



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201728596 A

(43)公開日：中華民國 106 (2017) 年 08 月 16 日

(21)申請案號：105130364

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 20 日

(51)Int. Cl.：

*C07F15/00 (2006.01)**C23C18/14 (2006.01)**H05K3/10 (2006.01)*

(30)優先權：2015/09/29

世界智慧財產權組織

PCT/US15/52875

(71)申請人：普羅格責任有限公司 (美國) PRYOG, LLC. (US)

美國

(72)發明人：史奇威伯 約瑟夫 J SCHWAB, JOSEPH J. (US)；迪拉克 史蒂芬妮 DILOCKER, STEPHANIE (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：39 項 圖式數：5 共 55 頁

(54)名稱

金屬組合物及其製造方法

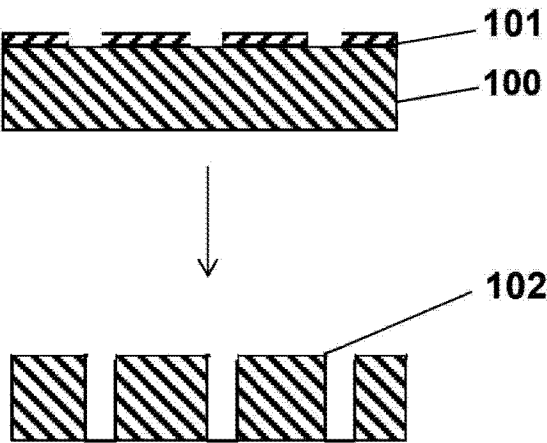
METAL COMPOSITIONS AND METHODS OF MAKING SAME

(57)摘要

本發明係關於形成精製含金屬單元之方法，其係藉由用酸化去離子水減少生產雜質(yield impurity)來實施。另一實施例係包含該精製含金屬單元之組合物。另一實施例係藉由以下方式形成圖案化基板之方法：將包含該精製含金屬單元之組合物沈積在基板上，乾燥包含該精製含金屬單元之膜，將包含該精製含金屬組合物之該膜曝露於光化輻射源下，及將圖案轉移至基板。所揭示實施例可用於藉由直接或間接自包含該精製含金屬單元之膜轉移圖案來產生圖案化基板。

The present disclosure relates to a process for forming a refined metal-containing unit by reducing yield impurities with acidified deionized water. Another embodiment is a composition comprising the refined metal-containing unit. Yet another embodiment is a process for forming a patterned substrate by depositing a composition comprising the refined metal-containing unit on a substrate, drying the film comprising the refined metal-containing unit, exposing the film comprising the refined metal-containing composition to a source of actinic radiation, and transferring the pattern to substrate. The disclosed embodiments are useful in producing patterned substrates by direct or indirect pattern transfer from films comprising the refined metal-containing unit.

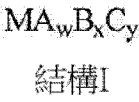
指定代表圖：



【圖1】

符號簡單說明：
100 . . . 基板
101 . . . 圖案化之包含精製含金屬單元之膜
102 . . . 圖案化基板

特徵化學式：





201728596

申請日: 105/09/20

IPC分類: *G07F 15/00* (2006.01)
G23C 18/14 (2006.01)
H05K 3/10 (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】

金屬組合物及其製造方法

【英文發明名稱】

METAL COMPOSITIONS AND METHODS OF MAKING SAME

【中文】

本發明係關於形成精製含金屬單元之方法，其係藉由用酸化去離子水減少生產雜質(yield impurity)來實施。另一實施例係包含該精製含金屬單元之組合物。另一實施例係藉由以下方式形成圖案化基板之方法：將包含該精製含金屬單元之組合物沈積在基板上，乾燥包含該精製含金屬單元之膜，將包含該精製含金屬組合物之該膜曝露於光化輻射源下，及將圖案轉移至基板。所揭示實施例可用於藉由直接或間接自包含該精製含金屬單元之膜轉移圖案來產生圖案化基板。

【英文】

The present disclosure relates to a process for forming a refined metal-containing unit by reducing yield impurities with acidified deionized water. Another embodiment is a composition comprising the refined metal-containing unit. Yet another embodiment is a process for forming a patterned substrate by depositing a composition comprising the refined metal-containing unit on a substrate, drying the film comprising the refined metal-containing unit, exposing the film comprising the refined metal-containing composition to a source of actinic radiation, and transferring the pattern to substrate. The disclosed embodiments are

useful in producing patterned substrates by direct or indirect pattern transfer from films comprising the refined metal-containing unit.

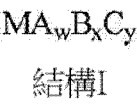
【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- 100 基板
- 101 圖案化之包含精製含金屬單元之膜
- 102 圖案化基板

【特徵化學式】



【發明說明書】

【中文發明名稱】

金屬組合物及其製造方法

【英文發明名稱】

METAL COMPOSITIONS AND METHODS OF MAKING SAME

【技術領域】

所揭示實施例係關於產生精製含金屬單元之製程及其於形成可用於製造半導體裝置之膜、圖案化膜及三維物體或物件中之應用。

【先前技術】

業內熟知含金屬之成膜材料之用途及其應用。舉例而言，美國專利第7,692,424號、美國專利第7,888,441號、美國專利第8,648,157號、美國專利第8,709,705號及美國專利第8,802,346號闡述含金屬單元，其在曝露於輻射源或熱源時反應以結合配體且變得不溶於有機溶劑且能夠直接圖案化。Hill等人於美國專利第5,534,312號及第7,176,114號中闡述直接圖案化至含金屬材料中，其中金屬錯合物對光敏感且在具體波長之光存在下經歷低溫反應，從而使所曝露部分不溶於溶劑/顯影劑。常用於該等應用之含金屬單元係Ti、Hf及Zr。該等材料通常經不可接受之大量雜質(例如鈉離子、鋁離子、鐵離子、鈣離子、鎂離子及氯離子)污染(Recasens等人，美國專利第5,002,749號，Yamagata, C.、Andrade, J.B.、Ussui, V.、Lima, N.B.及Paschoal, J.O.A.「High purity zirconia and silica powders via wet process: alkali fusion of zircon sand」，Materials Science Forum，第591-593卷，**2008**，第771-776頁)。

離子污染因引起電場缺陷而導致Si裝置中之產率損失(*Handbook of*

Silicon Wafer Cleaning Technology, (Reinhardt, K. 及 Kern, W. 編輯), William Andrew, NY (2008), 第19頁)。儘管諸如鈣、鉀、鈉及鐵等金屬可干擾裝置之電性能，但諸如氯離子等其他離子雜質會引起嚴重的腐蝕問題。Stowers等人於美國專利申請公開案第2011/029388號中闡述能夠直接圖案化之光敏感金屬錯合物，其含有鹼金屬及離子(如氯離子)。常用於純化耐火金屬前體之方法係多個蒸餾步驟(Reuter等人，美國專利第7,273,943號)。該等蒸餾通常係在高溫及減壓條件下實施。純化製程中所涉及之高溫可引起不期望副反應從而產生副產物。舉例而言，鋅烷氧化物之蒸餾可形成需要藉由分餾小心地自純鋅烷氧化物分離之高分子量寡聚物。蒸餾在金屬錯合物中用作配體之反應性化合物可引起交聯及聚合。低總產物產率及高製程成本嚴重地限制用於批量製造之該等材料之商業生存能力。本文所述實施例之目標係提供產生具有降低量的生產雜質之含金屬單元之新穎製程。在其他態樣中，亦提供該等精製含金屬單元於常用半導體製程中之應用。

【發明內容】

一個實施例係減少含金屬單元(MU)中之生產雜質以製備精製含金屬單元(RMU)之製程。

MU係由結構I表示：



結構I

其中M包含具有0-7之正規化合價之金屬且選自Zr、Hf、Ge、Ti、Nb、Pb、Gd、Sn、Ce、Eu、In、Nd、Sb、Ga、Se、Cd、Ta、Co、Pt、Au、W、V、Tl、Te、Sr、Sm、La、Er、Pd、In、Ba、As及Y；A、B及C基團

可經選擇以賦予反應性且賦予與眾多種預聚物及有機溶劑之相容性且形成光學透明膜或物件；配體A含有能夠經歷結合反應之反應性官能基；w係0至7；配體B及C經選擇用於金屬-配體光解及成膜性質；且x及y係0至7。

在此實施例中，RMU係藉由包含混合MU之溶液與去離子水之製程來形成，其中將去離子水之pH調節至約2至約5.5範圍內。

在一態樣中，MU之溶液係在有機溶劑系統中提供，該系統包含至少一種水可混溶有機溶劑，使得MU溶液與水形成一相。

將MU溶液逐滴添加至攪拌去離子水中，使得RMU形成為固體團塊。藉由傾析掉所有液體或藉由離心或經由適宜過濾介質過濾來分離由此形成之固體RMU。在小於150°C之溫度下在減壓下在真空烘箱中進一步乾燥RMU。使RMU樣品之一部分經受生產雜質分析。

在另一態樣中，MU之溶液係在包含至少一種水不可混溶有機溶劑之有機溶劑系統中提供。水不可混溶有機溶劑具有低至無的水可混溶性，使得MU溶液與水在靜止時形成兩個單獨相。混合該MU溶液與pH調節至約2至約5.5範圍內之去離子水。當停止混合時，有機相與水相分離。丟棄水相。由此形成之RMU保留在有機相中。使由此獲得之RMU溶液之一小部分經受生產雜質分析。

在實施例中，該製程使生產雜質減少至基於針對每一生產雜質之RMU之總重量低於5000十億分率(ppb)、或低於2500 ppb、或低於1000 ppb、或低於500 ppb之量。

在實施例中，該製程使每一生產雜質之減少量佔初始生產雜質含量之至少15%或至少40%或至少75%。以下實施例提供使用包含RMU之組合物製造半導體裝置之製程。

通常採用圖案化基板及經摻雜圖案化基板來製造半導體裝置。

在另一實施例中提供形成圖案化基板之製程，其包含a) 提供RMU，b) 製備包含RMU之組合物，c) 提供基板，d) 將該組合物沈積在基板上，e) 在低於200°C之溫度下乾燥該組合物，f) 在包含RMU之膜中形成圖案，及g) 藉助蝕刻將該圖案轉移至基板以產生圖案化基板。

包含RMU之組合物可含有諸如以下等添加劑：觸媒或起始劑、單體、聚合物、染料或著色劑、表面活性劑或整平劑及助黏劑以及賦予成膜性質之溶劑。舉例而言，起始劑或觸媒可用於誘導RMU中之結合反應。染料可用於調節包含RMU之所沈積組合物之吸光度，使得其在其經曝露之具體波長下吸收更多光。溶劑可用於調節膜厚度。

基板個別地或組合地包含至少一種選自由以下組成之群之元素：Si、O、N、Al、Cu、C、Ga、Ge、As、Zn及W。

包含RMU之組合物中之圖案可經由遮罩、光罩或模具將該組合物曝露於輻射源下來形成。使用適宜顯影劑移除該組合物之未曝露部分。輻射源可個別地或組合地選自波長高於300 nm之寬帶光、波長為約405 nm之g線、波長為約365 nm之i線、波長為248 nm及193 nm之深紫外光、電子束、X射線束或極紫外光。

用於轉移圖案之蝕刻之非限制性實例係乾式蝕刻及濕式蝕刻。蝕刻可採取單一或多個步驟。乾式蝕刻可為藉由電漿之材料之物理移除、藉由氣體之材料之化學移除或物理及化學移除之組合(稱為反應性離子蝕刻)。濕式蝕刻涉及與已知溶解並移除材料之液體接觸。

或者，包含RMU之組合物中之圖案可藉由包含以下之製程來生成：1) 提供光阻劑，2) 將該光阻劑沈積在包含RMU之膜上，3) 在低於200°C之溫

度下乾燥該光阻劑，4) 在該光阻劑膜中形成圖案，及5) 藉助蝕刻將該圖案轉移至包含RMU之膜。

在另一實施例中提供形成經摻雜圖案化基板之製程。該製程包含a) 提供RMU，b) 製備包含RMU之組合物，c) 提供基板，d) 將該組合物沈積在基板上，e) 在低於200°C之溫度下乾燥該組合物，f) 在包含RMU之膜中形成圖案，及g) 使用反應性離子束將摻雜劑沈積至基板之經曝露部分中。離子植入藉由反應性離子束將摻雜劑引入經曝露下伏基板。

