



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I659121 B

(45) 公告日：中華民國 108 (2019) 年 05 月 11 日

(21) 申請案號：104126087

(22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 08 月 11 日

(51) Int. Cl. : C23C16/00 (2006.01)

C23C16/54 (2006.01)

(30) 優先權：2014/08/21 美國

14/464,748

(71) 申請人：美商席爾科泰克公司 (美國) SILCOTEK CORP. (US)

美國

(72) 發明人：麥澤拉 詹姆斯 B MATTZELA, JAMES B. (US)

(74) 代理人：惲軼群

(56) 參考文獻：

US 2005/0130416A1

審查人員：于若天

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：11 共 44 頁

(54) 名稱

半導體製造方法

SEMICONDUCTOR FABRICATION PROCESS

(57) 摘要

本發明描述了半導體製造方法。所述半導體製造方法的一個實施例包括提供通過經化學氣相沉積使二甲基矽烷分解而形成的層，所述層由流體材料施加；然後將所述層定位在系統中以便生產半導體產品。除此之外或作為另外一種選擇，生產所述半導體產品和/或所述層位於襯底上。

Semiconductor fabrication processes are described. An embodiment of the semiconductor fabrication process includes providing a layer formed by decomposition of dimethylsilane through chemical vapor deposition, the layer being applied by a fluid material, and then positioning the layer in a system for producing a semiconductor product. Additionally or alternatively, the semiconductor product is produced and/or the layer is on a substrate.

指定代表圖：

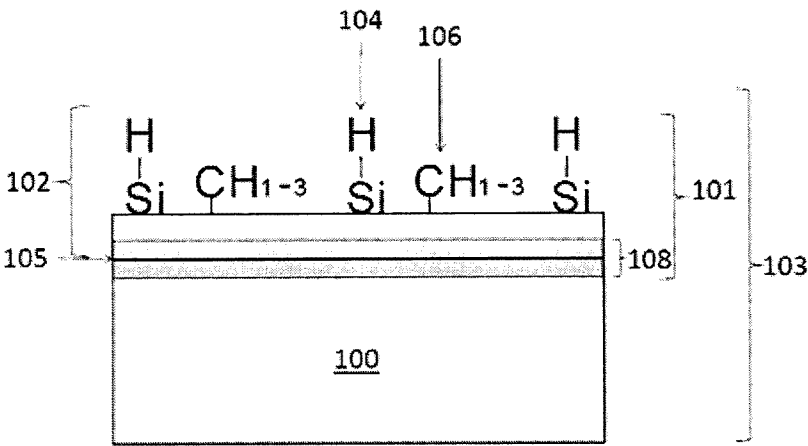


圖1

- 符號簡單說明：
- 100 . . . 襯底
 - 101 . . . 塗層
 - 102 . . . 層
 - 103 . . . 製品
 - 104 . . . 層 102 的
第一部分
 - 105 . . . 表面
 - 106 . . . 層 102 的
第二部分
 - 108 . . . 擴散區

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

半導體製造方法

SEMICONDUCTOR FABRICATION PROCESS

【技術領域】

相關專利申請的交叉引用

[0001]本公開是提交於2012年4月27日且名稱爲 "CHEMICAL VAPOR DEPOSITION COATING, ARTICLE, AND METHOD"(化學氣相沉積塗層、製品和方法)的美國專利申請No.13/504,533的部分繼續申請，所述專利申請要求提交於2009年10月27日且名稱爲 "DIMETHYLSILANE CHEMICAL VAPOR DEPOSITION COATING AND COATING PROCESS"(二甲基矽烷化學氣相沉積塗層和塗覆方法)的美國臨時專利申請 No.61/255,237和提交於2009年12月7日且名稱爲 "OXIDIZED VAPOR DEPOSITION COATING AND COATING PROCESS"(氧化氣相沉積塗層和塗覆方法)的美國臨時專利申請No.61/267,228的優先權和權益；本公開是提交於2013年5月23日且名稱爲 "WEAR RESISTANT COATING, ARTICLE, AND METHOD"(耐磨塗層、製品和方法)的美國專利申請No.13/876,328的部分繼續申請，所述專利申請要求提交於2010年10月5日且名稱爲 "CHEMICAL VAPOR DEPOSITION COATING, ARTICLE, AND METHOD"(化學氣相沉積塗層、製品和方法)的美國臨時專利申請No.61/389,777和提交於2011年7月14日且名稱

爲 "WEAR RESISTANT COATING, ARTICLE, AND METHOD"(耐磨塗層、製品和方法)的美國臨時專利申請 No.61/507,650 的優先權和權益；本公開並且要求提交於 2013 年 3 月 26 日且名稱爲 "Coated Article and Chemical Vapor Deposition Process"(被塗覆的製品和化學氣相沉積方法)的國際申請 No.PCT/US13/33807 的優先權和權益，所述國際申請要求提交於 2012 年 3 月 26 日且名稱爲 "Coating, Coated Article, and Method of Applying a Coating"(塗層、被塗覆的製品及施加塗層的方法)的美國臨時專利申請 No.61/615,559 的優先權和權益，所有這些專利申請據此全文以引用方式併入。

發明領域

[0002]本公開涉及半導體製造方法，更具體地講，涉及包括將官能化層定位在系統中以便生產半導體產品的半導體製造方法。

【先前技術】

發明背景

[0003]通常，襯底的表面不包括所需的性能特徵。未能包括特定的所需性能特徵可導致表面在某些環境中降解，不能滿足某些性能要求，或它們的組合。例如，在某些環境中，金屬、玻璃和陶瓷表面可經受磨損和其他非期望的表面活性，諸如化學吸附、催化活性、腐蝕侵蝕、氧化、副產物積累或黏滯和/或其他非期望的表面活性。

[0004]非期望的表面活性可導致其他分子的化學吸

附、其他分子的可逆和不可逆的物理吸附、與其他分子的催化反應性、來自外來物質的侵蝕、表面的分子分解、襯底的物理損失、或它們的組合。

[0005]爲了提供某些所需的性能特徵，可在存在金屬催化劑的情況下使矽氫化物表面與不飽和烴試劑反應。此類方法存在的缺點是：通常難以從經處理的系統完全移除該催化劑，並且催化劑的存在可重新引入非期望的表面活性。基於無定形矽的化學氣相沉積材料還易於被苛性高pH介質所溶解，從而限制其在此類環境中的使用。

[0006]可將塗層施加到表面以保護其免受非期望的表面活性影響。將塗層沉積在表面上的一種已知方法是化學氣相沉積(CVD)。一般來講，CVD在受控大氣和溫度條件下將來自氣相的固體材料沉積預定時間而形成塗層。CVD可包括初級處理，然後是官能化(表面反應)以添加預定分子。

[0007]然而，儘管先前已普遍使用CVD，但包含矽、碳和氫的分子之前已被認爲對於用作CVD前體而言是非期望的或者已在存在額外沉積能量諸如等離子體和微波場的情況下結合其他CVD前體施加。因此，之前通過熱CVD技術未實現與此類分子相關的性質。

[0008]此類缺點有礙某些領域諸如半導體製造方法中的適用性。在半導體製造方法中與材料接觸的表面上的層可導致該方法的非期望效應，諸如襯底處理中的金屬離子污染和腐蝕侵蝕。

[0009]因此，不存在上述缺點中的一者或多者的半導體製造方法將是本領域所需的。

【發明內容】

發明概要

[0010]根據本公開的一個實施例，半導體製造方法包括提供被塗覆的製品，該被塗覆的製品具有襯底以及通過經化學氣相沉積使二甲基矽烷分解而施加到襯底上的層，所述層由流體材料施加；然後將該被塗覆的製品定位在系統中以便生產半導體產品。

[0011]根據本公開的另一個實施例，半導體製造方法包括提供被塗覆的製品，該被塗覆的製品具有襯底以及通過經化學氣相沉積使二甲基矽烷分解而施加到襯底上的層，所述層由流體材料施加；然後將該被塗覆的製品定位在系統中；然後由該系統生產半導體產品。

[0012]根據本公開的另一個實施例，半導體製造方法包括提供通過經化學氣相沉積使二甲基矽烷分解而施加的層，該層由流體材料施加；然後將該層定位在系統中；然後由系統生產半導體產品。

[0013]本文公開了本發明實施例的另外一些方面。根據下列附圖和詳細描述，本領域技術人員將認識到並理解以上討論的特徵以及本申請的其他特徵和優點。

【圖式簡單說明】

[0014]圖1示出了根據本公開一個實施例的具有塗層的製品的示意圖，所述塗層具有由材料分解所形成的層。

[0015]圖2示出了根據本公開一個實施例的方法的示意圖。

[0016]圖3示出了根據本公開一個實施例的具有塗層的製品的示意圖，所述塗層具有所形成的官能化層。

[0017]圖4示出了根據本公開一個實施例的具有塗層的製品的示意圖，所述塗層具有所形成的氧化層。

[0018]圖5示出了根據本公開一個實施例的具有塗層的製品的示意圖，所述塗層具有所形成的氧化層。

[0019]圖6示出了根據本公開一個實施例的具有塗層的製品的示意圖，所述塗層具有所形成的氧化後官能化層。

[0020]圖7示出了根據本公開一個實施例的具有塗層的製品的示意圖，所述塗層具有所形成的氧化後官能化層。

[0021]圖8示出了根據本公開一個實施例的製品的俄歇電子能譜圖，所述製品具有由材料分解所形成的層。

[0022]圖9示出了根據本公開一個實施例的製品的俄歇電子能譜圖，所述製品具有由材料分解接著與水氧化所形成的層。

[0023]圖10示出了根據本公開一個實施例的製品的俄歇電子能譜圖，所述製品具有所形成的氧化後官能化層。

[0024]圖11示出了根據本公開一個實施例的具有被塗覆的表面的應用。

[0025]只要有可能，所有附圖都將使用相同的參考標號來表示相同的部件。

【實施方式】

較佳實施例之詳細說明

[0026] 本發明提供了半導體製造方法。與未能包括本文所公開的一種或多種特徵的類似概念相比，本公開的實施例允許塗層包括與硬度相關的附加性質，允許塗層包括與惰性相關的附加性質，允許塗層包括與耐化學腐蝕性相關的附加性質，允許塗層包括與可修整性相關的附加性質，允許塗層包括與疏水性相關的附加性質，允許塗層包括與耐pH性相關的附加性質，允許塗層包括與防腐蝕性相關的附加性質，允許塗層包括與防黏滯性相關的附加性質，允許塗層包括與防結焦相關的附加性質，允許塗層包括與耐磨性相關的附加性質，允許塗層減少或消除金屬離子污染，或它們的組合。

