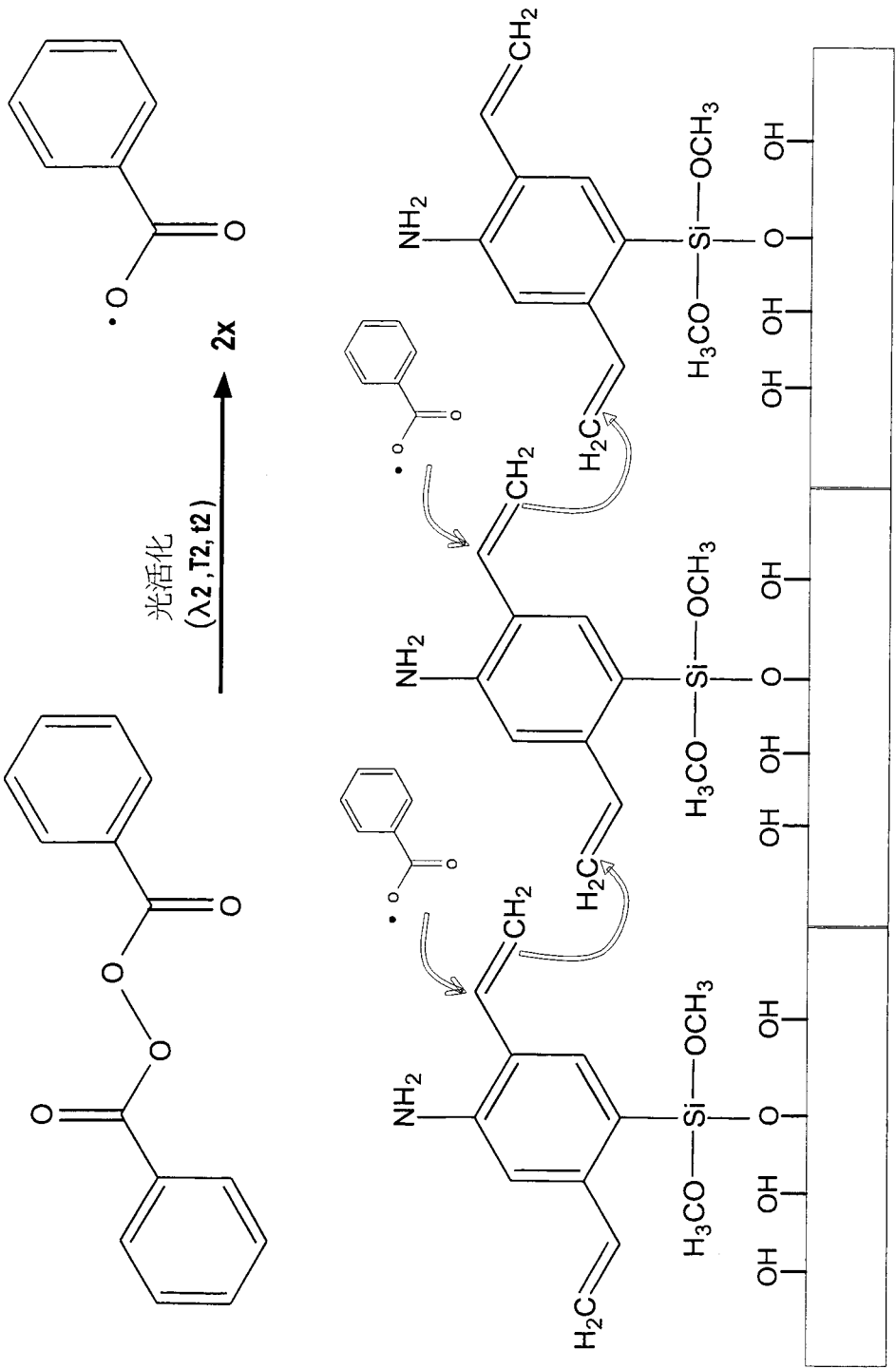
第2圖



第3圖

第5圖





第4圖

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (5) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無)

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：