另一實施例係形成精製含金屬單元(RMU)之製程，其包含：提供含金屬單元(MU)，其中MU係由結構I表示：



結構I

其中M包含具有0-7之正規化合價之金屬且選自Zr、Hf、Ge、Ti、Nb、Pb、Gd、Sn、Ce、Eu、In、Nd、Sb、Ga、Se、Cd、Ta、Co、Pt、Au、W、V、Tl、Te、Sr、Sm、La、Er、Pd、In、Ba、As及Y；配體A含有能夠經歷結合反應之反應性官能基；w係0至7；配體B及C個別地或組合地選自氧、氮、硫或鹵素原子；羥基、過氧基、磷酸根、硼酸根、鎢酸根、硫酸根、矽酸根；經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基、烷基醚、烷基酯、硫代烷基、烯基或炔基；經取代或未經取代之芳基；及-XR¹，其中X表示有機官能基，例如氧基、硫基、羧基、硫代羧基、磺基、草酸根、乙醯丙酮酸根、碳陰離子、羰基、硫代羰基、氰基、硝基、亞硝基、硝酸根、亞硝醯基、疊氮化物、氰氧基、異氰酸基、氰硫基、異氰硫基、醯胺基、胺、二胺、肼、二肼、膦及二膦，且R¹表示氫原子、經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基或硫代烷基、雜環基、脂環族基團及經取代

或未經取代之芳基或雜芳基；x及y係0至7，且w+x+y係2-7；將MU溶解於有機溶劑中，MU係以基於MU及有機溶劑之總重量約5重量%至約70重量%之範圍存在，以形成MU溶液，及藉由將酸添加至去離子水中提供pH低於6.5之去離子水之酸化溶液，該酸係由結構 R^2 -COOH表示，其中 R^2 個別地或組合地選自經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基、烯基或炔基、烷基酯、烯基酯、烯基醚或烷基醚；經取代或未經取代之芳基。該製程進一步包含混合MU溶液與去離子水之酸化溶液，及分離RMU。

另一實施例係包含精製含金屬單元(RMU)之組合物，該精製含金屬單元包含至少一個選自由結構I表示之單元組成之群之成員：



結構I

其中M包含具有0-7之正規化合價之金屬且選自Zr、Hf、Ge、Ti、Nb、Pb、Gd、Sn、Ce、Eu、In、Nd、Sb、Ga、Se、Cd、Ta、Co、Pt、Au、W、V、Tl、Te、Sr、Sm、La、Er、Pd、In、Ba、As及Y；配體A含有能夠經歷結合反應之反應性官能基；w係0至7；配體B及C個別地或組合地選自氧、氮、硫或鹵素原子；羥基、過氧基、磷酸根、硼酸根、鎢酸根、硫酸根、矽酸根；經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基、烷基醚、烷基酯、硫代烷基、烯基或炔基；經取代或未經取代之芳基；及- XR^1 ，其中X表示有機官能基，例如氧基、硫基、羧基、硫代羧基、磺基、草酸根、乙醯丙酮酸根、碳陰離子、羰基、硫代羰基、氰基、硝基、亞硝基、硝酸根、亞硝基、疊氮化物、氰氧基、異氰酸基、氰硫基、異氰硫基、醯胺基、胺、二胺、肼、二肼、膦及二膦，且 R^1 表示氫原子、經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基或硫代烷基、雜環基、脂環族基團及經取代

或未經取代之芳基或雜芳基；x及y係0至7，且w+x+y係2-7，其中該組合物含有降低量之生產雜質。

另一實施例係包含精製含金屬單元(RMU)之組合物，該精製含金屬單元包含至少一個選自由結構I表示之單元組成之群之成員由



其中M包含至少一種選自由以下組成之群之金屬：Zr、Hf、Ge、Ti、Nb、Pb、Gd、Sn、Ce、Eu、In、Nd、Sb、Ga、Se、Cd、Ta、Co、Pt、Au、W、V、Tl、Te、Sr、Sm、La、Er、Pd、In、Ba、As及Y；配體A含有能夠經歷結合反應之反應性官能基；w係1至7；配體B及C個別地或組合地選自氧、氮、硫、鹵素原子、經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基、烷基醚、烷基酯、硫代烷基、烯基或炔基；經取代或未經取代之芳基；及- XR^1 ，其中X表示有機官能基，例如氧基、硫基、羧基、硫代羧基、磺基、草酸根、乙醯丙酮酸根、碳陰離子、羰基、硫代羰基、氰基、硝基、亞硝基、硝酸根、亞硝醯基、疊氮化物、氰氧基、異氰酸基、氰硫基、異氰硫基、醯胺基、胺、二胺、肼、二肼、膦及二膦，且 R^1 表示直鏈、具支鏈或環狀烷基或硫代烷基、雜環基、脂環族基團及經取代或未經取代之芳基或雜芳基；且x及y係0至6；其中含金屬單元之至少一部分含有至少一個反應性官能基，且該組合物含有降低量之生產雜質。

另一實施例係形成圖案化基板之製程，其包含提供精製含金屬單元(RMU)，及製備包含RMU之組合物，RMU係由結構I表示



其中M包含至少一種選自由以下組成之群之金屬：Zr、Hf、Ge、Ti、Nb、Pb、Gd、Sn、Ce、Eu、In、Nd、Sb、Ga、Se、Cd、Ta、Co、Pt、Au、W、V、Tl、Te、Sr、Sm、La、Er、Pd、In、Ba、As及Y；配體A含有能夠經歷結合反應之反應性官能基；w係1至7；配體B及C個別地或組合地選自氧、氮、硫、鹵素原子、經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基、烷基醚、烷基酯、硫代烷基、烯基或炔基；經取代或未經取代之芳基；及 $-XR^1$ ，其中X表示有機官能基，例如氧基、硫基、羧基、硫代羧基、磺基、草酸根、乙醯丙酮酸根、碳陰離子、羰基、硫代羰基、氰基、硝基、亞硝基、硝酸根、亞硝基、疊氮化物、氰氧基、異氰酸基、氰硫基、異氰硫基、醯胺基、胺、二胺、肼、二肼、膦及二膦，且 R^1 表示直鏈、具支鏈或環狀烷基或硫代烷基、雜環基、脂環族基團及經取代或未經取代之芳基或雜芳基；且x及y係0至6；其中含金屬單元之至少一部分含有至少一個反應性官能基。該製程進一步包含提供基板，沈積包含RMU之組合物以在基板上形成膜，在小於200°C之溫度下乾燥包含RMU之膜，在包含RMU之膜中形成圖案，及將圖案轉移至基板。

【圖式簡單說明】

圖1係圖解說明將圖案化之包含RMU之膜的圖案轉移至基板中之製程之示意圖。

圖2係圖解說明經由有機層將圖案化之包含RMU之膜的圖案轉移至基板中之製程之示意圖。

圖3係圖解說明經由包含RMU之膜將圖案化光阻劑膜的圖案轉移至基板中之製程之示意圖。

圖4係圖解說明經由包含RMU之膜及有機層將圖案化光阻劑膜的圖案

轉移至基板中之製程之示意圖。

圖5係圖解說明離子植入藉由自圖案化之包含RMU之膜轉移圖案形成之圖案化基板中之示意圖。

【實施方式】

如本文所用術語「生產雜質」意指污染裝置、從而引起電產率損失之離子或非離子化合物。生產雜質之非限制性實例包含金屬雜質及非金屬雜質。生產雜質之非限制性實例包括鈉、鋁、鐵、鈣、鎂、鉀、鋅、銅、鉻、錳及氯化物。舉例而言，鐵可以金屬微粒或以溶液中之離子物質存在。

術語「精製」用於指示減少生產雜質。

如本文所用術語「配體」係指附接至配位化合物、螯合物或其他複合物之中心原子之分子、離子或原子。

如本文所用術語「結合反應」係指反應性官能基之聚合及/或交聯反應。交聯通常為化學交聯，但在一些情形下可為物理交聯。結合反應可使用RMU及RMU以及使用RMU及多種其他組份來進行。

如本文所用術語「反應性官能基」係指諸如以下等官能基：環氧化物基團、-SiH基團、-SH基團及烯系不飽和官能基(例如乙烯基、烯丙基、(甲基)丙烯醯基)。結合反應包括烯系不飽和官能基之反應、涉及烯系不飽和官能基與-SiH基團或-SH基團之反應及涉及環氧化物基團、-SiH基團及-SH基團之反應。

如本文所用前綴「(甲基)丙烯醯基」係指丙烯醯基或甲基丙烯醯基。

術語「直接寫入」係指在不使用遮罩或模具下掃描聚焦之光或電子束以將自定義圖案繪製在膜上之製程。光或電子束會改變光敏感組合物之溶解度，此使得能夠藉由將光敏感組合物浸沒於顯影劑中選擇性移除其曝露

或未曝露區域。

術語「光阻劑」係指在曝露於輻射(例如光或電子束)下時改變顯影劑中之溶解度之任何光敏感組合物。一類光阻劑(稱為負型光阻劑)之曝露區域變得不溶於顯影劑。另一類光阻劑(稱為正型光阻劑)之曝露區域變得溶於顯影劑。

術語「雷射剝蝕」係經由遮罩直接吸收雷射能自膜或基板移除材料。

如本文所用「電子裝置」係使用微製造或奈米製造技術製得之裝置。電子或半導體裝置之非限制性實例包括積體電路、微感測器、MEMS、噴墨嘴、微光學組件、纖維光學組件電信裝置、平板顯示器及雷射二極體。

一個實施例係減少含金屬單元(MU)中之生產雜質以製備精製含金屬單元(RMU)之製程。

MU係由結構I表示：



結構I

在結構I中，M包含具有0-7之正規化合價之金屬且選自Zr、Hf、Ge、Ti、Nb、Pb、Gd、Sn、Ce、Eu、In、Nd、Sb、Ga、Se、Cd、Ta、Co、Pt、Au、W、V、Tl、Te、Sr、Sm、La、Er、Pd、In、Ba、As及Y。

配體A含有能夠經歷結合反應之反應性官能基；w係0至7。配體A含有諸如以下等反應性官能基：經取代或未經取代之(甲基)丙烯醯基、乙烯基、烯丙基、苯乙烯基、環狀烯烴基團、環氧化物基團、SiH基團及SH基團。

配體B及C個別地或組合地選自氧、氮、硫或鹵素原子；羥基、過氧基、磷酸根、硼酸根、鎢酸根、硫酸根、矽酸根；經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基、烷基醚、烷基酯、硫代烷基、烯基或炔基；經取

代或未經取代之芳基；及 $-XR^1$ ，其中X表示有機官能基，例如氧基、硫基、羧基、硫代羧基、磺基、草酸根、乙醯丙酮酸根、碳陰離子、羰基、硫代羰基、氰基、硝基、亞硝基、硝酸根、亞硝醯基、疊氮化物、氰氧基、異氰酸基、氰硫基、異氰硫基、醯胺基、胺、二胺、肼、二肼、膦及二膦，且 R^1 表示氫原子、經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基或硫代烷基、雜環基、脂環族基團及經取代或未經取代之芳基或雜芳基；且x及y係0至7。炔基之實例係乙炔。經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基醚基團之實例係琥珀酸封端聚乙二醇。經取代直鏈烷基之實例係五氟乙基。碳陰離子之一些實例係2,2-二甲基-4,6-二側氧基-1,3-二噁烷-5-化物、二氰基甲烷化物、環戊-2,4-二烯化物及苯基乙炔化物。

在實施例中，w係1至7。在一個態樣中，MU類似於頒佈的專利申請案美國專利第7,692,424號、美國專利第7,888,441號、美國專利第8,648,157號、美國專利第8,709,705號及美國專利第8,802,346號中所述之彼等，且以引用方式併入本文中。

MU之實例可為 $Zr(O)(CH_2CO_2C(CH_3))_2$ ，即氧鋯基二甲基丙烯酸鹽(zirconyl dimethacrylate)，在該情形下A係甲基丙烯酸根，B係氧，w=2，x=1，y=0，且w+x+y=3。

含金屬前體單元(MU)之其他非限制性實例係(甲基)丙烯酸鋯、二(甲基)丙烯酸氧鋯基酯、(甲基)丙烯酸丁醇鋯、羧乙基丙烯酸鋯、乙基乙酸鋯、氧鋯基二(乙基乙酸)鹽、3-氧雜三環[3.2.1.0^{2,4}]辛烷-6-甲酸鋯、2-溴-5-側氧基-4-氧雜三環[4.2.1.0^{3,7}]壬烷-9-甲酸(甲基)丙烯酸鋯、6-(2-萘基硫基)二環[2.2.1]庚烷-2-甲酸(甲基)丙烯酸鋯、[(1S,4R)-7,7-二甲基-2-側氧基二環[2.2.1]庚-1-基]甲烷磺酸2-萘硫醇(甲基)丙烯酸鋯、鋯氧基經基硫酸