[0027] 塗覆方法200(參見圖2)在製品103的襯底100上形成塗層101，例如如圖1中所示。製品103包括表面105，其具有通過以可控方式沉積層102的塗覆方法10而實現的表面性質。層102為襯底100、塗層101、製品103或它們的組合賦予表面效應。所述表面效應通過使層102和/或塗層101擴散到襯底100的表面105中來提供。襯底100為任何合適的襯底，諸如金屬襯底(鐵或非鐵)、不銹鋼、玻璃襯底、陶瓷襯底、陶瓷基複合材料襯底、複合金屬襯底、被塗覆的襯底、纖維襯底、箔襯底、膜、或它們的組合。在一個實施例中，如圖3中所示，塗覆方法200從層102形成官能化層110。在一個實施例中，如圖4至圖5中所示，塗覆方法200從層102形成氧化層107。在一個實施例中，如圖6至圖7中

所示，塗覆方法200從氧化層107形成氧化後官能化層109。

[0028] 參見圖2，塗覆方法200包括預處理(步驟202)、分解(步驟204)、官能化(步驟206)、氧化(步驟208)、氧化後官能化(步驟210)、官能化後氧化、或它們的組合。在一個實施例中，塗覆方法200包括如下步驟、由如下步驟組成、或基本上由如下步驟組成：預處理(步驟202)和分解(步驟204)。在一個實施例中，塗覆方法200包括如下步驟、由如下步驟組成、或基本上由如下步驟組成：預處理(步驟202)、分解(步驟204)和官能化(步驟206)。在一個實施例中，塗覆方法200包括如下步驟、由如下步驟組成、或基本上由如下步驟組成：預處理(步驟202)、分解(步驟204)、氧化(步驟208)和氧化後官能化(步驟210)。在一個實施例中，塗覆方法200包括如下步驟、由如下步驟組成、或基本上由如下步驟組成：預處理(步驟202)、分解(步驟204)、官能化(步驟206)、氧化(步驟208)和氧化後官能化(步驟210)。預處理(步驟202)是或包括用來製備室、表面105、襯底100或它們的組合的任何合適技術。在一個實施例中，該室是化學氣相沉積室，例如，其具有管路連接以允許氣體流入和流出化學氣相沉積室。在另外一個實施例中，該室包括多個受控的入口和出口，所述入口和出口被配置用於提供和移除連接到一個或多個出口管的多個氣流和/或真空。

[0029] 用於預處理(步驟202)的合適技術包括但不限於清潔、預熱、隔離襯底100和/或表面105；表面處理技術；將室抽空(例如，使氣體流過和/或保持室中的真空而提供受

控氣氛)；吹掃/淨化室(例如，使用惰性氣體諸如氮氣、氬氣和/或氫氣)或它們的組合。在一個實施例中，熱源控制室中的溫度，例如以使水脫附並從表面105移除污染物。在一個實施例中，加熱在高於約100°C (例如，約450°C)的預定溫度和/或預定壓力(例如，介於約1個大氣壓和約3個大氣壓之間、介於約1個大氣壓和約2個大氣壓之間、介於約2個大氣壓和約3個大氣壓之間、約1個大氣壓、約2個大氣壓、約3個大氣壓、或其中的任何合適組合、子組合、範圍或子範圍)下進行。在一個實施例中，加熱進行一段預定時間(例如，介於約3分鐘和約15小時之間、介於約0.5小時和約15小時之間、約3分鐘、約0.5小時、約2小時、約15小時、或其中的任何合適組合、子組合、範圍或子範圍)。

[0030] 分解(步驟204)是或包括一種或多種前體材料的熱分解。在一個實施例中，前體材料是或包括二甲基矽烷，例如氣態形式的二甲基矽烷。一般來講，二甲基矽烷由於對其需求較低而不易獲得。因為二甲基矽烷包含碳並且比矽烷要昂貴得多，所以二甲基矽烷在一些化學氣相沉積應用中已被視為非期望的。矽烷以及二甲基矽烷的一甲基類似物即甲基矽烷均會自燃並且可能會在空氣中爆炸。二甲基矽烷雖然易燃，但不會自燃。因此，使用二甲基矽烷可減少安全隱患。另外，使用二甲基矽烷會引起塗層的惰性和/或耐化學性，從而保護襯底100的表面105。其他合適的前體材料包括但不限於三甲基矽烷、二烷基甲矽烷基二氫化物、烷基甲矽烷基三氫化物以及它們的組合。在一個實

施例中，材料是非自燃的，例如，二烷基甲矽烷基二氫化物和/或烷基甲矽烷基三氫化物。

[0031] 分解(步驟204)包括與前體材料相對應的任何合適的分解參數，例如如美國專利6,444,326中所述，該專利全文以引用方式併入本文。如果需要讓層102沉積得較厚，則使沉積(步驟202)溫度、沉積(步驟202)壓力、沉積(步驟202)時間或它們的組合在數值上增大或減小。塗層101的合適厚度包括但不限於介於約100nm和約10,000nm之間、介於約200nm和約5,000nm之間、介於約300nm和約1500nm之間、或其中的任何合適組合、子組合、範圍或子範圍。

[0032] 除此之外或作為另外一種選擇，在一個實施例中，通過重複沉積(步驟202)來施加多個層102。在一個實施例中，分解(步驟204)壓力介於約0.01psia和約200psia之間、介於1.0psia和約100psia之間、介於5psia和約40psia之間、約1.0psia、約5psia、約40psia、約100psia、200psia、或其中的任何合適組合、子組合、範圍或子範圍。在一個實施例中，分解(步驟204)溫度介於約200°C和600°C之間、介於約300°C和600°C之間、介於約400°C和約500°C之間、約300°C、約400°C、約500°C、約600°C、或其中的任何合適組合、子組合、範圍或子範圍。在一個實施例中，分解(步驟204)時間段為約10分鐘至約24小時、約30分鐘至約24小時、約10分鐘、約30分鐘、約15小時、約24小時、或其中的任何合適組合、子組合、範圍或子範圍的持續時間。

[0033] 分解(步驟204)形成層102，例如，與非擴散塗層

和/或不具有熱分解材料的塗層相比，層102具有改善的耐化學性、改善的惰性和/或改善的黏附性。層102包括與前體材料相對應的任何合適的熱分解材料。熱分解材料通過在足以使前體材料分解的預定壓力和預定溫度下分解(步驟204)而形成，從而使來自熱分解材料的成分沉積在襯底100上，例如在以惰性氣體諸如氮氣、氬氣和/或氦氣作為分壓稀釋劑的情況下進行。

[0034] 在一個實施例中，熱分解材料是或包括與包括二甲基矽烷的前體相對應的碳矽烷(例如，無定形碳矽烷)，雖然不希望受理論束縛，但據信二甲基矽烷是由碳矽烷形成的碳甲矽烷基(二甲矽烷基或三甲矽烷基碎片)的複合。在一個實施例中，熱分解材料包括充當活性位點的分子，諸如矽、碳和氫原子。所述分子定位在層102內並且包括第一部分104和第二部分106。一般來講，層102的第一部分104和第二部分106在空間上不可分辨(例如，第一部分104和第二部分106由沉積在層102上的分子限定並且所述分子能夠散佈於整個層102中)。此外，使用術語“第一”和“第二”並非意圖暗示這兩個部分之間的任何順序性、數量差異、尺寸差異或其他差別。相反，術語“第一”和“第二”用於區分這兩個部分的分子組成。例如，在一個實施例中，如圖1中所示，第一部分104包含矽而第二部分106包含碳。在一個實施例中，第一部分104和第二部分106在整個層102中隨機鍵合在一起。

[0035] 圖8示出了根據本公開一個實施例的通過俄歇

個實施例中，R基團包括有機金屬取代基，從而提供催化和/或殺生物性質。

[0041] 氧化(步驟208)或官能化後氧化是或包括暴露於能夠在預定氧化條件下供給活性氧物質的任何合適的化學物質或氧化試劑以形成氧化層107。氧化(步驟208)是對層102進行的並且形成圖3中所示的官能化層110。官能化後氧化是對官能化層110進行的並且形成官能化後氧化層(未示出)。在層102為無定形碳矽烷的一個實施例中，由氧化(步驟208)或官能化後氧化形成的氧化層107是或包括無定形羧基矽烷。一般來講，氧化(步驟208)和官能化後氧化是影響塗層101的本體的本體反應。在一個實施例中，通過如下方式控制氧化的程度：改變室內的溫度、室內的暴露時間、稀釋氣體的類型和/或量、壓力和/或其他合適的方法條件。控制氧化程度會增大或減小氧化層107的量和/或深度，從而增強或減弱塗層101的耐磨性和/或硬度。