鹽、鋅氧基羥基鎢酸鹽、鋅氧基羥基磷酸鹽、鋅氧基羥基硼酸鹽、鋅氧基羥基矽酸鹽、(甲基)丙烯酸鋅、(甲基)丙烯酸丁醇鋅、二(甲基)丙烯酸二氧化鋅、羧乙基丙烯酸鋅、乙烯基乙酸鋅及二(乙烯基乙酸)二氧化鋅、3-氧雜三環[3.2.1.0^{2,4}]辛烷-6-甲酸鋅、2-溴-5-側氧基-4-氧雜三環[4.2.1.0^{3,7}]壬烷-9-甲酸(甲基)丙烯酸鋅、6-(2-萘基硫基)二環[2.2.1]庚烷-2-甲酸(甲基)丙烯酸鋅、[(1S,4R)-7,7-二甲基-2-側氧基二環[2.2.1]庚-1-基]甲烷磺酸2-萘硫醇(甲基)丙烯酸鋅、鋅氧基羥基硫酸鹽、鋅氧基羥基鎢酸鹽、鋅氧基羥基磷酸鹽、鋅氧基羥基硼酸鹽、鋅氧基羥基矽酸鹽、(甲基)丙烯酸鈦、(甲基)丙烯酸丁醇鈦、二(甲基)丙烯酸氧化鈦、羧乙基丙烯酸鈦、乙烯基乙酸鈦、二(乙烯基乙酸)氧化鈦、3-氧雜三環[3.2.1.0^{2,4}]辛烷-6-甲酸鈦、2-溴-5-側氧基-4-氧雜三環[4.2.1.0^{3,7}]壬烷-9-甲酸(甲基)丙烯酸鈦、6-(2-萘基硫基)二環[2.2.1]庚烷-2-甲酸(甲基)丙烯酸鈦、[(1S,4R)-7,7-二甲基-2-側氧基二環[2.2.1]庚-1-基]甲烷磺酸2-萘硫醇(甲基)丙烯酸鈦、鈦氧基羥基硫酸鹽、鈦氧基羥基鎢酸鹽、鈦氧基羥基磷酸鹽、鈦氧基羥基硼酸鹽、鈦氧基羥基矽酸鹽、雙(乙基乙醯乙酸)二異丙醇鈦、雙(2,4-戊烷二酮酸)二異丙醇鈦、二-正丁氧基二(甲基)丙烯醯氧基鎂烷、四羧乙基丙烯醯氧基鎂烷、四乙烯基乙醯氧基鎂烷、四(甲基)丙烯醯氧基鎂烷、3-氧雜三環[3.2.1.0^{2,4}]辛烷-6-羧基鎂烷、2-溴-5-側氧基-4-氧雜三環[4.2.1.0^{3,7}]壬烷-9-羧基三(甲基)丙烯醯氧基鎂烷、6-(2-萘基硫基)二環[2.2.1]庚烷-2-羧基三(甲基)丙烯醯氧基鎂烷、(甲基)丙烯酸鋇、(甲基)丙烯酸丁醇鋇、羧乙基丙烯酸鋇、乙烯基乙酸鋇、3-氧雜三環[3.2.1.0^{2,4}]辛烷-6-甲酸鋇、2-溴-5-側氧基-4-氧雜三環[4.2.1.0^{3,7}]壬烷-9-甲酸(甲基)丙烯酸鋇、6-(2-萘基硫基)二環[2.2.1]庚烷-2-甲酸(甲基)丙烯酸鋇、鋇氧基羥基硫酸鹽、鋇氧基羥基鎢酸鹽、鋇氧

基羥基磷酸鹽、鉍氧基羥基硼酸鹽、鉍氧基羥基矽酸鹽、(甲基)丙烯酸鉍、(甲基)丙烯酸丁醇酯、羧乙基丙烯酸鉍、乙烯基乙酸鉍、3-氧雜三環[3.2.1.0^{2,4}]辛烷-6-甲酸鉍、2-溴-5-側氧基-4-氧雜三環[4.2.1.0^{3,7}]壬烷-9-甲酸(甲基)丙烯酸鉍、6-(2-萘基硫基)二環[2.2.1]庚烷-2-甲酸(甲基)丙烯酸鉍、五羰基三苯基磷鎢、參(2-乙基己酸)鉍、雙(2-乙基己酸)鉍、參(2-乙基己酸)鉍及三己酸鉍。

在實施例中，RMU之非限制性實例係鋅、鉛及鈦之包含(甲基)丙烯酸鹽或羧乙基丙烯酸鹽之配體之化合物。在含有(甲基)丙烯酸鹽或羧乙基丙烯酸鹽之配體之實施例中，亦可存在其他配體。

在此實施例中，RMU係藉由包含混合MU之溶液與去離子水之製程來形成，其中將去離子水之pH調節至約2至約5.5範圍內。所用去離子水之pH係藉由添加由R²COOH表示之酸來調節，其中R²個別地或組合地選自經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基、烯基或炔基、烷基酯、烯基酯、烯基醚或烷基醚；經取代或未經取代之芳基。R²之非限制性實例係甲基、三氟甲基、乙基、五氟乙基、丙基、八氟丙基、丁基、乙烯基、丙-2-烯基、1,1,1-三氟丙-2-烯基、(2-丙烯醯氧基)乙基及苯基。R²COOH之非限制性實例係乙酸、三氟乙酸、八氟丁酸、丙烯酸、甲基丙烯酸、 α -三氟甲基丙烯酸、丙烯酸2-羧乙基酯及苯甲酸。

實施例中所用之去離子水闡述於ASTM D5127中，其中所量測電阻率 > 12兆歐姆-cm。

在一態樣中，MU之溶液係在有機溶劑系統中提供，該系統包含至少一種水可混溶有機溶劑，使得MU溶液與水形成一相。該等水可混溶有機溶劑之非限制性實例係甲醇、乙醇、正丙醇、異丙醇、第三丁醇、1-甲氧

基-2-丙醇、2-丙氧基乙醇、2-丁氧基乙醇、2-乙氧基乙醚、2-丁氧基乙醚、二甲亞砷、 γ -丁內酯、乙腈、乳酸乙酯、N-甲基吡咯啉酮、二甲基甲醯胺、四氫糠醇、四氫呋喃及丙酮。該等水可混溶有機溶劑個別地或組合地選自上述列表。

MU溶液之典型濃度範圍係基於MU及有機溶劑之總重量約5重量%至約70重量%之MU。

MU溶液可藉由微濾、超濾及奈米過濾技術來過濾。過濾技術所涉及之膜過濾器孔徑可介於約0.001微米至約25微米、或約0.05微米至約10微米、或約0.1微米至約5微米範圍內。

將MU溶液逐滴添加至攪拌中之去離子水中，使得RMU形成為固體團塊。藉由傾析掉所有液體或藉由離心或藉由經由適宜過濾介質過濾來分離由此形成之固體RMU。在低於150°C之溫度下在減壓下在真空烘箱中進一步乾燥RMU。使RMU樣品之一部分經受生產雜質分析。

可重複上述製程直至每一剩餘生產雜質基於RMU之固體重量低於5000 ppb。為重複該製程，將固體RMU溶解於水可混溶溶劑系統中。

或者，將所形成之RMU沈澱物溶解於沸點為115°C或更高之另一有機溶劑中。該等其他有機溶劑之非限制性實例係2-庚酮、環戊酮、環己酮、1-甲氧基-2-丙醇、2-甲氧基乙醇、2-乙氧基乙醇、4-甲基-2-戊醇、乙二醇單異丙醚、2-丙氧基乙醇、2-丁氧基乙醇、2-乙氧基乙醚、2-丁氧基乙醚、二乙二醇單乙醚、二乙二醇單甲醚、二乙二醇二甲醚、乙酸1-甲氧基-2-丙基酯、乙酸2-乙氧基乙酯、1,2-二甲氧基乙烷乙酸乙酯、乙酸賽珞蘇(cellosolve acetate)、乳酸甲酯、乳酸乙酯、乙酸正丁基酯、丙酮酸甲酯、丙酮酸乙酯、3-甲氧基丙酸甲酯、3-甲氧基丙酸乙酯、四氫糠醇、四甘醇、

4-羥基-4-甲基-2-戊酮、4-甲基-2-戊酮、 γ -丁內酯、二甲亞砷、二甲基甲醯胺及N-甲基-2-吡咯啉酮。該等有機溶劑個別地或組合地選自上述列表。

在另一態樣中，MU之溶液係在包含至少一種水不可混溶有機溶劑之有機溶劑系統中提供。水不可混溶有機溶劑具有低至無的水可混溶性，使得MU溶液與水在靜止時形成兩個單獨相。混合該MU溶液與pH調節至約2至約5.5範圍內之去離子水，如上文所述。當停止混合時，有機相與水相分離。丟棄水相。由此形成之RMU保留在有機相中。使由此獲得之RMU溶液之一小部分經受生產雜質分析。

水不可混溶有機溶劑之非限制性實例係乙酸乙酯、乙酸丙基酯、乙酸丁基酯、乙酸1-甲氧基-2-丙基酯、正丁醇、4-甲基-2-戊醇、己烷、庚烷、甲苯、2-甲基四氫呋喃、2-丁酮、4-甲基-2-戊酮、2-庚酮、環戊酮、環己酮、甲基第三丁基醚及環戊基甲醚。該等水不可混溶有機溶劑可個別地或組合地選自上述列表。

RMU可分離為濃度範圍為約1重量%至約90重量%、或約15重量%至約85重量% (中間範圍)、或約25重量%至約80重量% (狹窄範圍)之溶液。

可重複上述製程直至每一剩餘生產雜質基於RMU之固體重量低於5000 ppb。為重複該製程，混合RMU溶液與pH調節至約2至約5.5範圍內之另一去離子水。

上述製程可有效地使生產雜質減少至基於針對每一生產雜質之RMU之總重量低於5000十億分率(ppb)、或低於1000 ppb、或低於500 ppb之量。在實施例中，該製程使總生產雜質含量減少至基於RMU之總重量低於500 ppm、或低於100 ppm或低於50 ppm。

提供形成RMU之製程之實施例的兩個態樣使每一生產雜質之減少量

佔初始生產雜質含量之至少15%或至少40%或至少75%。在實施例中，該製程使總生產雜質之減少量佔初始總生產雜質含量之至少15%或至少40%或至少75%。

以下實施例提供在用於製造半導體裝置之製程中使用包含RMU之組合物之製程。

通常採用圖案化基板及經摻雜圖案化基板來製造半導體裝置。

在另一實施例中提供形成圖案化基板之製程，其包含a) 提供RMU，b) 製備包含RMU之組合物，c) 提供基板，d) 將該組合物沈積在基板上，e) 在低於200°C之溫度下乾燥該組合物，f) 在包含RMU之膜中形成圖案，及g) 藉助蝕刻將該圖案轉移至基板以產生圖案化基板。

RMU闡述於上述實施例中。

包含RMU之組合物可藉由與諸如以下等添加劑混合來製備：觸媒或起始劑、單體、聚合物、染料或著色劑、表面活性劑或整平劑及助黏劑以及賦予沈積在基板上之組合物某些功能特徵之溶劑。舉例而言，起始劑或觸媒可用於誘導RMU中之結合反應。染料或敏化劑可用於調節包含RMU之所沈積組合物之吸光度，使得其在其經曝露之具體波長下吸收更多光。溶劑可用於賦予所沈積組合物成膜性質及調節所沈積組合物之厚度。

包含RMU之組合物中所用之觸媒或起始劑當藉由照射或熱活化時誘導RMU之反應性官能基之結合反應。組合物中所用之光活化觸媒或光起始劑係當所沈積組合物或所沈積組合物之一部分曝露於光下時，吸收曝露波長之光且能夠催化RMU及/或其他各種組份之結合反應的化合物。光起始劑之非限制性實例包括2-羥基-2-甲基-1-苯基丙-1-酮、1-羥基環己基苯基酮(Irgacure 184，來自Ciba Specialty Chemical)、1-羥基環己基苯基酮及

二苯甲酮之摻合物(Irgacure 500，來自Ciba Specialty Chemical)、2,4,4-三甲基戊基氧化膦(Irgacure 1800、1850及1700，來自Ciba Specialty Chemical)、2,2-二甲氧基1-2-苯乙酮(Irgacure 651，來自Ciba Specialty Chemical)、雙(2,4,6-三甲基苯甲醯基)苯基-氧化膦(Irgacure 819，來自Ciba Specialty Chemical)、(2,4,6-三甲基苯甲醯基)二苯基氧化膦(Lucerin TPO，來自BASF)、乙氧基(2,4,6-三甲基苯甲醯基)苯基氧化膦(Lucerin TPO-L，來自BASF)及氧化膦、 α -羥基酮及二苯甲酮衍生物之摻合物(ESACURE KTO46，來自Sartomer)。

光活化觸媒之實例係離子或非離子光致產酸劑，例如來自Aldrich目錄號526940之三氟甲磺酸三苯基鎂及以Irgacure PAG 103來自BASF之2-甲基- α -[2-[[[丙基磺醯基)氧基]亞胺基]-3(2H)-噻吩基亞基]-苯乙腈。

可用於在熱存在下誘導結合反應之觸媒或起始劑之非限制性實例包括(但不限於)有機過氧化物，例如過氧化苯甲醯、二醯基過氧化物、過氧化二碳酸酯、烷基過酸酯、烷基過氧化物、過縮酮、酮過氧化物及烷基氫過氧化物；偶氮化合物，例如偶氮二異丁腈及1,1'-偶氮雙(環己烷甲腈)；及熱產酸劑，例如甲苯磺酸環己基酯及來自King Industries之K-Cure 1040。