[0042] 用於氧化(步驟208)或官能化後氧化的合適氧化試劑包括但不限於水(單獨使用、與零空氣一起使用、或與惰性氣體一起使用)、氧氣、空氣(單獨使用、不單獨使用和/或作為零空氣使用)、一氧化二氮、臭氧、過氧化物或它們的組合。如本文所用，術語“零空氣”是指具有小於約0.1ppm總烴的大氣。在一個實施例中，氧化試劑由氣態試劑組成。由於氣態處理劑(例如，二甲基矽烷和/或氮氣)處於氣相，使用氣態氧化試劑使得放大製造更簡單、方法更可轉移並且方法更經濟。

[0043] 用於氧化(步驟208)或官能化後氧化的氧化試劑在允許氧化層107形成的任何合適操作條件下引入。合適的操作條件包括但不限於存在惰性氣體、處於預定壓力(例如，約1至200psia之間)、經受預定溫度(例如，約450°C)、持續預定時間段(例如，約兩小時)、上文結合分解(步驟204)所述的其他參數、或它們的組合。

[0044] 在一個實施例中，根據所選的氧化試劑種類，例如出於安全目的，而存在附加特徵。此類特徵包括室具有允許反應安全進行的尺寸、重量和/或耐腐蝕性。在一個實施例中，爲了將水安全地注入室中作爲氧化試劑，使用了大幅冷卻操作。例如，在大於約300°C的溫度下操作室的實施例中，首先將室冷卻到約100°C以下，這能夠造成對製造資源的能量和/或時間的消耗。

[0045] 由氧化(步驟208)或官能化後氧化形成的氧化層107包括與所用的氧化試劑和指令引數相對應的性質。在一個實施例中，與層102和/或官能化層110相比，氧化層107被過氧化並且/或者具有在Si晶片上約60°的接觸角，具有量增加的N-H、Si-OH和/或C-OH基團，具有脆弱部耐擦傷性，具有增強的耐酸性，具有增強的耐腐蝕性，或它們的組合。

[0046] 氧化層107包括相對於層102、官能化層110、和/或氧化層107由不同氧化試劑形成的實施例而言的各種對比性質。例如，氧化層107具有降低的耐化學性，具有降低的耐擦傷性，具有降低的硬度，或它們的組合。在一個實施例中，氧化層107被氧化並且/或者具有在Si晶片上約86.6°

的接觸角，具有降低的摩擦(例如，與氧化試劑為零空氣和水的實施例相比)，具有降低的耐磨性(例如，與氧化試劑為零空氣和水的實施例相比)，包含Si-O-Si基團(例如，能夠通過與 995.2cm^{-1} 處的非水官能化峰相比，在 1026.9cm^{-1} 處Si-O-Si峰增加的FT-IR資料表明)，或它們的組合。在一個實施例中，氧化層107被過氧化，具有量減少的C-H基團(例如，與氧化試劑為單獨的水的實施例相比)，具有量減少的Si-C基團(例如，與氧化試劑為單獨的水的實施例相比)，具有量增加的Si-OH/C-OH基團(例如，與氧化試劑為單獨的水的實施例相比)，或它們的組合。在一個實施例中，氧化層107具有較低摩擦係數(例如，與氧化劑為零空氣和水的實施例相比)，具有增強的耐磨性(例如，與氧化劑為零空氣和水的實施例相比)，包含Si-O-Si基團，或它們的組合。

[0047] 層102具有第一接觸角並且官能化層110具有第二接觸角。在層102不經氧化(步驟208)的實施例中，第一接觸角低於第二接觸角，例如，第一接觸角為在304不銹鋼上前進約 98.3° 而第二接觸角為在304不銹鋼上前進約 100° 。在官能化層110經官能化後氧化的實施例中，第一接觸角高於第二接觸角，例如，第一接觸角為在304不銹鋼上前進約 95.6° 而第二接觸角為在304不銹鋼上後退約 65.9° 。在官能化層110經氧化(步驟208)的實施例中，官能化層110包含Si-O-Si基團和量減少的Si-H基團(例如，與未被氧化的官能化層110相比)。

[0048] 在一個實施例中，摩擦係數因氧化(步驟208)而

減小。例如，在層102經氧化(步驟208)的實施例中，層102包括氧化(步驟208)之前的第一摩擦係數(例如，約0.97)和氧化(步驟208)之後的第二摩擦係數(例如，約0.84)。

[0049] 在一個實施例中，磨損率因氧化(步驟208)而降低。例如，在層102經氧化(步驟208)的實施例中，層102包括氧化(步驟208)之前的第一磨損率(例如， $4.73 \times 10^{-4} \text{mm}^3/\text{N/m}$)和氧化(步驟208)之後的第二磨損率(例如，約 $6.75 \times 10^{-5} \text{mm}^3/\text{N/m}$)。

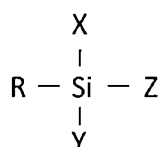
[0050] 在將水用作氧化(步驟208)的氧化劑的一個實施例中，製品103包括如圖9的俄歇電子能譜圖或其類似變型所示的組成。

[0051] 氧化後官能化(步驟210)是或包括如上文所述的官能化(步驟206)的任何特徵。除此之外或作為另外一種選擇，氧化後官能化(步驟210)包括一種或多種材料的熱耦合。在一個實施例中，熱耦合是將三甲基矽烷熱耦合到表面105(例如，通過使用二甲矽烷基氫化物或三甲矽烷基氫化物官能團)。在一個實施例中，熱耦合是對有機氟三烷氧基矽烷或有機氟甲矽烷基氫化物進行的(例如，由於材料成本低而降低了操作成本和/或增加了生產可行性)。

[0052] 在一個實施例中，氧化後官能化(步驟210)對氧化層107進行改性(例如，通過對表面進行加熱和/或改性)，以形成圖6至圖7中所示的氧化後官能化層109(諸如，有機氟化處理層)，例如如圖10的俄歇電子能譜圖或類似曲線圖所示。調節熱量、暴露時間、稀釋氣體和壓力以影響氧化

後官能化(步驟210)的程度。控制氧化後官能化(步驟210)的該程度為層賦予預定性質。在一個實施例中，在約300℃至600℃的溫度下以及在約5至100psia、在一些情況下約25psia、約27psia、約54psia或其間的任何合適範圍的壓力下，將氧化層暴露於有機矽烷試劑約1至24小時。在一個實施例中，使用例如分壓為約1至100psia的惰性稀釋氣體來幫助反應，所述惰性稀釋氣體為諸如氬氣或氮氣。

[0053] 在一個實施例中，氧化後官能化層109通過施加有機氟化處理劑而形成，其中有機氟化處理劑為 $(R)_{1-3}Si(X)_{1-3}$ ，其中R等同於有機氟基團並且X等同於-H、-OH、-OR'(R'為烷基或烷氧基，諸如甲氧基、乙氧基或丁氧基)。除此之外或作為另外一種選擇，R和/或R'與任何合適基團相對應，包括但不限於烷基、芳基、鹵化烷基和芳基、酮、醛、醯基、醇、環氧基和硝基-有機基、有機金屬官能團或它們的組合。除此之外或作為另外一種選擇，在一個實施例中，氧化後官能化層109通過有機氟化處理劑形成，所述有機氟化處理劑包括有機氟甲矽烷基(例如，十三氟1,1,2,2-四氫辛基矽烷)、任何合適的有機氟醇(例如，五氟丙醇)、任何合適的氟矽烷或它們的組合。在一個實施例中，氟矽烷具有下列通式：



在該實施例中，X表示H或烷氧基(包括例如，甲氧基、

乙氧基或丁氧基)，Y表示X或R成分，Z表示X或R成分，並且R表示具有 $\text{CF}_3(\text{CH}_2)_n$ 結構的有機氟官能團。

[0054]在一個實施例中，氧化後官能化層109具有增加的疏油性和/或疏水性。在一個實施例中，氧化後官能化層109對於鏡表面上的去離子水的接觸角為大於約 50° 、大於約 55° 、大於約 60° 、大於約 65° 、介於約 60° 與約 70° 之間、約 60° 、約 62° 、約 65° 、約 67° 、 61.7° 、 67.4° 、 74.7° 或其任何合適範圍、子範圍、組合或子組合。除此之外或作為另外一種選擇，在一個實施例中，氧化後官能化(步驟210)使得對於鏡表面上的去離子水的接觸角比聚四氟乙烯要大例如至少約 30° 、至少約 40° 、至少約 60° 、介於約 30° 與約 60° 之間或其任何合適範圍、子範圍、組合或子組合。

[0055]在一個實施例中，氧化後官能化層109對於粗糙表面上的10W40電機用油的接觸角為大於約 80° 、大於約 90° 、大於約 100° 、大於約 105° 、介於約 80° 與約 110° 之間、約 80° 、約 81° 、約 100° 、約 105° 、 81.0° 、 100.2° 、 105.1° 或其任何合適範圍、子範圍、組合或子組合。除此之外或作為另外一種選擇，在一個實施例中，氧化後官能化層109在粗糙表面上的接觸角比聚四氟乙烯要大例如至少約 10° 、至少約 15° 、至少約 20° 、介於約 10° 與約 25° 之間或其任何合適範圍、子範圍、組合或子組合。

[0056]在一個實施例中，氧化後官能化層109對於鏡表面上的去離子水的接觸角為大於約 105° 、大於約 110° 、大於約 112° 、介於約 100° 與約 114° 之間、約 110.3° 、約 112.1° 、約

113.7°或其任何合適範圍、子範圍、組合或子組合。除此之外或作為另外一種選擇，在一個實施例中，氧化後官能化層109對於鏡表面上的去離子水的接觸角比聚四氟乙烯要小例如約1°、約2°、介於約1°與約2°之間或其任何合適範圍、子範圍、組合或子組合。

[0057]在一個實施例中，氧化後官能化層109對於粗糙表面上的去離子水的接觸角為大於約140°、大於約145°、介於約140°與約150°之間、約142.7°、約145.7°、約148.1°或其任何合適範圍、子範圍、組合或子組合。除此之外或作為另外一種選擇，在一個實施例中，氧化後官能化層109對於粗糙表面上的去離子水的接觸角比聚四氟乙烯要大例如約25°、約30°、介於約20°與約35°之間或其任何合適範圍、子範圍、組合或子組合。

[0058]在一個實施例中，氧化後官能化層109的防黏滯性質比例如用二甲基矽烷形成的官能化層110和/或例如用零空氣作為鍵合試劑所形成的氧化層107要大。因此，在塗覆方法200的一個實施例中，氧化後官能化層109具有增強的防黏滯性。

[0059]通過改性和改變R基團，或通過使用能夠具有羥基反應性的其他分子，來調節氧化後官能化層109的表面性質。例如，在一個實施例中，所述調節增加或降低了硬度和防黏滯性、耐磨性、惰性、電化學阻抗、接觸角或它們的組合，從而提供擴展用於加工、分析、氣體、油和半導體工業領域的適用性和耐用性的物理性能特徵。

[0060]具體地講，半導體工業包括能夠在製造方法中生產的各種產品類別，所述製造方法包括使流體材料(例如，氣體或等離子體)與層102、氧化層107、氧化後官能化層109、官能化層110或它們的組合接觸。此類產品包括但不限於記憶體、微處理器、積體電路和系統級晶片(SOC)。記憶體晶片充當資料的臨時倉庫，並且將資訊傳送到電腦設備大腦並從電腦設備大腦傳送回。微處理器是包含執行任務的基本邏輯的中央處理單元。商品積體電路，有時稱為“標準晶片”，用於常規處理目的。SOC涉及複雜積體電路晶片，其上具有整個系統的能力。

[0061]在幾乎每個行業中都會使用來自各產品類別的半導體。因此，半導體製造方法的實施例涵蓋生產其中使用電子器件和積體電路的半導體產品，諸如但不限於電腦科學、工業程式控制、能源技術、資訊技術、消費性電子學、內科診斷學、照明技術、運輸技術和通訊技術。在一個實施例中，此類由半導體製造方法生產的半導體產品具有緊湊性、可靠性和低成本。另外，在一個實施例中，半導體產品能夠處理大範圍的電流和電壓並且能夠集成到複雜但易於製造的模組中。

[0062]在一個實施例中，由半導體製造方法生產的半導體產品包括但不限於兩端子器件、三端子器件、四端子器件和多端子器件。兩端子器件包括但不限於DIAC、二極體(整流二極體)、耿氏二極體、IMPATT二極體、鐳射二極體、發光二極體(LED)、光電池、PIN二極體、肖特基二極

體、太陽能電池、隧道二極體、VCSEL、VECSEL和齊納二極體。三端子器件包括但不限於雙極電晶體、達林頓電晶體、場效應電晶體、絕緣柵雙極電晶體(IGBT)、可控矽整流器、晶閘管、TRIAC和單結晶體管。四端子器件包括但不限於霍爾效應感測器(磁場感測器)。多端子器件包括但不限於積體電路(IC)、電荷耦合器件(CCD)、微處理器、隨機存取記憶體(RAM)和唯讀記憶體(ROM)。

[0063]在一個實施例中，由半導體製造方法生產的半導體產品包括具有鍵合在一起的單個原子的規則週期性結構的固體材料。固體材料包括但不限於結晶固體、多晶材料或它們的組合。其他半導體材料包括但不限於無定形材料和液體。在一個實施例中，由半導體製造方法生產的半導體產品是本徵半導體。在另一個實施例中，由半導體製造方法生產的半導體產品包括在化學上非常純並且具有不良導電性的本徵半導體材料。本徵半導體材料具有相等數量的負載流子(電子)和正載流子(空穴)。在替代實施例中，由半導體製造方法生產的半導體產品是非本徵半導體。

[0064]非本徵半導體的襯底包括本徵半導體材料，其具有通過稱為摻雜的方法所添加的少量雜質，所述摻雜會改變半導體的電性質並改善其導電性。通過摻雜方法引入雜質提供對半導體材料的導電性的控制。摻雜方法產生兩組半導體：負電荷導體(n型)和正電荷導體(p型)。半導體可以元素或化合物的形式獲得。除了純元素半導體(諸如但不限於矽(Si)、鍺(Ge)和碳(C))之外，許多合金和化合物也是

半導體，諸如但不限於銻化銾(InSb)、砷化銾(InAs)、磷化銾(InP)、磷化鎵(GaP)、銻化鎵(GaSb)、砷化鎵(GaAs)、碳化矽(SiC)、氮化鎵(GaN)、鍺化矽(SiGe)和硫化硒(SeS)。

[0065]在一個實施例中，R基團由烴、取代烴、羰基、羧基、酯、醚、胺、醯胺、磺酸、有機金屬絡合物和/或環氧化物形成。雖然不希望受理論束縛，但據信矽氫化物的部分可經由矽氫加成機制與不飽和烴基團進行熱反應，以共價鍵合到被塗覆的襯底的表面上。在一個實施例中，反應室內所有暴露表面上的塗層101包含共價鍵合的R基團，其包含R基團以及碳、矽和氫部分。

[0066]在一個實施例中，氧化後官能化層109(例如，通過暴露基於二甲基矽烷的羧基矽烷層而形成，所述基於二甲基矽烷的羧基矽烷層通過先使層102進行空氣氧化再進行有機氟化處理而形成)包括Si-OH官能團的損失(基於 3401.8cm^{-1} 處的FT-IR峰，與採用零空氣氧化的氧化層107的實施例相比)、接觸角測量值的增加(例如，對於平滑如鏡的表面上的去離子水為約 111° ，相比之下，在氧化後官能化(步驟210)之前為約 50.9°)、疏水性的存在、約1.00兆歐姆(從採用零空氣氧化的氧化層107的 Z_{lf} 為約7.27千歐姆開始增加)的優異阻抗(例如，在低頻率(Z_{lf})下)和/或從奈奎斯特圖得出的約0.0.821的末端 Z_R/Z_l 比率或它們的組合。

[0067]在一個實施例中，塗層101、層102、官能化層110和/或氧化後官能化層109包括例如任何合適表面上的防黏滯性質，所述任何合適表面為例如圖11中所示的表面

中的一者或多者。圖11示出了系統的一部分，其中在由系統生產半導體產品期間和/或在監控系統期間，流體表面910與運動流體接觸。在一個實施例中，流體表面910是流體諸如氣體和/或液體流過其中(如箭頭912所示)的柔性或剛性管或管道911的內部，或者與流體接觸且處於流體運動中的任何其他部分。圖12還示出了外表面913，其具有與流體表面910不同或相同的組成。

[0068]在一個實施例中，塗層101、層102、官能化層110和/或氧化後官能化層109包括抗侵蝕性(例如，固體和液體二者的侵蝕)和抗腐蝕性。即便碰撞粒子或流接觸表面，也會產生抗侵蝕性。通過防止表面與環境和/或與作為表面微凸體形成的反應產物反應而產生抗腐蝕性。此類抗性防止由於在材料的接觸相互作用中的裂紋形成和/或磨損而發生反應產物的耗損。

[0069]以下實例示出了與本公開相關的各種要素。實例內所公開的性質和參數不論是實質上比較性的還是實質上示例性的，都應當視為是具體實施方式內所公開的。

實例 1

[0070]第一實例包括在450°C和8psia氣體下將二甲基矽烷引入襯底100持續2小時以形成層102。層102在鏡面拋光的316不銹鋼試片(略微泛黃)上幾乎不可檢測(即，很難在視覺上分辨)。測量顯示在沉積處理之前水接觸角資料為約60°。在用二甲基矽烷進行沉積處理之後，接觸角增加到約102°。雖然層102不可見，但資料表明在表面105的層102上

有顯著密度的碳甲矽烷基材料的極薄沉積。由於可用的光譜技術不具有足以檢測該塗層的靈敏度，因此據估計，層102的厚度為約100埃。

實例 2

[0071] 第二實例包括在450°C和8psia氣體下將二甲基矽烷引入襯底100持續15小時以形成層102。層102具有多種顏色的可見發光彩虹陣列。

實例 3

[0072] 第三實例包括在450°C和8psia氣體下將二甲基矽烷引入襯底100持續15小時以形成層102，以及隨後在450°C和約100psia至200psia氣體下在惰性氣體中用水氧化襯底100的層102持續2小時以形成氧化層107。第三實例示出了非期望的結果，諸如缺少表面改性化學的官能化部分(Si-OH或Si-H)。

實例 4

[0073] 第四實例包括在450°C和8psia氣體下將二甲基矽烷引入襯底100持續15小時以形成層102，以及隨後在300°C和約100psia至200psia氣體下用氧化試劑混合物氧化襯底100的層102持續2小時以形成採用零空氣氧化的氧化層107。氧化試劑混合物包含零空氣和水。氧化層107示出了非期望的結果，諸如與實例3相比，被過氧化、具有減少的C-H基團、具有減少的Si-C基團以及具有增加的Si-OH/C-OH基團。