上述觸媒或起始劑可個別地或組合地使用。在採用觸媒或起始劑之實施例中，所用量高達約20重量%之RMU、或高達約10重量%之RMU、或高達約6重量%之RMU。

包含RMU之組合物可進一步包含含有至少兩個反應性官能基之預聚物單元(PU)。術語PU係指單體單元或寡聚物，其中寡聚物係指接合在一起之單體單元之組合。PU可含有許多單體單元且能夠進一步反應以納入最終

材料中。該等單體單元/寡聚物之實例係基於以下類型中之一或多者：丙烯酸酯、酯、乙烯醇、胺基甲酸酯、尿素、鹽亞胺、鹽胺、呋唑、碳酸酯、吡喃糖、矽氧烷、尿素-甲醛及三聚氰胺-甲醛。PU含有至少兩個末端及/或側基反應性官能基。該等官能基可參與與RMU之結合反應。該等末端及側基基團之實例係乙烯基、烯丙基、(甲基)丙烯酸酯基、環氧基、SiH基團及-SH基團。選擇用於此實施例之組合物之RMU及PU之重要準則在於其彼此相容。

PU之非限制性實例包括胺基甲酸酯丙烯酸酯寡聚物。術語胺基甲酸酯丙烯酸酯寡聚物係指一類含有胺基甲酸酯鍵且具有(甲基)丙烯酸酯官能基之化合物，例如胺基甲酸酯多(甲基)丙烯酸酯、多胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯及多胺基甲酸酯多(甲基)丙烯酸酯。胺基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯寡聚物之類型已闡述於Coady等人，美國專利第4,608,409號及Chisholm等人，美國專利第6,844,950號中，且以引用方式併入本文中。PU之其他非限制性實例包括1,6-己二醇二(甲基)丙烯酸酯、四乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、二乙烯基苯、乙氧基化雙酚-A-二(甲基)丙烯酸酯、二乙二醇雙(烯丙基碳酸酯)、三羥甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、二三羥甲基丙烷四(甲基)丙烯酸酯、新戊四醇三(甲基)丙烯酸酯、新戊四醇四(甲基)丙烯酸酯、二新戊四醇五-/六-(甲基)丙烯酸酯、異氰尿酸酯三(甲基)丙烯酸酯、雙(2-羥基乙基)-異氰尿酸酯二(甲基)丙烯酸酯、1,3-丁二醇二(甲基)丙烯酸酯、1,4-丁二醇二(甲基)丙烯酸酯、新戊二醇二(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸酯經改質尿素-甲醛、三聚氰胺-甲醛纖維素及具有乙烯基、烯丙基、(甲基)丙烯酸酯基或氫矽烷末端或側基官能基之矽氧烷。該等矽氧烷PU之非限制性實例包括乙烯基-、環氧化物-或(甲基)丙烯酸酯基-封端多面體寡聚倍半矽氧烷(POSS) (Hybrid

Plastics代碼OL1160、EP0409、MA0735及MA0736)、含乙烯基之矽氧烷(CAS 68083-19-2、68951-96-2、225927-21-9、67762-94-1、68083-18-1、597543-32-3、131298-48-1及29434-25-1及Geles代碼EDV-2025、VMS-005、VPE-005、VMS-T11、VTT-106及MTV-124)、含氫化物之矽氧烷(CAS 70900-21-9、68037-59-2、69013-23-6、63148-57-2、68988-57-8及24979-95-1及Gelest代碼HDP-111)。

在採用PU之實施例中，所用量高達約100重量%之RMU、或高達約50重量%之RMU、或高達約25重量%之RMU。

包含RMU之組合物亦可包含個別地或組合地選自以下各項之奈米粒子：表面經處理或未經處理之二氧化矽、氧化鈦、氧化鋅、二氧化鉛、CdSe、CdS、CdTe、氧化鋁、氧化鋇、氧化鎢及氧化鋇。

包含RMU之組合物可進一步包含僅含有一個反應性官能基之共單體。共單體之非限制性實例係(甲基)丙烯酸、(甲基)丙烯酸甲酯、(甲基)丙烯酸乙酯、(甲基)丙烯酸己基酯、(甲基)丙烯酸環己基酯、(甲基)丙烯酸2-乙基己基酯、(甲基)丙烯酸四氫糠基酯、(甲基)丙烯酸異茨基酯(甲基)丙烯酸羥乙酯。

包含RMU之組合物亦可包含介於約1重量%至約70重量%濃度範圍內之適宜溶劑。用於調配物之溶劑及其濃度之選擇主要端視納入RMU及/或其他各種組份中之官能基之類型及塗覆方法而定。溶劑應為惰性，應使所有組份溶解或均勻分散於組合物中，應不經歷與組份之任何化學反應且應可在塗覆後乾燥時移除。適宜溶劑之非限制性實例係2-丁酮、3-甲基-2-丁酮、4-羥基-4-甲基-2-戊酮、4-甲基-2-戊酮、2-庚酮、環戊酮、環己酮、1-甲氧基-2-丙醇、2-甲氧基乙醇、2-乙氧基乙醇、乙二醇單異丙醚、2-丙氧

基乙醇、2-丁氧基乙醇、4-甲基-2-戊醇、四甘醇、2-乙氧基乙醚、2-丁氧基乙醚、二乙二醇單乙醚、二乙二醇單甲醚、二乙二醇二甲醚、乙酸1-甲氧基-2-丙基酯、乙酸2-乙氧基乙酯、1,2-二甲氧基乙烷乙酸乙酯、乙酸賽珞蘇、乳酸甲酯、乳酸乙酯、乙酸正丁基酯、丙酮酸甲酯、丙酮酸乙酯、3-甲氧基丙酸甲酯、3-甲氧基丙酸乙酯、 γ -丁內酯、四氫糠醇、N-甲基-2-吡咯啉酮、二甲基甲醯胺、二甲亞碲、1,4-二噁烷、甲醇、乙醇、1-丙醇、2-丙醇及丁醇。

包含RMU之組合物係藉由組合RMU及任何其他適宜添加劑來製備。上文實施例中所述之製程包含藉由混合該組合物中所用之適宜比例之不同組份來調配直至獲得均質溶液。該組合物可藉由微濾、超濾及奈米過濾技術來過濾。適宜過濾介質之非限制性實例包括PTFE、耐綸(nylon)、聚丙烯、表面經處理之聚乙烯或聚丙烯等。標稱孔徑可介於約0.001微米至約5微米範圍內。

基板個別地或組合地包含至少一種來自由以下組成之群之元素：Si、O、N、Al、Cu、C、Ga、Ge、As、Zn及W。所用適宜基板之非限制性實例包括矽、氧化矽、氮化矽、氧氮化矽、砷化鎵、碳化矽、鋁、氧化鋁、氮化鋁、銅、鎢、玻璃、纖維強化玻璃、ITO塗覆之玻璃、石英、銦錫氧化物及氮化鈦。基板可經拋光、粗糙、預圖案化、塗覆有導電墨水或經摻雜。基板可具有一個以上之層，例如，可在沈積包含包括RMU之組合物之膜之前將有機或交聯有機膜、含矽層或無機硬遮罩沈積在基板表面上。

包含RMU之組合物係使用任一習用方法沈積在基板上。塗覆方法之非限制性實例係旋塗、噴塗、浸塗、刀或刮刀塗覆、狹縫式塗覆、層壓及乾膜層壓。該組合物可以三維物體之膜或物件形式沈積。包含RMU之膜之典

型厚度為約10 nm至約幾毫米。

乾燥包含RMU之組合物將形成均勻的無缺陷塗層或膜。乾燥步驟之實例係在介於約40°C至200°C範圍內之溫度下將基板加熱約幾秒至幾分鐘。包含RMU之膜之膜厚度範圍之非限制性實例介於1 nm與約1 mm之間、或介於5 nm與約500微米之間、或介於10 nm與約200微米之間。

包含RMU之膜中之圖案可經由遮罩、光罩或模具將包含RMU之膜曝露於輻射源下來形成。曝露亦可藉由直接寫入來進行。在曝露後，包含RMU之膜之曝露於輻射下之部分變得不溶於顯影劑。使用適宜顯影劑移除該組合物之未曝露部分。

曝露後，可使包含RMU之膜另外經受一個或多個低於1400°C之溫度下之烘焙步驟或暴露於電漿或離子束源下之步驟。舉例而言，可在低於200°C之溫度下烘焙包含RMU之經曝露膜然後顯影，隨後在顯影後可加熱至350°C之溫度。

光化輻射之實例係光(約0.01 nm至約600 nm之寬帶或特定波長)及熱。輻射源之非限制性實例可個別地或組合地選自波長高於300 nm之寬帶光、波長為約405 nm之g線、波長為約365 nm之i線、波長為248 nm及193nm之深紫外光、電子束、X射線束或極紫外光。

總曝露時間端視輻射之強度、厚度及包含RMU之膜之性質而變化。曝露時間可端視輻射之功率而變化。曝露時間可自1毫秒至約30分鐘、或自約1毫秒至約15分鐘、或自1秒至約5分鐘變化。無論RMU之膜在蒸發溶劑部分後係呈含溶劑狀態抑或呈無溶劑狀態，皆可曝露於輻射下。

可藉由噴霧、浸漬或攪煉將顯影劑施加至基板。與顯影劑之總接觸時間可自幾秒至幾分鐘變化。溶解組合物之未曝露區域所需之時間將端視非

水性溶劑或水溶液之類型而定。用作顯影劑之溶劑之非限制性實例包括非水性溶劑，例如醚、酯、酮及醇。非水性溶劑之非限制性實例可個別地或組合地選自2-丁酮、3-甲基-2-丁酮、4-甲基-2-戊酮、4-羥基-4-甲基-2-戊酮、2-庚酮、環戊酮、環己酮、1-甲氧基-2-丙醇、2-甲氧基乙醇、2-乙氧基乙醇、4-甲基-2-戊醇、乙二醇單異丙醚、2-丙氧基乙醇、2-丁氧基乙醇、2-乙氧基乙醚、2-丁氧基乙醚、二乙二醇單乙醚、二乙二醇單甲醚、二乙二醇二甲醚、乙酸1-甲氧基-2-丙基酯、乙酸2-乙氧基乙酯、1,2-二甲氧基乙烷乙酸乙酯、乙酸賽珞蘇、乳酸甲酯、乳酸乙酯、乙酸正丁基酯、丙酮酸甲酯、丙酮酸乙酯、3-甲氧基丙酸甲酯、3-甲氧基丙酸乙酯、 γ -丁內酯、二甲亞砷、二甲基甲醯胺、四甘醇、四氫糠醇、N-甲基-2-吡咯啉酮、1,4-二噁烷、甲醇、乙醇、1-丙醇、2-丙醇及丁醇。

水性顯影劑之非限制性實例包括四甲基氫氧化銨、氫氧化鉀、碳酸鈉及鹽酸於水中之溶液。

或者，包含RMU之膜中之圖案可直接藉由使用波長低於450 nm之雷射光源燒蝕來生成。在該情形下，該組合物之吸光度需要足以直接在光之工作波長下吸收。所需吸光度端視諸如波長及通量等參數而定。

用於轉移圖案之蝕刻之非限制性實例係乾式蝕刻及濕式蝕刻。蝕刻可以單一或多個步驟進行。

乾式蝕刻可為藉由電漿之材料之物理移除、藉由氣體之材料之化學移除或物理及化學移除之組合(稱為反應性離子蝕刻(RIE))。乾式蝕刻可包括一或多種氣體、一或多種反應性離子、一或多種電漿或其組合，其足以以快於精製含金屬三維層之蝕刻速率蝕刻或移除下伏基板之材料。用於乾式蝕刻中之試劑之非限制性實例個別地或組合地選自氧、氮、氬、氫氟酸及

鹵化氣體(例如 CHF_3 (三氟甲烷)、 CF_4 (四氟甲烷)、 C_4F_8 (八氟環丁烷)、 Cl_2 (氯)、 SF_6 (六氟化硫)及 BCl_3 (三氯化硼))。乾式蝕刻涉及電漿中之氣體以及感應耦合電漿(ICP)條件。

濕式蝕刻涉及與選擇性移除材料或基板之液體接觸。用於濕式蝕刻製程中之試劑之非限制性實例包括鹼、礦物酸或有機酸及有機溶劑。該等試劑可個別地或組合地使用。舉例而言，鹼或礦物酸可經有機溶劑(例如二甲亞碲、*n*-甲基吡咯啉酮、四氫糠醇等)稀釋。該等試劑可加熱或處於室溫下。

所用蝕刻之類型、所用試劑之類型及所用蝕刻步驟之數量端視所涉及基板之層及組合物之性質而定。

該製程之一種描述示意性圖解說明於圖1中。參照圖1，基板**100**個別地或組合地包含至少一種來自由以下組成之群之元素：Si、O、N、Al、Cu、C、Ga、Ge、As、Zn及W。將包含RMU之組合物以膜形式施加至基板且加熱以移除任何殘餘溶劑或揮發物。經由遮罩、光罩或模具曝露於光源後，使用顯影劑來移除包含RMU之膜之未曝露部分，以獲得圖案化之包含RMU之膜**101**。藉由乾式蝕刻或濕式蝕刻技術將圖案轉移至下伏基板**100**。獲得圖案化基板**102**。可藉由任一蝕刻技術移除任何剩餘包含RMU之膜。

此製程之一種描述示意性圖解說明於圖2中。參照圖2，基板**200**個別地或組合地包含至少一種來自由以下組成之群之元素：Si、O、N、Al、Cu、C、Ga、Ge、As、Zn及W。將有機層**201**以膜形式施加至基板。藉由使有機層之膜經受熱或光使其不溶於有機溶劑或水性顯影劑。將包含RMU之組合物以膜形式沈積在有機層之頂部上。加熱包含RMU之膜以移除任何殘餘溶劑或揮發物。經由遮罩、光罩或模具曝露於光源後，使用顯影劑移

除包含RMU之膜之未曝露部分，以獲得圖案化之包含RMU之膜**202**。藉由乾式蝕刻或濕式蝕刻技術將包含RMU之膜**202**之圖案進一步轉移至下伏有機層**201**。獲得圖案化有機層**203**。可藉由任一蝕刻技術來移除任何剩餘包含RMU之膜。藉由乾式蝕刻或濕式蝕刻技術將圖案化有機層**203**之圖案進一步轉移至下伏基板**200**。獲得圖案化基板**204**。藉由任一蝕刻技術來移除任何剩餘有機層。

有機層**201**係任一成膜組合物。選擇該有機層之準則係基於其與包含RMU之膜及下伏基板之相關蝕刻選擇性。有機層亦可用於其他目的，例如控制來自下伏基板之光之反射及提供保形或平坦化塗層以覆蓋下伏基板中所存在之任何輪廓。有機層之膜厚度介於約5 nm至約500微米範圍內。有機層之非限制性實例係包含交聯聚羥基苯乙烯之膜。

或者，包含RMU之膜中之圖案可藉由包含以下之製程來生成：1) 提供光阻劑，2) 將該光阻劑沈積在包含RMU之膜上，3) 在低於200℃之溫度下乾燥該光阻劑，4) 在該光阻劑膜中形成圖案，及5) 藉助蝕刻將該圖案轉移至包含RMU之膜。

藉由在步驟1之前使包含RMU之膜經受熱或光使該膜不溶於有機溶劑或水性顯影劑。

所提供之光阻劑可為正型或負型光阻劑。光阻劑端視輻射源之類型而定。光阻劑之非限制性實例包括基於酚醛清漆、聚羥基苯乙烯、丙烯酸系物、PMMA、環氧基、環狀烯烴、氟聚合物、倍半矽氧烷、聚苯并噁唑及聚醯亞胺之平臺。可使用任一習用方法將光阻劑沈積在包含RMU之膜上。塗覆方法之非限制性實例係旋塗、噴塗、浸塗、刀或刮刀塗覆、狹縫式塗覆、層壓及乾膜層壓。

在實施例中，利用乾燥光阻劑來除去任何有機溶劑或其他揮發性材料以形成均勻的無缺陷膜。乾燥光阻劑之一實例係在介於約40℃至200℃範圍內之溫度下將基板加熱幾秒至幾分鐘。光阻劑之典型膜厚度介於約5 nm至約500微米之間。

光阻劑膜中之圖案可經由透過遮罩、光罩或模具將光阻劑膜曝露於輻射源來形成。曝露亦可藉由直接寫入來進行。在正型光阻劑之情形下，藉由顯影劑移除光阻劑膜之曝露部分。在負型光阻劑之情形下，藉由顯影劑移除光阻劑膜之未曝露部分。顯影劑之非限制性實例係有機溶劑及四甲基氫氧化銨水溶液。

藉由蝕刻將光阻劑膜之圖案轉移至包含RMU之膜。用於轉移圖案之蝕刻之非限制性實例係上述乾式蝕刻及濕式蝕刻。蝕刻可以單一或多個步驟進行。

此製程之一種描述示意性圖解說明於圖3中。參照圖3，基板**300**個別地或組合地包含至少一種來自由以下組成之群之元素：Si、O、N、Al、Cu、C、Ga、Ge、As、Zn及W。將包含RMU之組合物以膜**301**之形式施加至下伏基板。將包含RMU之膜加熱或曝露於光源，以使得該膜不溶於有機溶劑或水性顯影劑。將光阻劑膜**302**施加在包含RMU之膜之頂部上。在加熱移除任何殘餘溶劑或揮發物後，使該光阻劑膜透過遮罩、光罩或模具曝露於光源。使用顯影劑移除光阻劑膜之曝露部分或光阻劑膜(負型)之未曝露部分，以獲得圖案化光阻劑膜**303**。藉由乾式蝕刻或濕式蝕刻技術將光阻劑膜**303**之圖案轉移至包含RMU之膜**301**。獲得圖案化之包含RMU之膜**304**。可藉由任一蝕刻技術來移除任何殘餘光阻劑層。藉由乾式蝕刻或濕式蝕刻技術將圖案化之包含RMU之膜**304**之圖案進一步轉移至下伏基板

300。獲得圖案化基板**305**。可藉由任一蝕刻技術來移除任何剩餘包含RMU之膜。

此製程之一種描述示意性圖解說明於圖4中，參照圖4，基板**400**個別地或組合地包含至少一種來自由以下組成之群之元素：Si、O、N、Al、Cu、C、Ga、Ge、As、Zn及W。將有機底層**401**施加至基板。藉由使有機層經受加熱或曝露於光源下之步驟使其不溶於有機溶劑或水性顯影劑。將包含RMU之組合物**402**以膜形式施加至下伏基板。藉由使包含RMU之膜**402**經受加熱或曝露於光源下使其不溶於有機溶劑或水性顯影劑。將光阻劑膜**403**施加至下伏包含RMU之膜。加熱光阻劑膜以移除殘餘溶劑或揮發物。經由遮罩、光罩或模具將該光阻劑膜曝露於光源下。使用顯影劑移除膜(正型)之曝露部分或膜(負型)之未曝露部分，以獲得圖案化光阻劑膜**404**。藉由乾式蝕刻或濕式蝕刻技術將圖案化光阻劑膜**404**之圖案轉移至下伏包含RMU之膜**402**。獲得圖案化之包含RMU之膜**405**。可藉由任一蝕刻技術來移除任何剩餘光阻劑膜。在後續步驟中，藉由蝕刻將圖案化之包含RMU之膜**405**之圖案進一步轉移至下伏有機層**401**。獲得圖案化有機層**406**。可藉由任一蝕刻技術來移除任何剩餘包含RMU之膜**405**。隨後，藉由乾式蝕刻或濕式蝕刻技術將圖案化有機層**406**之圖案轉移至基板**400**。獲得圖案化基板**407**。任何殘餘有機層可藉由任一蝕刻技術來移除任何殘餘有機層。

在另一實施例中提供形成經摻雜圖案化基板之製程。該製程包含a) 提供RMU，b) 製備包含RMU之組合物，c) 提供基板，d) 將該組合物沈積在基板上，e) 在低於200℃之溫度下乾燥該組合物，f) 在包含RMU之膜中形成圖案，及g) 使用反應性離子束將摻雜劑沈積至基板之經曝露部分中。

RMU、包含RMU之組合物及基板係如上文所述。沈積及乾燥步驟係如上文所述。包含RMU之膜中之圖案可藉由任一上述製程來形成。

離子植入藉由反應性離子束將摻雜劑引入經曝露下伏基板。所用摻雜劑之非限制性實例係磷、硼、砷、銻、鋁、鎵及銮之離子。下伏基板之非限制性實例係碳化矽。

具有圖案化之包含RMU之膜之經摻雜基板可在移除該圖案化膜之前進一步烘焙或退火。典型烘焙溫度係約200℃至約1400℃。

可藉由乾燥或濕式蝕刻移除剩餘包含RMU之膜。舉例而言，可使用5%氫氟酸溶液來移除剩餘包含RMU之膜。

在基板之包含RMU之膜之圖案化部分下方不存在摻雜劑。

此製程之一種描述示意性圖解說明於圖5中。參照圖5，提供基板**500**，其個別地或組合地包含至少一種來自由以下組成之群之元素：Si、O、N、Al、Cu、C、Ga、Ge、As、Zn及W。將包含RMU之組合物以膜形式施加至基板。加熱包含RMU之膜以移除任何殘餘溶劑或揮發物。經由遮罩、光罩或模具曝露於光源後，使用顯影劑來移除包含RMU之膜之未曝露部分以生成圖案化之包含RMU之膜**501**。反應性離子束以足以穿透基板之能量使摻雜劑沈積至基板**500**之未經圖案化之包含RMU之膜**501**覆蓋之區域中，從而形成基板之經摻雜區域**502**。獲得經摻雜基板**505**。可藉由任一蝕刻技術來移除包含RMU之膜之剩餘部分。

實例

以下實例展示精製含金屬化合物中生產雜質之減少。

生產雜質分析：以ppb水準藉由ICP-MS或GFAA分析2 g RMU固體或溶液樣品之金屬含量。

比較實例1

羧乙基丙烯酸鋅(60 wt%於丙醇中)之生產雜質分析含有2,060,000 ppb或0.2%鈉、27,000 ppb鉀、847,000 ppb鋁、2,600 ppb鐵及2,800 ppb鋅。

實例1

將丙烯酸鋅(50 g, 20 wt%於甲醇中)之溶液逐滴添加至用1 L聚丙烯燒杯中之丙烯酸(500 mL)調節至pH 4之去離子水之攪拌溶液中。在真空(400 mbar)下在1 L濾瓶上，使用具有11微米濾紙之聚丙烯布赫納漏斗(Buchner funnel)藉由真空過濾分離丙烯酸鋅沈澱物。在10 mbar下在真空烘箱中在70°C下將沈澱物乾燥2小時。

在此實例中，該製程使生產雜質減少至丙烯酸鋅中之1,100 ppb鈉及700 ppb鐵。

實例2

經由1.0微米PTFE針筒過濾器過濾羧乙基丙烯酸鋁(20 g, 60 wt%於1-丁醇中)之溶液，然後逐滴添加至用600 mL聚丙烯燒杯中之丙烯酸2-羧乙基酯(200 mL)調節至pH 4之去離子水之攪拌溶液中。藉由使沈澱物沉降、然後傾析水性液體來分離羧乙基丙烯酸鋁沈澱物。將沈澱物溶解於1-甲氧基-2-丙醇(40 wt%)中且在60°C下在真空至10 mbar下蒸餾直至溶液為60 wt%。

在此實例中，該製程使生產雜質減少至羧乙基丙烯酸鋁中初始鈉含量之50%、初始鐵含量之65%及初始銅含量之40%。

實例3

經由8.0微米濾紙過濾羧乙基丙烯酸鋅(200 g, 60 wt%於1-丙醇中)之

溶液，然後逐滴添加至用4 L聚丙烯燒杯中之丙烯酸2-羧乙基酯(2000 mL)調節至pH 4之去離子水之攪拌溶液中。藉由使沈澱物沉降來分離羧乙基丙烯酸鋅沈澱物，然後傾析含有酸化去離子水之液體部分。在10 mbar下在真空烘箱中在60°C下將沈澱物乾燥2小時。

在此實例中，該製程使生產雜質減少至羧乙基丙烯酸鋅中之900 ppb鈉、750 ppb鐵及170 ppb銅。

實例4

將羧乙基丙烯酸鋅(100 g, 60 wt%於1-丁醇中)之溶液溶解於1-丁醇(300 g)中。添加用丙烯酸2-羧乙基酯(100 g)調節至pH 4之去離子水且將混合物攪拌20分鐘。分離兩相後，移除水相(75 g)。在60°C下在真空至10 mbar下蒸餾有機相直至溶液為1-丁醇中之60 wt%。經由1.0微米PTFE膜過濾器過濾羧乙基丙烯酸鋅溶液。

在此實例中，該製程使生產雜質減少至羧乙基丙烯酸鋅中初始鈉含量之85%及初始鐵含量之60%。

實例5

將羧乙基丙烯酸鈣(100 g, 60 wt%於1-丁醇中)之溶液溶解於1-丁醇及乙酸乙酯(300 g)中。添加用丙烯酸2-羧乙基酯(100 g)調節至pH 4之去離子水且將混合物攪拌20分鐘。分離兩相後，移除水相(75 g)。在40°C-60°C下在真空至10 mbar下蒸餾有機相直至溶液為1-丁醇中之60 wt%。

在此實例中，該製程使生產雜質減少至羧乙基丙烯酸鈣中1,200 ppb鈉、960 ppb鉀、4,800 ppb銅、1,200 ppb鈣、1,680 ppb鐵、120 ppb鋅且無可檢測量之鉻、鎂或錳。