實例 5

[0074]第五實例包括在450°C和8psia氣體下將二甲基矽烷引入襯底100持續15小時以形成層102，以及隨後在300°C和約1psia至200psia氣體下用零空氣氧化襯底100的層102持續2小時以形成氧化層107。氧化層107包含氧化碳矽烷材料，該材料具有在FT-IR資料(寬峰； 3414cm^{-1})中觀察到的顯著Si-OH伸縮。測得對於去離子水的接觸角為 50.9° 。電化學阻抗頻譜示出了低頻率下的阻抗 Z_{lf} =約7.27千歐姆。因而，使用摩擦計(CSM儀器公司(CSM Instruments) S/N 18-343)經由標準100 Cr6球和3.00cm/s的圓周線速度施加0.5N力所分析的材料耐磨性顯示 $4.141 \times 10^{-3}(\text{mm}^3/\text{Nm})$ 的磨損。與實例3相比，氧化層107具有較低摩擦、較高磨損並且存在Si-O-Si基團。

實例6

[0075]第六實例包括用乙烯使實例2中形成的層102官能化以形成官能化層110。官能化層110具有在304不銹鋼上前進 98.3° 和後退 85.1° 的水接觸角。FT-IR資料表明，基於Si-O-Si基團的缺乏(基於在 1027cm^{-1} 處的伸縮)得出幾乎未發生氧化，並且Si-H基團的量減少(基於 2091cm^{-1} 處的伸縮)。

實例7

[0076]第七實例包括用乙烯使實例2中形成的層102官能化以形成官能化層110。然後通過將5ml去離子水(DI)加入室中，使官能化層110氧化。將室暴露於若干氮氣吹掃和適度真空以從密封容器移除零空氣。將室中的溫度在450°C

下保持約2小時，然後恢復至室溫。官能化層110的氧化形成官能化後氧化層111。官能化後氧化層111具有前進 95.6° 和後退 65.9° 的水接觸角資料。FT-IR資料表明，與實例6中形成的官能化層110相比，氧化增加了Si-O-Si基團的量(基於 1027cm^{-1} 處的伸縮)並且減少了Si-H基團的量(基於 2091cm^{-1} 處的伸縮)。

實例8

[0077]第八實例包括在 450°C 和8psia氣體下將三甲基矽烷引入層102(由二甲基矽烷的沉積所形成)持續15小時。第八實例示出了非期望的結果，包括襯底100上沒有可見或光譜法可測量的塗層，也沒有分子塗層的任何跡象，因為水接觸角的值沒有明顯變化。

實例9

[0078]第九實例包括將三甲基矽烷加入包含 450°C 和25psia下的材料的經抽空的室中，並反應約10小時。所得的FT-IR資料表明損失Si-OH官能團。測得對於去離子水的接觸角為 99.1° ，表明存在疏水性。電化學阻抗頻譜示出了低頻率下的阻抗(Z_{lf})為15.4兆歐姆。電化學阻抗頻譜還示出了波特圖和從奈奎斯特圖得出的0.072的末端 $Z_{\text{R}}/Z_{\text{I}}$ 比率。使用摩擦計(CSM儀器公司(CSM Instruments)S/N 18-343)經由標準100 Cr6球和3.00cm/s的圓周線速度施加0.5N力來分析材料的耐磨性，從而顯示 $1.225 \times 10^{-4}(\text{mm}^3/\text{Nm})$ 的磨損，與未經處理的材料相比增加三十四倍。

實例10

[0079]第十實例包括在450℃持續約10小時的第一條件、350℃持續約7小時的第二條件、375℃持續約7小時的第三條件以及400℃持續約7小時的第四條件下，將十三氟1,1,2,2-四氫辛基矽烷加入氧化層107中。

[0080]在第一條件下，所得接觸角為在304不銹鋼上前進108.26°和後退61.03°並且所得塗層包括優異耐擦傷性和低頻率下的高度電阻抗(EIS Z_{lf} =10.24兆歐姆)。還存在鹽酸暴露(6M在室溫下持續24小時)中的明顯抗腐蝕性，其中所得塗層即使在嚴苛的酸暴露之後也保留了高疏水性。硼矽酸鹽玻璃樣品上出現棕色塗層可能指示有機氟試劑在450℃下分解。在第二條件下，所得接觸角為在304不銹鋼上前進111.62°和後退95.12°，並且所得塗層包括優異耐擦傷性和低頻率下的較低EIS阻抗(Z_{lf} =167千歐姆)。這可能指示與氧化層的不完全反應，然而，高接觸角證實了有機氟試劑的至少部分鍵合。硼矽酸鹽玻璃內襯具有無色外觀，指示有機氟試劑未顯著熱分解。測角計接觸角還指示出高度的疏油性，其中測得在鏡面拋光的316不銹鋼試片上10W40電機用油接觸角為84.8°。在第三條件下，所得接觸角為在304不銹鋼上前進112.67°和後退102.29°並且所得塗層包括優異耐擦傷性和相比先前條件在350℃下改善的EIS資料(Z_{lf} =1.0兆歐姆)。在玻璃表面上沒有棕色殘餘物的跡象，因此沒有有機氟試劑熱分解的跡象，然而改善的EIS資料指示更完全的反應。良好的疏油性也得到保留，其中使用10W40電機用油時的接觸角為80.5°。另外，通過將被塗覆

的試片放入450°C烘箱中的室內空氣中，測試該表面的熱氧化抗性。該試片在熱氧化暴露之前的水接觸角為113.8°，而在暴露之後僅降低到110.6°。這指示高度的熱氧化抗性，高度的熱氧化抗性對於其中焦炭和污垢積累是關鍵關注點的燃燒和污垢環境中的應用而言是高度有利的特徵。在第四條件下，所得接觸角為在304不銹鋼上前進112.14°和後退94.47°並且所得塗層包括優異耐擦傷性和改善的EIS資料($Z_{lf}=2.61$ 兆歐姆)。然而，即便玻璃試片呈透明無色的外觀，疏油性降低且10W40電機用油接觸角為64.0°也指示了有機氟試劑的初始分解。

實例11

[0081]第十一實例包括在450°C和30psia下將氟矽烷加入氧化層110持續約7小時以形成氧化後官能化層109，其可由對於去離子水的接觸角來度量，所述接觸角為約135°至約163°，表明具有疏水性。

實例12

[0082]第十二實例包括在400°C下將2,2,3,3,3-五氟-1-丙醇加入氧化層107持續約10小時。所得接觸角為前進92.22°和後退66.12°。所得塗層顯示可以經由醇(C-OH)部分使氧化沉積物官能化。這被高接觸角和適當高的低頻率下EIS阻抗($Z_{lf}=1.93$ 兆歐姆)所證實。涉及使被塗覆的表面暴露於5% NaCl溶液的長期EIS資料顯示阻抗下降。這指示鹽溶液對塗層的腐蝕效應和材料的非最佳性能。

實例13

[0083]第十三實例包括在450°C下將2,2,3,3,3-五氟-1-丙醇加入氧化層107持續約10小時。所得接觸角為前進97.92°和後退51.05°。基礎羧基矽烷材料和較多摩爾數的有機氟試劑的較薄沉積(與實例12相比)得到EIS性能較差(Z_{lf} =56.2千歐姆)的劣等表面。

實例14

[0084]第十四實例包括在400°C下將2,2,3,3,3-五氟-1-丙醇加入非氧化層持續約4小時。所得接觸角為在304不銹鋼上前進105.67°和後退46.66°。EIS資料表明與氧化沉積物相比，較高的低頻率下阻抗(Z_{lf} =17.8兆歐姆)和耐擦傷性的明顯下降。然後將試片在300°C下在50psia零空氣中氧化2小時。接觸角於是顯著減小到54.8°，EIS阻抗也是如此(Z_{lf} =11.2千歐姆)。氧化後的塗層的耐擦傷性是優異的。雖然這指示有可能使用有機氟醇(經由C-OH官能團)使碳矽烷沉積物(經由Si-H)部分官能化，並且該產物的後氧化導致耐擦傷性改善，但不利於疏水性和電阻抗。

實例15

[0085]第十五實例包括在400°C下將烯丙基七氟異丙基醚加入碳矽烷(即，非氧化的)層102持續約4小時。所得塗層包括較差黏附性和較差耐擦傷性。這是經由層與烯烴官能化有機氟試劑的熱矽氫加成而鍵合到碳矽烷Si-H部分的嘗試。玻璃樣品具有深色片狀剝落塗層，所述塗層易於經由DI水中的超聲處理移除。未被塗覆的玻璃具有磨砂外觀，這指示有機氟試劑的分解、氟化氫的形成和玻璃的蝕

刻。可得出結論，較低官能化溫度可改善結果。

實例16

[0086]第十六實例包括在300℃下將烯丙基七氟異丙基醚加入層102持續約4小時。所得接觸角為在304不銹鋼上前進110.94°和後退88.05°。所得塗層包括良好黏附性和良好耐擦傷性。適當高的水接觸角指示一定程度的官能化。還發現了良好的耐擦傷性，這是不同尋常的，因為通常不經氧化步驟就不能實現良好耐擦傷性。EIS資料揭示了優異阻抗， $Z_{lf}=13.66$ 兆歐姆。然而，FTIR資料顯示在 2096.5cm^{-1} 處適當大的Si-H伸縮，這指示與碳矽烷基層中的Si-H部分的不完全反應。

實例17

[0087]第十七實例包括在350℃下將(全氟己基)乙烯加入非氧化層102持續約7小時。所得接觸角為在304不銹鋼上前進107.25°和後退92.70°。所得塗層包括優異黏附性，包括優異耐擦傷性，並且很光滑(具有低摩擦係數)。與高度氟化的烯烴的矽氫加成鍵合機制在這些條件下適度成功，但在 2096.3cm^{-1} 處顯著的Si-H伸縮仍然很明顯。阻抗資料指示優異的性能， $Z_{lf}=8.84$ 兆歐姆。疏油性是適當的，10W40電機用油接觸角為53.3°。使用28ppb濃度硫化氫的長期吸持研究得出的惰性資料指示優異的惰性。經過三天，通過氣相色譜法(SCD檢測)測試得出H₂S回收率為88.2%。