實例6

將實例4中所述之精製羧乙基丙烯酸鋅溶解於1-甲氧基-2-丙醇及乙酸1-甲氧基-2-丙基酯之溶劑組合中。將光起始劑添加至溶液(1-羥基-環己基-苯基-酮，Irgacure 184，來自Ciba Specialty Chemicals及雙(2,4,6-三甲基苯甲醯基)-苯基氧化膦，Irgacure 819，來自Ciba Specialty Chemicals)中。攪拌後所得混合物係均質的。經由0.1微米PTFE針筒過濾器過濾均質溶液。

在拋光側具有380 nm厚度之氧化矽層之100 mm矽晶圓係基板。將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物旋塗至氧化矽層上。在100°C下將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物乾燥60秒且膜厚度經量測為200 nm。經由Karl Suss MJB3寬帶遮罩對準曝露機上之接觸光罩使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜曝露。用1-甲氧基-2-丙醇對包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜之未曝露區域顯影。

在此實例中，提供精製羧乙基丙烯酸鋅且藉由與起始劑混合將其製備成組合物。使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物沈積以在氧化矽塗覆之矽晶圓上形成膜，在低於200°C之溫度下乾燥膜且經由遮罩曝露於光源下。用有機溶劑顯影劑對包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜顯影。產生5微米之圖案解析度。

實例7

用C₄F₈及O₂反應性離子蝕刻(RIE)氣體之組合蝕刻含有實例6中所述之包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜之晶圓的一部分以移除所曝露之下伏氧化矽層。精製羧乙基丙烯酸鋅膜之蝕刻速率為0.58 nm/s，且所曝露下伏氧化矽層之蝕刻速率為2.58 nm/s。

在此實例中，圖案化氧化矽基板係藉由乾式蝕刻轉移實例6中包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜中之圖案來形成。

實例8

在250℃下將含有實例6中所述之包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜之晶圓的另一部分烘焙5分鐘，然後用C₄F₈及O₂ RIE氣體之組合進行電漿蝕刻以移除所曝露下伏氧化矽層。包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜之蝕刻速率為0.00 nm/s，且所曝露下伏氧化矽之蝕刻速率為2.58 nm/s。

在此實例中，圖案化氧化矽基板係藉由首先加熱實例6之包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜、然後藉由乾式蝕刻轉移圖案來形成。包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜之蝕刻速率進一步減小。

實例9

將實例4中所述之精製羧乙基丙烯酸鋅溶解於1-甲氧基-2-丙醇及乙酸1-甲氧基-2-丙基酯之溶劑組合中。將光起始劑添加至溶液(雙(2,4,6-三甲基苯甲醯基)-苯基氧化膦，Irgacure 819，來自Ciba Specialty Chemicals)中。攪拌後所得混合物係均質的。經由0.2微米PTFE針筒過濾器過濾均質溶液。將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物旋塗至50 mm矽晶圓基板上。在90℃下將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物乾燥120秒且膜厚度經量測為150 nm。用Raith e束寫入器10 keV工具以曝露劑量0.22 pC使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜曝露。用1-甲氧基-2-丙醇對包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜之未曝露區域顯影。

在此實例中，提供精製羧乙基丙烯酸鋅且藉由與起始劑混合將其製備成組合物。使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物沈積以在矽晶圓上形成膜，在低於200℃之溫度下乾燥膜且曝露於直接寫入e束源下。用有機溶劑顯影劑對包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜顯影。藉由直接寫入形成250 nm之圖案解析度。

實例10

將實例4中所述之精製羧乙基丙烯酸鋅溶解於1-甲氧基-2-丙醇及乙酸1-甲氧基-2-丙基酯之溶劑組合中。攪拌後所得混合物係均質的。經由0.2微米PTFE針筒過濾器過濾均質溶液。將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物旋塗至50 mm矽晶圓基板上。在90℃下將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物乾燥120秒且膜厚度經量測為150 nm。用Raith e束寫入器10 keV工具以曝露劑量0.22 pC使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜曝露。用1-甲氧基-2-丙醇對包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜之未曝露區域顯影。

在此實例中，提供精製羧乙基丙烯酸鋅且製備成不含起始劑之組合物。使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物沈積以在矽晶圓上形成膜，在低於200℃之溫度下乾燥膜且曝露於直接寫入e束源下。用有機溶劑顯影劑對包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜顯影。藉由直接寫入形成250 nm之圖案解析度。

實例11

將實例4中所述之精製羧乙基丙烯酸鋅溶解於1-甲氧基-2-丙醇及乙酸1-甲氧基-2-丙基酯之溶劑組合中。將光起始劑添加至溶液(2,4,6-三甲基苯甲醯基-二苯基氧化膦，Lucerin TPO，來自BASF)中。攪拌後所得混合物係均質的。經由1.0微米PTFE針筒過濾器過濾均質溶液。

將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物旋塗至100 mm矽晶圓基板上。在100℃下將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物乾燥60秒且膜厚度經量測為100 nm。用過濾至10%之405 nm直接寫入雷射使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜曝露。用1-甲氧基-2-丙醇對包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜之未曝露區域顯影。

在此實例中，提供精製羧乙基丙烯酸鋅且藉由與起始劑混合將其製備成組合物。使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物沈積以在矽晶圓上形成膜，在低於200°C之溫度下乾燥膜且曝露於直接寫入光源下。用有機溶劑顯影劑對包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜顯影。藉由直接寫入形成600 nm之圖案解析度。

實例12

將實例4中所述之精製羧乙基丙烯酸鋅溶解於1-甲氧基-2-丙醇及乙酸1-甲氧基-2-丙基酯之溶劑組合中。將光起始劑添加至溶液(1-羥基-環己基-苯基-酮，Irgacure 184，來自Ciba Specialty Chemicals及雙(2,4,6-三甲基苯甲醯基)-苯基氧化膦，Irgacure 819，來自Ciba Specialty Chemicals)中。攪拌後所得混合物係均質的。經由0.2微米PTFE針筒過濾器過濾均質溶液。

100 mm矽晶圓係基板。將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物旋塗至基板上。在110°C下將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物乾燥60秒且膜厚度經量測為500 nm。將通量為250 mJ/cm²且頻率為100Hz之波長308 nm雷射用於鏡掃描加工方法中。

在此實例中，提供精製羧乙基丙烯酸鋅且藉由與起始劑混合將其製備成組合物。使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物沈積以在矽晶圓上形成膜，在低於200°C之溫度下乾燥膜且暴露於熱源下。然後使用遮罩藉由雷射剝蝕將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜圖案化，以獲得5微米之圖案解析度。

實例13

將實例4中所述之精製羧乙基丙烯酸鋅溶解於1-甲氧基-2-丙醇、正丙醇及乙酸1-甲氧基-2-丙基酯之溶劑組合中。將熱起始劑添加至溶液(過氧化苯甲醯，來自Sigma-Aldrich)中。攪拌後所得混合物係均質的。經由0.1微

米PTFE針筒過濾器過濾均質溶液。

在拋光側具有200 nm厚度之氧化矽層之300 mm矽晶圓係基板。將在氧化矽側上類似於Reichmanis, E.及Thompson, L.F. 「Polymer materials for microlithography」 Chem. Rev. 第89卷，1989，第1273-1289頁中所述之塗層之底部抗反射塗層旋塗、乾燥且交聯為有機層，且膜厚度經量測為130 nm。將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物旋塗在有機層之頂部上。在120°C下乾燥包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜，然後在225°C下烘焙達30 nm之膜厚度。在1 MHz下藉由汞探針量測包含RMU之膜之介電常數。介電常數經量測為11.76 (系列)及11.75 (平行)。將類似於Sanders, D.P. 「Advances in patterning materials for 193 nm immersion lithography」 Chem. Rev.，第110卷，2010，第312-360頁中所述之光阻劑的對193 nm光敏感之負型浸沒光阻劑旋塗在包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜之頂部上。將光阻劑乾燥成75 nm厚度之膜且在193 nm浸沒條件下曝露，然後用乙酸正丁基酯對未曝露區域顯影。

在此實例中，提供精製羧乙基丙烯酸鋅且藉由與起始劑混合將其製備成組合物。使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物沈積以在有機層覆蓋之矽晶圓上形成膜，在低於200°C之溫度下乾燥膜且在低於1400°C之溫度下暴露於熱源下。提供光阻劑且將其沈積在包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜上。將光阻劑曝露於光源下且用水性顯影劑顯影。產生50 nm之圖案解析度。

實例14

用CHF₃及O₂ RIE氣體(分別45 sccm及5 sccm，40毫托，150 W)之組合蝕刻實例13中所述之包含精製羧乙基丙烯酸鋅之經曝露下伏膜。包含精製羧乙基丙烯酸鋅之經曝露下伏膜之蝕刻速率為0.17 nm/s，且圖案化光阻

劑膜之蝕刻速率為0.00 nm/s。

用O₂ RIE氣體(10 sccm，10毫托，50 W)蝕刻經曝露下伏有機層。經曝露下伏有機層之蝕刻速率為0.70 nm/s，圖案化光阻劑膜之蝕刻速率為0.75 nm/s，且經曝露包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜之蝕刻速率為0.03 nm/s。

用C₄F₈及O₂ RIE氣體(分別45 sccm及5 sccm，10毫托，29 W及ICP 3500 W)之組合蝕刻經曝露下伏氧化矽層。經曝露下伏氧化矽層之蝕刻速率為2.58 nm/s。圖案化之包含RMU之膜之蝕刻速率為0.58 nm/s。用O₂ RIE氣體蝕刻會移除任何痕量有機層。

在此實例中，基板頂部之圖案化有機層係藉由乾式蝕刻將實例13中光阻劑中之圖案轉移至包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜中、然後藉由乾式蝕刻將圖案轉移至有機層中來形成。藉由乾式蝕刻將圖案轉移至基板之氧化矽層中。

實例15

將實例3中所述之精製羧乙基丙烯酸鋅溶解於1-甲氧基-2-丙醇、正丙醇及乙酸1-甲氧基-2-丙基酯之溶劑組合中。將光起始劑添加至溶液(1-羥基-環己基-苯基-酮，Irgacure 184，來自Ciba Specialty Chemicals及雙(2,4,6-三甲基苯甲醯基)-苯基氧化膦，Irgacure 819，來自Ciba Specialty Chemicals)中。攪拌後所得混合物係均質的。經由0.2微米PTFE針筒過濾器過濾均質溶液。

將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物旋塗至100 mm石英晶圓基板上。在110°C下乾燥包含RMU之組合物且膜厚度經量測為440 nm。經由Karl Suss MJB3遮罩對準曝露機上之接觸光罩使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜

曝露。用1-甲氧基-2-丙醇對包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜之未曝露區域顯影。

在此實例中，提供精製羧乙基丙烯酸鋅且藉由與起始劑混合將其製備成組合物。使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物沈積以在石英晶圓上形成膜，在低於200℃之溫度下乾燥膜且經由遮罩曝露於光源下。用1-甲氧基-2-丙醇對圖案化之包含RMU之膜顯影。產生1英吋之圖案解析度。

實例16

在190 keV、150 μ A下向實例15中所述之經曝露下伏石英晶圓及包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜植入 5.00×10^{15} 個 $^{31}\text{P}^+$ 離子/ cm^2 。包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜在植入期間未裂縫或消失，此指示摻雜離子之滲入未引起損傷。藉由礦物酸移除包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜。藉由EDX探針分析先前經包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜覆蓋之石英晶圓區域，且未檢測到磷，此指示無摻雜劑滲入石英晶圓。

在此實例中，經摻雜圖案化石英晶圓係藉由離子植入使摻雜劑沈積通過實例15中包含RMU之膜中之圖案來形成。

實例17

將實例3中所述之精製羧乙基丙烯酸鋅溶解於1-甲氧基-2-丙醇、正丙醇及乙酸1-甲氧基-2-丙基酯之溶劑組合中。將光起始劑添加至溶液(1-羥基-環己基-苯基-酮，Irgacure 184，來自Ciba Specialty Chemicals及雙(2,4,6-三甲基苯甲醯基)-苯基氧化膦，Irgacure 819，來自Ciba Specialty Chemicals)中。攪拌後所得混合物係均質的。經由1.0微米PTFE針筒過濾器過濾均質溶液。

將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物旋塗至100 mm矽晶圓基板上。

在110℃下乾燥包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物且膜厚度經量測為690 nm。經由Karl Suss MJB3遮罩對準曝露機上之接觸光罩使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜曝露。用1-甲氧基-2-丙醇對包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜之未曝露區域顯影。

在此實例中，提供精製羧乙基丙烯酸鋅且藉由與起始劑混合將其製備成組合物。使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物沈積以在矽晶圓基板上形成膜，在低於200℃之溫度下乾燥膜且經由遮罩曝露於光源下。用1-甲氧基-2-丙醇對包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜顯影。產生1英吋之圖案解析度。

實例18

在250℃下將實例17中所述之包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜烘焙20分鐘。在190 keV、150 μ A下向經曝露下伏矽晶圓及包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜植入 5.00×10^{15} 個 $^{31}\text{P}^+$ 離子/ cm^2 。包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜在植入期間未裂縫或消失，此指示無摻雜劑滲入先前經包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜覆蓋之矽晶圓區域中。然後在400℃下將樣品烘焙10分鐘，且用緩衝氧化物蝕刻溶液自圖案化經摻雜矽晶圓移除包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜。

在此實例中，經摻雜圖案化矽晶圓係藉由離子植入使 $^{31}\text{P}^+$ 離子沈積通過實例17中包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜中之圖案來形成。藉由濕式蝕刻移除包含精製羧乙基丙烯酸鋅之殘餘膜。基板之先前經包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜覆蓋之區域未經摻雜。

實例19

將實例3中所述之精製羧乙基丙烯酸鋅溶解於1-甲氧基-2-丙醇、正丙

醇及乙酸1-甲氧基-2-丙基酯之溶劑組合中。將光起始劑添加至溶液(1-羥基-環己基-苯基-酮，Irgacure 184，來自Ciba Specialty Chemicals及雙(2,4,6-三甲基苯甲醯基)-苯基氧化膦，Irgacure 819，來自Ciba Specialty Chemicals)中。攪拌後所得混合物係均質的。經由1.0微米PTFE針筒過濾器過濾均質溶液。

將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物旋塗至100 mm矽晶圓基板上。在110°C下乾燥包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物且膜厚度經量測為580 nm。經由Karl Suss MJB3遮罩對準曝露機上之接觸光罩使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜曝露。用1-甲氧基-2-丙醇對包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜之未曝露區域顯影。

在此實例中，提供精製羧乙基丙烯酸鋅且藉由與起始劑混合將其製備成組合物。使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物沈積以在矽晶圓上形成膜，在低於200°C之溫度下乾燥膜且經由遮罩曝露於光源下。用1-甲氧基-2-丙醇對圖案化之包含RMU之膜顯影。產生1英吋之圖案解析度。

實例20

在600°C下將實例19中所述之包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜烘焙5分鐘。在150 keV、250 μ A下在650°C之加熱階段向經曝露下伏矽晶圓及包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜植入 5.00×10^{16} 個 $^{27}\text{Al}^+$ 離子/ cm^2 。包含精製羧乙基丙烯酸鋅之圖案化膜在植入期間未裂縫或消失，此指示無摻雜劑滲入先前經包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜覆蓋之矽晶圓區域中。

在此實例中，經摻雜圖案化矽晶圓係藉由離子植入使摻雜劑沈積通過實例19中包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜中之圖案來形成。藉由濕式蝕刻移除包含精製羧乙基丙烯酸鋅之殘餘膜。基板之先前經包含精製羧乙基丙烯酸

酸鋅之膜覆蓋之區域未經摻雜。

實例21

混合實例3中所述之精製羧乙基丙烯酸鋅與丙烯醯基封端POSS (43重量%之精製羧乙基丙烯酸鋅)，然後將其溶解於1-甲氧基-2-丙醇、正丙醇及乙酸1-甲氧基-2-丙基酯之溶劑組合中。將光起始劑添加至溶液(1-羥基-環己基-苯基-酮，Irgacure 184，來自Ciba Specialty Chemicals及雙(2,4,6-三甲基苯甲醯基)-苯基氧化膦，Irgacure 819，來自Ciba Specialty Chemicals)中。攪拌後所得混合物係均質的。經由0.2微米PTFE針筒過濾器過濾均質溶液。

將包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物旋塗至100 mm石英晶圓基板上。在110°C下乾燥包含RMU之組合物且膜厚度經量測為710 nm。經由Karl Suss MJB3遮罩對準曝露機上之接觸光罩使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜曝露。用1-甲氧基-2-丙醇對包含精製羧乙基丙烯酸鋅之膜之未曝露區域顯影。

在此實例中，提供精製羧乙基丙烯酸鋅且藉由與起始劑混合將其製備成組合物。使包含精製羧乙基丙烯酸鋅之組合物沈積以在石英晶圓上形成膜，在低於200°C之溫度下乾燥膜且經由遮罩曝露於光源下。用1-甲氧基-2-丙醇對圖案化之包含RMU之膜顯影。產生1英吋之圖案解析度。

實例22

在250°C下將實例21中所述之經曝露下伏基板以及包含精製羧乙基丙烯酸鋅及丙烯醯基封端POSS之圖案化膜烘焙20分鐘。在190 keV、150 μ A下向經曝露下伏矽晶圓以及包含精製羧乙基丙烯酸鋅及丙烯醯基封端POSS之圖案化膜植入 5.00×10^{15} 個 $^{31}\text{P}^+$ 離子/ cm^2 。包含精製羧乙基丙烯酸

銆及丙烯酸醯基封端POSS之圖案化膜在植入期間未裂縫或消失，此指示摻雜劑滲入先前經包含精製羧乙基丙烯酸銆及丙烯酸醯基封端POSS之膜覆蓋之矽晶圓區域中未引起損傷。

在此實例中，經摻雜圖案化矽晶圓係藉由離子植入使摻雜劑沈積通過實例21中包含RMU及PU之膜中之圖案來形成。

上文所揭示產物、製程及系統之變化形式可合意地組合成其他系統。另外，熟習此項技術者後續可作出當前無法預料或不曾預料之替代、修改及改良，其亦涵蓋於申請專利範圍內。

【符號說明】

100	基板
101	圖案化之包含精製含金屬單元之膜
102	圖案化基板
200	基板
201	有機層
202	圖案化之包含精製含金屬單元之膜
203	圖案化有機層
204	圖案化基板
300	基板
301	包含精製含金屬單元之膜
302	光阻劑膜
303	圖案化光阻劑膜
304	圖案化之包含精製含金屬單元之膜
305	圖案化基板

400	基板
401	有機底層
402	包含精製含金屬單元之組合物；包含精製含金屬單元之膜
403	光阻劑膜
404	圖案化光阻劑膜
405	圖案化之包含精製含金屬單元之膜
406	圖案化有機層
407	圖案化基板
500	基板
501	圖案化之包含精製含金屬單元之膜
502	經摻雜區域
505	經摻雜基板

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種形成精製含金屬單元(RMU)之方法，其包含：

a. 提供含金屬單元(MU)

其中MU係由結構I表示：



結構I

其中M包含具有0至7之正規化合價之金屬且係選自Zr、Hf、Ge、Ti、Nb、Pb、Gd、Sn、Ce、Eu、In、Nd、Sb、Ga、Se、Cd、Ta、Co、Pt、Au、W、V、Tl、Te、Sr、Sm、La、Er、Pd、In、Ba、As及Y；配體A含有能夠經歷結合反應之反應性官能基；w係0至7；配體B及C個別地或組合地選自氧、氮、硫或鹵素原子；羥基、過氧基、磷酸根、硼酸根、鎢酸根、硫酸根、矽酸根；經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基、烷基醚、烷基酯、硫代烷基、烯基或炔基；經取代或未經取代之芳基；及- XR^1 ，其中X表示有機官能基，例如氧基、硫基、羧基、硫代羧基、磺基、草酸根、乙醯丙酮酸根、碳陰離子、羰基、硫代羰基、氰基、硝基、亞硝基、硝酸根、亞硝醯基、疊氮化物、氰氧基、異氰酸基、氰硫基、異氰硫基、醯胺基、胺、二胺、肼、二肼、膦及二膦，且 R^1 表示氫原子、經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基或硫代烷基、雜環基、脂環族基團及經取代或未經取代之芳基或雜芳基；x及y係0至7，且w+x+y係2至7；及將該MU溶解於有機溶劑中，該MU係以基於該MU及該有機溶劑之總重量約5重量%至約70重量%之範圍存在，以形成MU溶液，

b. 藉由將酸添加至去離子水中來提供pH低於6.5之去離子水酸化

溶液，該酸係由結構 R^2-COOH 表示，其中 R^2 個別地或組合地選自經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基、烯基或炔基、烷基酯、烯基酯、烯基醚或烷基醚；經取代或未經取代之芳基，

c. 混合該MU溶液與該去離子水酸化溶液，及

d. 分離該RMU。

【第2項】

如請求項1之方法，其中將該MU溶解於水可混溶有機溶劑中，且在步驟d期間使該RMU沈澱。

【第3項】

如請求項2之方法，其中該水可混溶溶劑係個別地或組合地選自甲醇、乙醇、正丙醇、異丙醇、第三丁醇、1-甲氧基-2-丙醇、2-丙氧基乙醇、2-丁氧基乙醇、2-乙氧基乙醚、2-丁氧基乙醚、二甲亞砜、 γ -丁內酯、乙腈、乳酸乙酯、N-甲基吡咯啉酮、二甲基甲醯胺、四氫糠醇、四氫呋喃及丙酮。

【第4項】

如請求項1之方法，其中該有機溶劑係水不可混溶溶劑，該方法進一步包含：

f. 在如請求項1之步驟d之後使該MU溶液與該去離子水酸化溶液在不同層中分離，及

g. 丟棄含有該去離子水酸化溶液之層，分離含有該RMU溶液之層。

【第5項】

如請求項4之方法，其中該水不可混溶有機溶劑係個別地或組合地選自乙酸乙酯、乙酸丙酯、乙酸丁酯、乙酸1-甲氧基-2-丙酯、正丁醇、4-甲基-2-戊醇、己烷、庚烷、甲苯、2-甲基四氫呋喃、2-丁酮、4-甲基-2-戊酮、

2-庚酮、環己酮、甲基第三丁基醚及環戊基甲醚。

【第6項】

如請求項1之方法，其中該酸係選自丙烯酸及丙烯酸2-羧乙酯。

【第7項】

如請求項1之方法，其中該經分離之RMU含有生產雜質(yield impurity)，且該經分離RMU中之每一生產雜質之量基於該RMU之總重量係低於5000十億分率。

【第8項】

一種包含精製含金屬單元(RMU)之組合物，該精製含金屬單元包含至少一個選自由結構I表示之單元組成之群之成員



結構I

其中M包含至少一種選自由以下組成之群之金屬：Zr、Hf、Ge、Ti、Nb、Pb、Gd、Sn、Ce、Eu、In、Nd、Sb、Ga、Se、Cd、Ta、Co、Pt、Au、W、V、Tl、Te、Sr、Sm、La、Er、Pd、In、Ba、As及Y；配體A含有能夠經歷結合反應之反應性官能基；配體B及C係個別地或組合地選自氧、氮、硫或鹵素原子；羥基、過氧基、磷酸根、硼酸根、鎢酸根、硫酸根、矽酸根；經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基、烷基醚、烷基酯、硫代烷基、烯基或炔基；經取代或未經取代之芳基；及- XR^1 ，其中X表示有機官能基，例如氧基、硫基、羧基、硫代羧基、磺基、草酸根、乙醯丙酮酸根、碳陰離子、羰基、硫代羰基、氰基、硝基、亞硝基、硝酸根、亞硝醯基、疊氮化物、氰氧基、異氰酸基、氰硫基、異氰硫基、醯胺基、胺、二胺、肼、二肼、膦及二膦，且 R^1 表示氫原子、經取代或未經取

代之直鏈、具支鏈或環狀烷基或硫代烷基、雜環基、脂環族基團及經取代或未經取代之芳基或雜芳基；w係0至7，x係0至7，y係0至7，且w+x+y係2至7，

其中該組合物含有降低量之生產雜質。

【第9項】

一種包含精製含金屬單元(RMU)之組合物，該精製含金屬單元包含至少一個選自由結構I表示之單元組成之群之成員



結構I

其中M包含至少一種選自由以下組成之群之金屬：Zr、Hf、Ge、Ti、Nb、Pb、Gd、Sn、Ce、Eu、In、Nd、Sb、Ga、Se、Cd、Ta、Co、Pt、Au、W、V、Tl、Te、Sr、Sm、La、Er、Pd、In、Ba、As及Y；配體A含有能夠經歷結合反應之反應性官能基；w係1至7；配體B及C係個別地或組合地選自氧、氮、硫、鹵素原子、經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基、烷基醚、烷基酯、硫代烷基、烯基或炔基；經取代或未經取代之芳基；及-XR¹，其中X表示有機官能基，例如氧基、硫基、羧基、硫代羧基、磺基、草酸根、乙醯丙酮酸根、碳陰離子、羰基、硫代羰基、氰基、硝基、亞硝基、硝酸根、亞硝基、疊氮化物、氰氧基、異氰酸基、氰硫基、異氰硫基、醯胺基、胺、二胺、肼、二肼、膦及二膦，且R¹表示直鏈、具支鏈或環狀烷基或硫代烷基、雜環基、脂環族基團及經取代或未經取代之芳基或雜芳基；且x及y係0至6，