實例18

[0088]第十八實例包括在350℃下將(全氟丁基)乙烯加

入層102持續約7小時。所得接觸角為在304不銹鋼上前進111.93°和後退89.10°。所得塗層包括零塵埃和明亮的顏色。為了與所有Si-H部分反應，與實例17中的有機氟烯烴相比，使用較小有機氟烯烴。FT-IR資料還顯示在2101.2cm⁻¹處顯著的Si-H並且EIS資料揭示較差的低頻率下阻抗(Zlf=1.16兆歐姆)。

實例19

[0089]第十九實例包括在325°C下將(全氟己基)乙烯加入非氧化層102持續約7小時。所得接觸角為在304不銹鋼上前進108.62°和後退99.21°。所得塗層包括優異沉積和優異耐擦傷性。較低的溫度(與實例17相比)既未改善與Si-H部分的反應性，也未改善EIS測試結果(Zlf=4.77兆歐姆)。

實例20

[0090]第二十實例包括在325°C下將(全氟辛基)乙烯加入層102持續約7小時。所得接觸角為在304不銹鋼上前進112.82°和後退89.35°。較大的有機氟烯烴試劑(與實例17相比)未提供對於接觸角或EIS阻抗(Zlf=6.63兆歐姆)的附加有益效果。對於硫化氫吸附性的後續惰性分析(使用28ppb濃度下的吸持研究)顯示出差於實例17的性能。

實例21

[0091]第二十一實例包括在375°C將十三氟1,1,2,2-四氫辛基三乙氧基矽烷加入氧化層107持續約7小時。所得接觸角為316不銹鋼上的113.9°。與實例10中的氫矽烷官能化有機氟類似物相比，使用烷氧基矽烷官能化有機氟試劑使

氧化沉積物官能化可實現顯著的成本節省。該材料的熱氧穩定性是優異的，其中在暴露於450°C空氣中30分鐘後接觸角發生水接觸角減小到106.6°。總共60分鐘暴露於450°C空氣中得到102.2°的水接觸角。該穩固特徵可能在經受氧化環境中加熱的防結焦、防污和防黏滯環境中是高度所需的。

實例21

[0092]第二十一實例包括在375°C下將三氟丙基三甲氧基矽烷加入層102持續約7小時。所得接觸角為在304不銹鋼上前進98.3°和後退59.3°。較小三氟丙基試劑的使用指示比較大類似物要差的疏水性。另外，熱氧化抗性也較差，在暴露於450°C空氣中30分鐘後水接觸角減小到70.1°。存在與甲氧基官能化類似物(實例20)的適當反應性，但在成本或性能方面沒有明顯優勢。

[0093]雖然僅詳細地示出和描述了本發明的某些特徵和實施例，但在沒有實質上脫離申請專利範圍所述主題的新穎教導和優點的前提下，本領域技術人員可想到很多修改和變化(例如，不同元件的大小、尺寸、結構、形狀和比例，以及參數數值(例如，溫度、壓力等)、安裝佈置、材料的使用、顏色、方位等的變化)。根據替代實施例，任何過程或方法步驟的次序或順序可以改變或重新排序。因此，應當理解，所附申請專利範圍旨在覆蓋落入本發明的實質精神內的所有這樣的修改和變化。此外，為了提供實施例的簡練說明，可能沒有描述實際實施的所有特徵(即，那些不涉及目前執行本發明所預期的最佳模式的特徵，或那些

不涉及實現所要求保護的發明的特徵)。應當理解，在任何這種實際實施(如在任何工程或設計專案中)的開發過程中，可進行許多實施的特定決策。這樣的開發工作可能是複雜的和耗時的，但對於那些得益於本公開的普通技術人員仍然是設計、製造和加工的常規工作，而不用過多實驗。

【符號說明】

100…襯底

101…塗層

102…層

103…製品

104…層 102 的第一部分

105…表面

106…層 102 的第二部分

107…氧化層

108…擴散區

109、110…官能化層

111…官能化後氧化層

200…塗覆方法

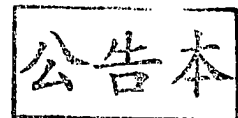
202、204、206、208、210…步驟

910…流體表面

911…柔性或剛性管或管道

912…箭頭

913…外表面



發明摘要

I659121

※ 申請案號：

※ 申請日：

104176087

104.8.11

※IPC 分類：C23C 16/06 (2006.01)

C23C 16/54 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

半導體製造方法

SEMICONDUCTOR FABRICATION PROCESS

【中文】

本發明描述了半導體製造方法。所述半導體製造方法的一個實施例包括提供通過經化學氣相沉積使二甲基矽烷分解而形成的層，所述層由流體材料施加；然後將所述層定位在系統中以便生產半導體產品。除此之外或作為另外一種選擇，生產所述半導體產品和/或所述層位於襯底上。

【英文】

Semiconductor fabrication processes are described. An embodiment of the semiconductor fabrication process includes providing a layer formed by decomposition of dimethylsilane through chemical vapor deposition, the layer being applied by a fluid material, and then positioning the layer in a system for producing a semiconductor product. Additionally or alternatively, the semiconductor product is produced and/or the layer is on a substrate.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

100…襯底

101…塗層

102…層

103…製品

104…層 102 的第一部分

105…表面

106…層 102 的第二部分

108…擴散區

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

(無)

申請專利範圍

1. 一種半導體製造方法，所述方法包括：

提供被塗覆的製品，所述被塗覆的製品具有襯底以及通過分解和熱化學氣相沉積施加到所述襯底上的層，所述層由流體材料施加；然後

將所述被塗覆的製品定位在系統中以便生產半導體產品。

2. 如請求項1所述的方法，其中所述分解是使二甲基矽烷分解。
3. 如請求項1所述的方法，其中所述層包含氧化二甲基矽烷。
4. 如請求項1所述的方法，其中所述層施加到氧化層、預處理層或它們的組合上。
5. 如請求項3所述的方法，其中所述氧化層包含氧化碳矽烷材料。
6. 如請求項3所述的方法，其中所述氧化層包含氧化二甲基矽烷。
7. 如請求項6所述的方法，其中所述層包含施加到所述氧化二甲基矽烷上的三甲基矽烷。
8. 如請求項1所述的方法，其中所述流體材料為氣體。
9. 如請求項1所述的方法，其中所述流體材料為等離子體。
10. 如請求項1所述的方法，其中所述被塗覆的製品是管並且所述層是所述管的內表面，所述被塗覆的製品是配件

並且所述層是所述配件的內表面，所述被塗覆的製品是管道並且所述層是所述管道的內表面，或所述被塗覆的製品是室並且所述層是所述室壁的內表面。

11. 如請求項1所述的方法，其中所述半導體產品包含結晶固體、多晶材料或無定形材料。
12. 如請求項1所述的方法，其中所述半導體產品包括本徵半導體。
13. 如請求項1所述的方法，其中所述半導體產品包括具有正電荷導體的非本徵半導體。
14. 如請求項1所述的方法，其中所述半導體產品選自純元素半導體和化合物半導體。
15. 如請求項1所述的方法，其中所述半導體產品包括由銻化銾(InSb)、砷化銾(InAs)、磷化銾(InP)、磷化鎵(GaP)、銻化鎵(GaSb)、砷化鎵(GaAs)、碳化矽(SiC)、氮化鎵(GaN)、鍺化矽(SiGe)或硫化硒(SeS)組成的表面。

圖式

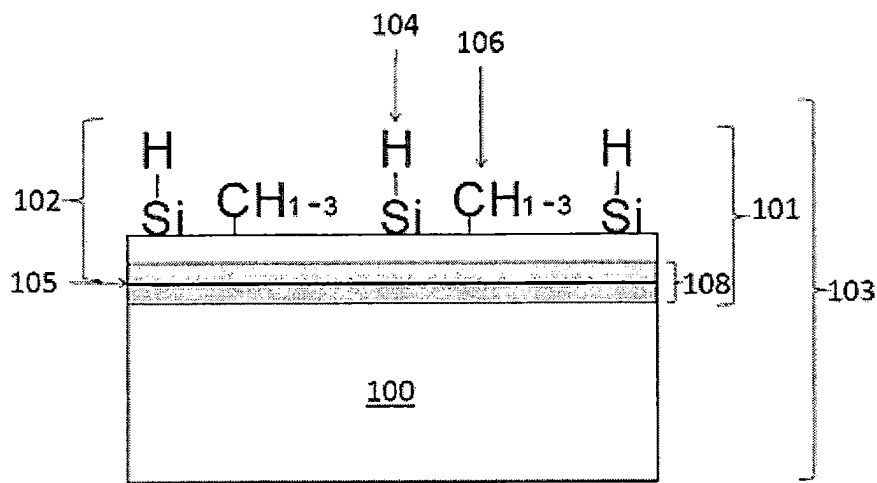


圖1

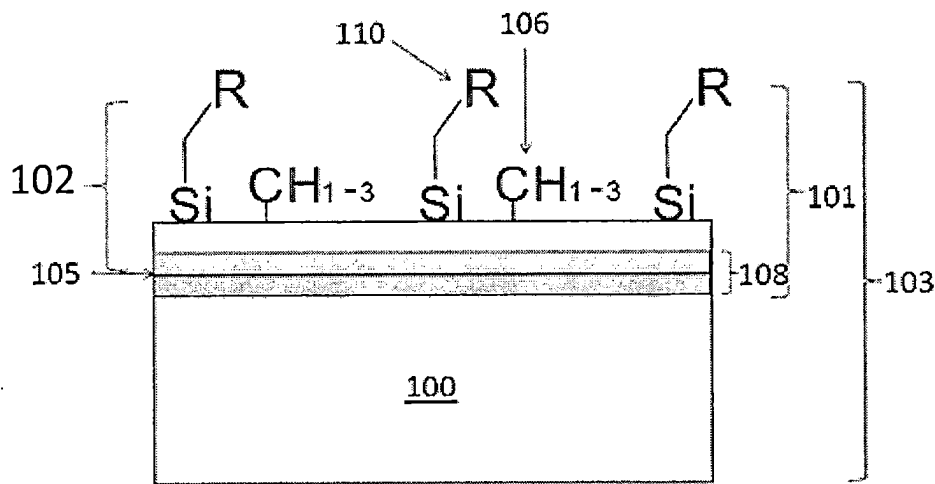


圖3

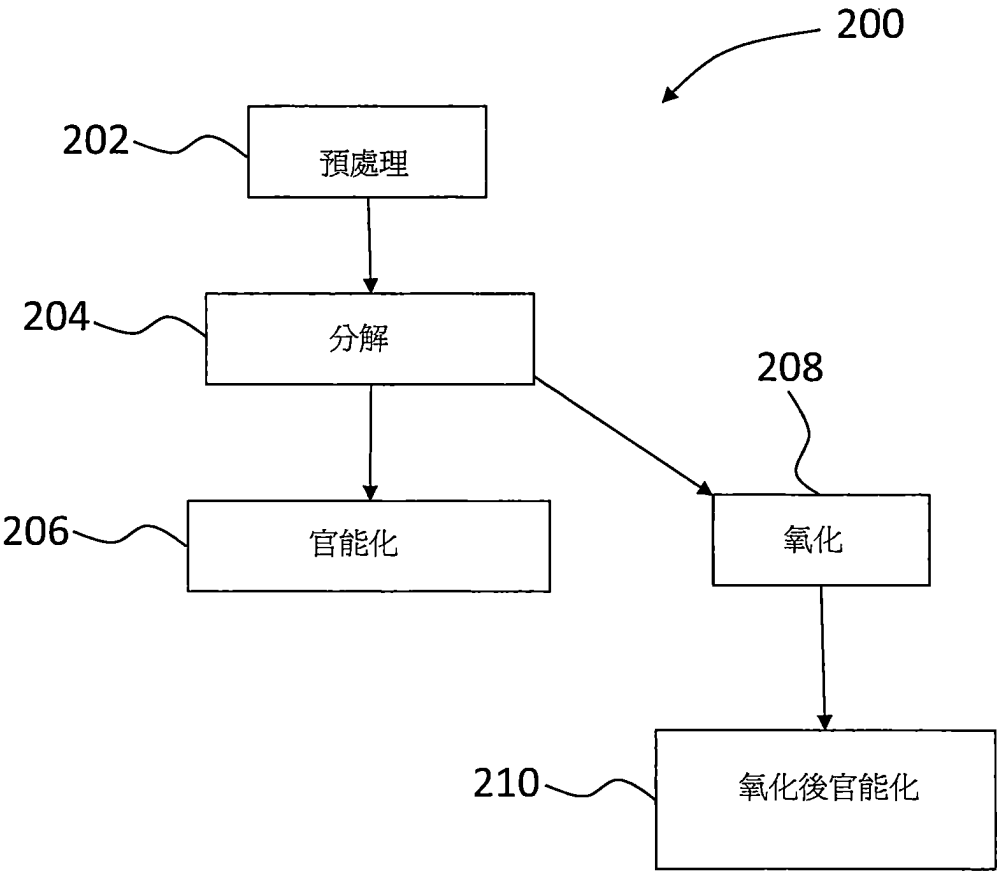


圖2

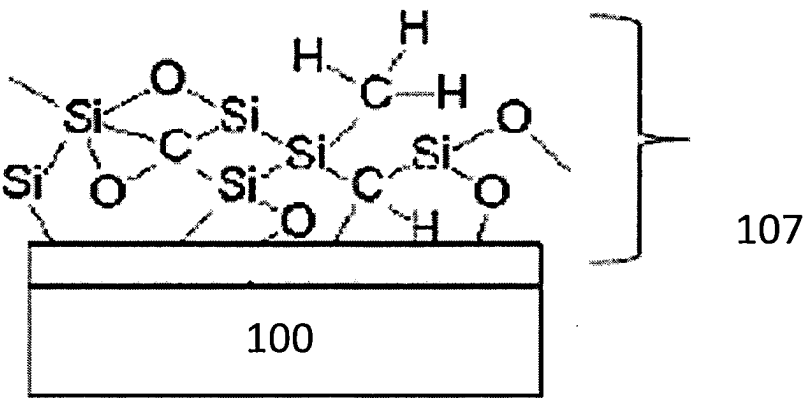


圖4

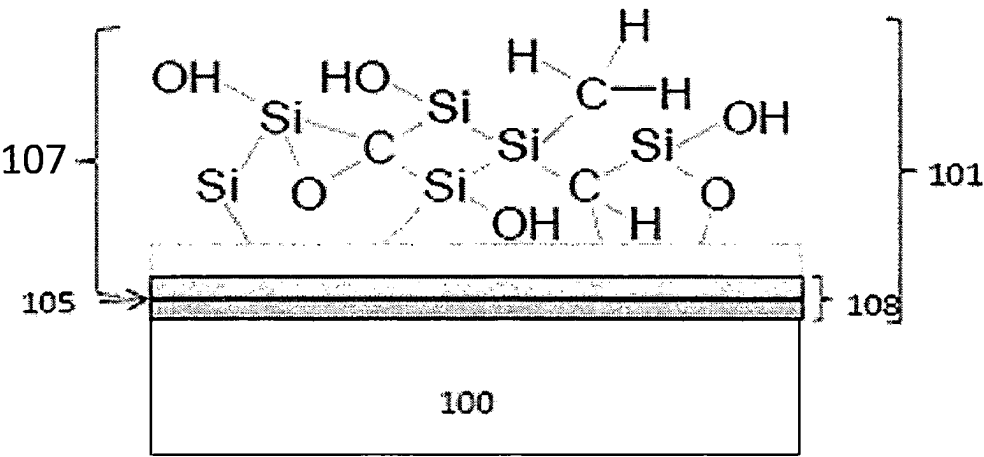


圖5

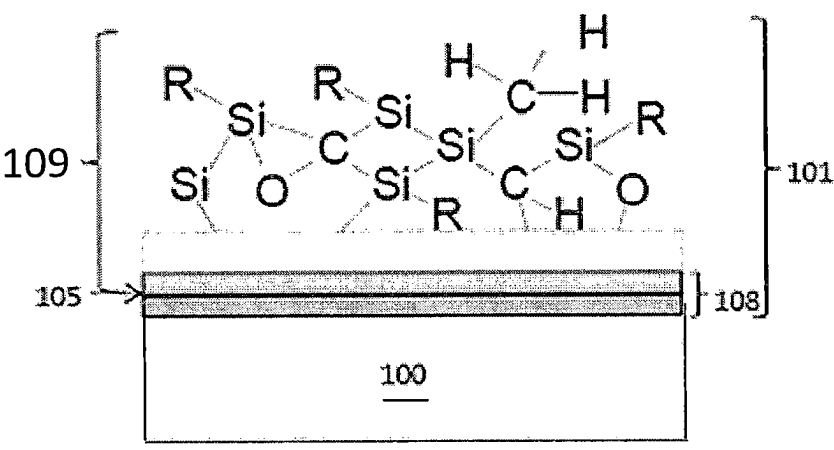


圖6

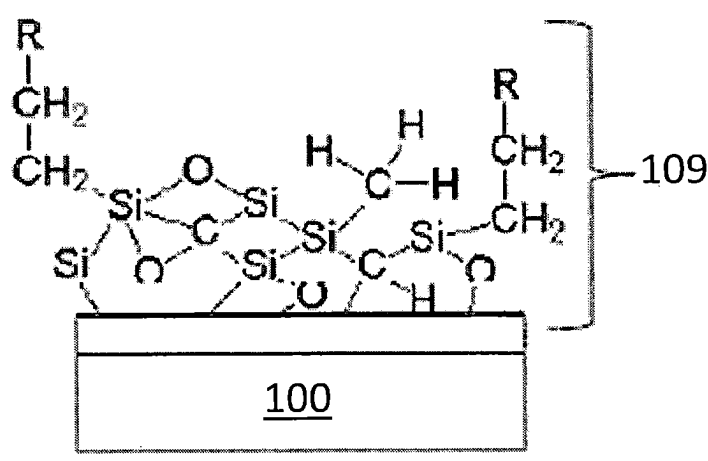


圖7

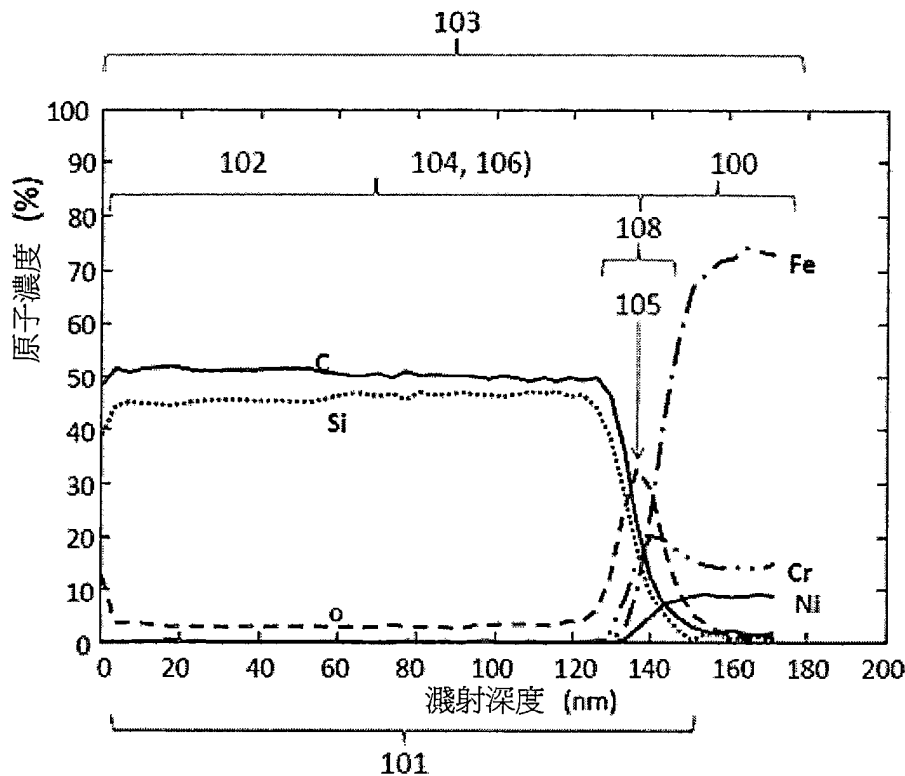


圖8

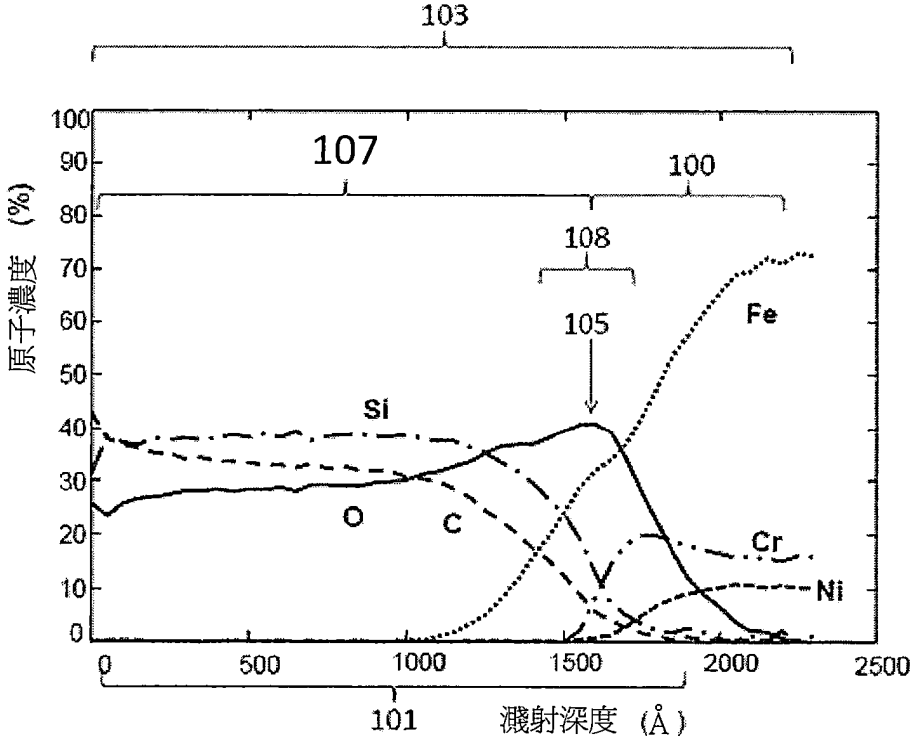


圖9

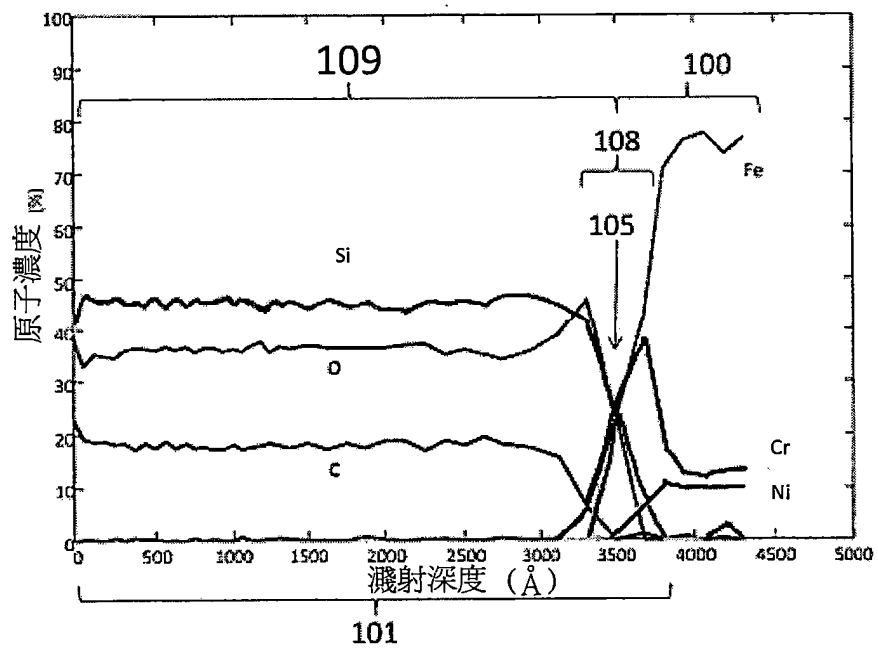


圖10

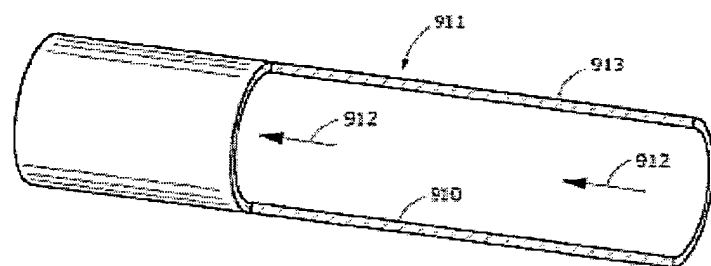
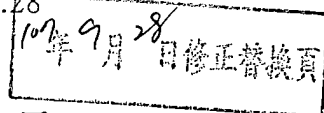


圖11



電子能譜測量得出的整個製品103中實施例的組成。圖8示出了製品103內的擴散區108。應當理解，經由俄歇電子能譜對擴散區108的精確測量可被襯底和塗層的表面粗糙度所抵消，並且所示的結果僅僅是代表落入本公開內的一個實施例。因此，如由俄歇電子能譜所測量的擴散區108並非絕對測量，而是代表根據塗覆方法200的擴散機制。

[0036] 在一個實施例中，層102的組成為約1：0.95：0.12比率的C：Si：O。相比之下，根據一個實施例的引入化學氣相沉積室中的二甲基矽烷的組成具有約2：1比率的C：Si。雖然不希望受理論束縛，但據信 CH_x ($x=0-3$) 部分被保留而Si-C鍵斷裂，從而指示層102包括Si-C鍵合的無定形陣列。無定形陣列提供附加的有益效果，諸如破裂或片狀剝落(例如在張力或壓縮力作用於襯底100時)減少、黏附性增加、或它們的組合。在一個實施例中，沉積多層塗層101或類似塗層以得到更厚的層或所需性質。