其中該含金屬單元之至少一部分含有至少一個反應性官能基，且該組合物含有降低量之生產雜質。

【第10項】

如請求項9之組合物，其中該精製含金屬單元包含至少一個選自由以下組成之群之成員：(甲基)丙烯酸鋅、羧乙基丙烯酸鋅、(甲基)丙烯酸鉛及羧乙基丙烯酸鉛。

【第11項】

如請求項8及9中任一項之組合物，其中該組合物進一步包含能夠誘導該等精製含金屬單元之反應性官能基之反應的觸媒或起始劑。

【第12項】

如請求項8及9中任一項之組合物，其中該組合物進一步包含含有至少兩個反應性官能基之預聚物單元PU。

【第13項】

如請求項8及9中任一項之組合物，其中該組合物進一步包含個別地或組合地選自以下各項之奈米粒子：表面經處理或未經處理之二氧化矽、氧化鈦、氧化鋅、二氧化鉛、CdSe、CdS、CdTe、氧化釷、氧化鋮、氧化鎢及氧化鋇。

【第14項】

如請求項8及9中任一項之組合物，其進一步包含僅含有一個反應性官能基之共單體。

【第15項】

如請求項8及9中任一項之組合物，其進一步包含助黏劑。

【第16項】

如請求項8及9中任一項之組合物，其進一步包含著色劑及染料中之至少一者。

【第17項】

一種膜、物件或三維物體，其係自如請求項8或9之組合物形成。

【第18項】

一種圖案化膜、物件或三維物體，其係自如請求項8或9之組合物形成。

【第19項】

一種形成圖案化基板之方法，其包含：

- a. 提供精製含金屬單元(RMU)，
- b. 製備包含RMU之組合物，該RMU係由結構I表示



結構I

其中M包含至少一種選自由以下組成之群之金屬：Zr、Hf、Ge、Ti、Nb、Pb、Gd、Sn、Ce、Eu、In、Nd、Sb、Ga、Se、Cd、Ta、Co、Pt、Au、W、V、Tl、Te、Sr、Sm、La、Er、Pd、In、Ba、As及Y；配體A含有能夠經歷結合反應之反應性官能基；w係1至7；配體B及C係個別地或組合地選自氧、氮、硫、鹵素原子、經取代或未經取代之直鏈、具支鏈或環狀烷基、烷基醚、烷基酯、硫代烷基、烯基或炔基；經取代或未經取代之芳基；及- XR^1 ，其中X表示有機官能基，例如氧基、硫基、羧基、硫代羧基、磺基、草酸根、乙醯丙酮酸根、碳陰離子、羰基、硫代羰基、氰基、硝基、亞硝基、硝酸根、亞硝基、疊氮化物、氰氧基、異氰酸基、氰硫基、異氰硫基、醯胺基、胺、二胺、肼、二肼、膦及二膦，且 R^1 表示直鏈、具支鏈或環狀烷基或硫代烷基、雜環基、脂環族基團及經取代或未經取代之芳基或雜芳基；且x及y係0至6；其中該含金屬單元之至少一部分含有至少一個反應性官能基，

- c. 提供基板，
- d. 沈積該包含RMU之組合物以在該基板上形成膜，
- e. 在低於200℃之溫度下乾燥包含RMU之該膜，
- f. 在包含RMU之該膜中形成圖案，及
- g. 將圖案轉移至該基板。

【第20項】

如請求項19之方法，其中該基板包含至少一種選自由以下組成之群之元素：矽、氧、氮、鋁、銅、碳、鎢、鍍、鎳及砷。

【第21項】

如請求項19之方法，其中包含RMU之膜係夾在圖案化光阻劑與基板之間。

【第22項】

如請求項21之方法，其中藉助蝕刻將該光阻劑之該圖案轉移至包含RMU之該膜。

【第23項】

如請求項22之方法，其中藉助蝕刻將包含RMU之該膜之該圖案轉移至該基板。

【第24項】

如請求項19之方法，其中包含RMU之該膜中之該圖案係藉由以下方式來產生：

- h. 通過遮罩或模具或光罩使包含RMU之該膜曝露於光化輻射源，及
- i. 使用顯影劑使該膜之未曝露部分顯影。

【第25項】

如請求項24之方法，其中該光化輻射源係個別地或組合地選自光、電子束及熱。

【第26項】

如請求項24之方法，其中包含RMU之該圖案化膜係藉由用準分子雷射源或電子束直接寫入來產生。

【第27項】

如請求項19之方法，其中藉助蝕刻將包含RMU之該膜之該圖案轉移至基板。

【第28項】

如請求項19之方法，其進一步包含：

- j. 在包含RMU之該膜與該基板之間形成有機層。

【第29項】

如請求項28之方法，其中藉助蝕刻將圖案自包含RMU之該膜轉移至該有機層。

【第30項】

如請求項29之方法，其中藉助蝕刻將圖案自該有機層轉移至該基板。

【第31項】

如請求項19之方法，其中該基板係藉由包含以下步驟之方法通過包含RMU之該圖案化膜來摻雜：

- k. 使用反應性離子束將摻雜劑沈積在該基板上，及
- l. 移除包含RMU之該圖案化膜。

【第32項】

如請求項31之方法，其中包含RMU之該膜中之該圖案係藉由藉助蝕

刻自圖案化光阻劑膜轉移圖案來產生。

【第33項】

如請求項22、23、27、29、30及32中任一項之方法，其中該蝕刻方法包含乾式蝕刻。

【第34項】

如請求項22、23、27、29、30及32中任一項之方法，其中該蝕刻方法包含濕式蝕刻。

【第35項】

一種圖案化基板，其係藉由請求項19、23、27及30中之任一項來形成。

【第36項】

一種經摻雜基板，其係藉由如請求項31之方法來形成。

【第37項】

一種電子裝置，其包含如請求項35之圖案化基板。

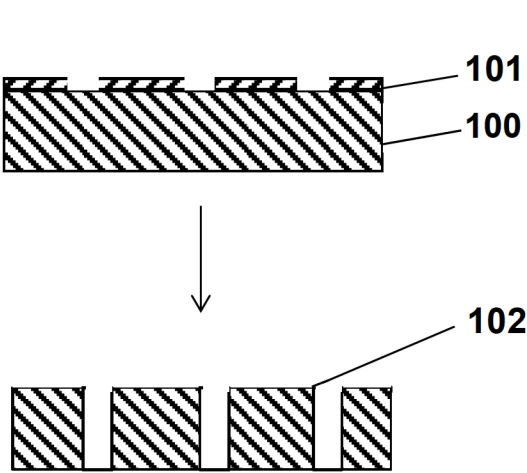
【第38項】

一種電子裝置，其包含如請求項36之經摻雜基板。

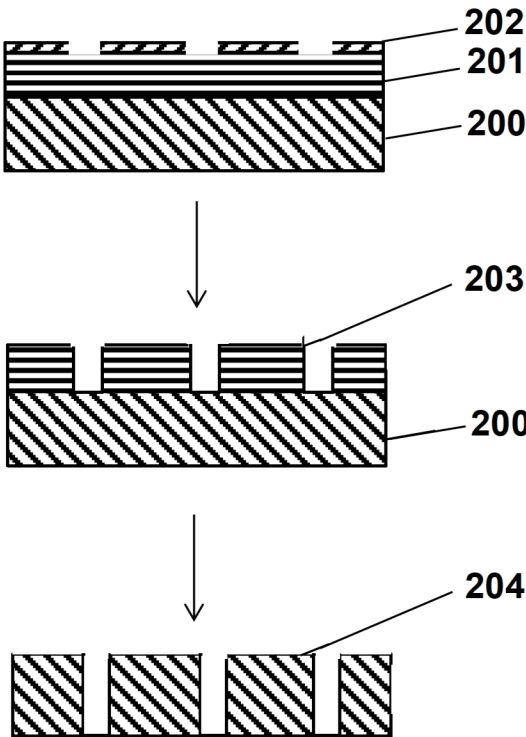
【第39項】

如請求項20之方法，其中該基板包含至少一個選自由以下組成之群之成員：矽、氧化矽、氮化矽、砷化鎵、碳化矽、鋁、氧化鋁、氮化鋁、銅及鎢。

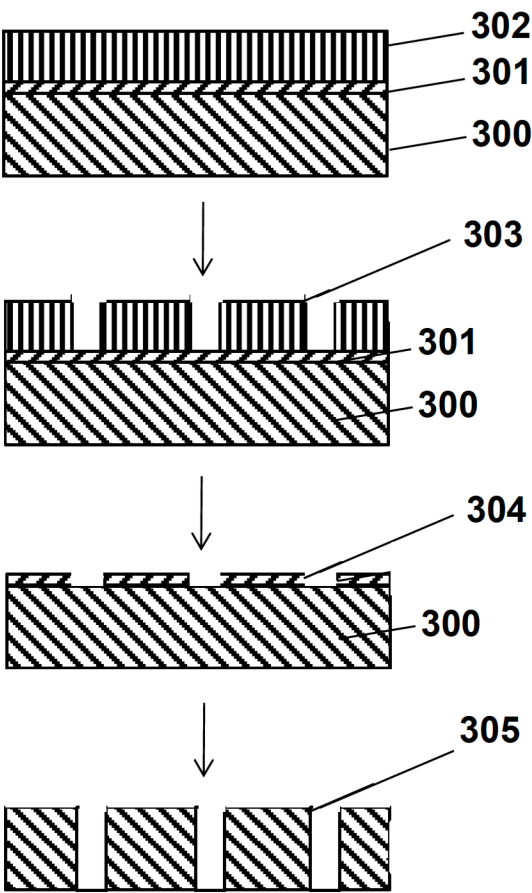
【發明圖式】



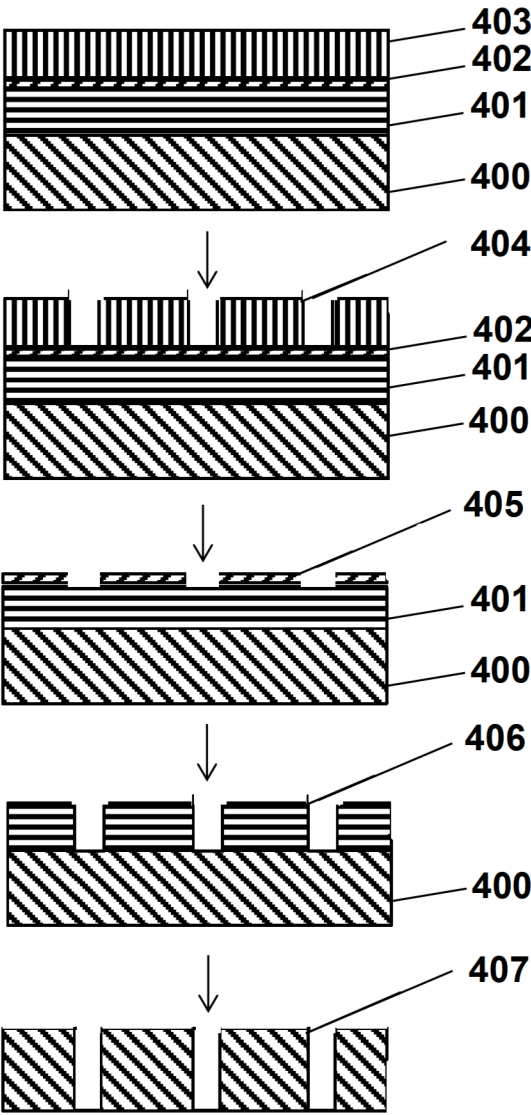
【圖1】



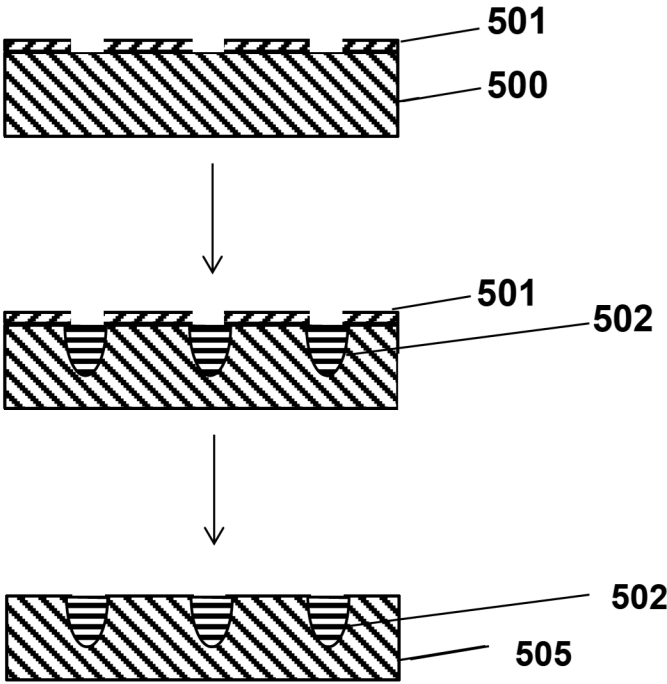
【圖2】



【圖3】



【圖4】



【圖5】