[0037] 在一個實施例中，在熱分解材料通過分解(步驟204)形成層102時，將室淨化。所述淨化移除室內存在的剩餘分解材料、未鍵合的熱分解材料和/或其他材料或成分。

[0038] 官能化(步驟206)是獨立於分解(步驟204)的步驟，並且對層102進行改性，例如如圖3中所示的實施例中所示，以形成官能化層110。官能化層110的合適厚度包括但不限於介於約100nm和約10,000nm之間、介於約200nm和約5,000nm之間、介於約300nm和約1500nm之間、或其中的任何合適組合、子組合、範圍或子範圍。官能化(步驟206)

開始於對室的淨化、將室加熱到預定溫度、將室抽空、或上文結合分解(步驟204)所述的任何其他合適的指令引數。

[0039] 在官能化(步驟206)中，將鍵合劑引入室中。鍵合劑與層102或層102的多部分反應和/或鍵合到其上而形成官能化層110，例如，由矽氫化物部分形成的碳甲矽烷基表面。在一個實施例中，使來自分解(步驟204)的殘餘部分發生反應，例如，矽氫化物和/或矽氫化物官能團(二甲矽烷基或三甲矽烷基)與 $H_2C=C-R$ 、 $HC\equiv C-R$ 或它們的組合反應。在一個實施例中，鍵合到第一部分104的全部或一部分的R基團由烴、取代烴(例如，鹵化烴)、羰基、羧基、酯、醚、胺、鹽胺、磺酸、有機金屬絡合物、環氧化物或它們的組合形成。鍵合劑的分子鍵合到層102而形成官能化層110，例如，具有帶有R基團的碳-矽共價鍵的官能化層。其他合適的鍵合劑包括但不限於乙烯、丙烯、取代的不飽和有機分子、具有一個或多個不飽和烴基團的有機試劑或它們的組合。

[0040] 在一個實施例中，對R基團進行改性以調節表面105的性質，例如，通過將氟化烴用作R基團來增加表面105的疏水性。在一個實施例中，氟化烴形成疏水表面、疏油表面或它們的組合。雖然不希望受理論束縛，但據信矽氫化物的部分可通過不飽和官能團而與不飽和烴基團進行熱反應諸如矽氫加成，從而共價鍵合到層102以形成官能化層110。官能化層110包含共價鍵合的R基團，其包含R基團以及碳、矽和氫部分。除此之外或作為另外一種選擇，在一