



(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 I474378 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 21 日

(21)申請案號：099120755

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 06 月 25 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/027 (2006.01)**

(30)優先權：2009/06/26 美國 61/269,600

2009/11/19 美國 61/281,681

(71)申請人：羅門哈斯電子材料有限公司 (美國) ROHM AND HAAS ELECTRONIC MATERIALS
LLC (US)

美國

(72)發明人：裴榮喆 BAE, YOUNG CHEOL (KR)；卡多拉西亞 湯瑪斯 CARDOLACCIA,
THOMAS (US)；劉易 LIU, YI (CN)

(74)代理人：洪武雄；陳昭誠

(56)參考文獻：

TW 200845203A US 2004/0121615A1

US 2006/0003271A1 US 2006/0127816A1

US 2008/0166665A1 US 2009/0087786A1

審查人員：郭德豐

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：4 共 36 頁

(54)名稱

形成電子裝置的方法

METHODS OF FORMING ELECTRONIC DEVICES

(57)摘要

本發明係提供形成電子裝置的方法。該方法係包含光阻圖案之鹼處理以及允許高密度阻劑圖案之形成。該方法於半導體裝置製造中尤其具有應用性。

Methods of forming electronic devices are provided. The methods involve alkaline treatment of photoresist patterns and allow for the formation of high density resist patterns. The methods find particular applicability in semiconductor device manufacture.

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99120755

※申請日：99.6.25

※IPC 分類：

H01L 21/027 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

形成電子裝置的方法

METHODS OF FORMING ELECTRONIC DEVICES

二、中文發明摘要：

本發明係提供形成電子裝置的方法。該方法係包含光阻圖案之鹼處理以及允許高密度阻劑圖案之形成。該方法於半導體裝置製造中尤其具有應用性。

三、英文發明摘要：

Methods of forming electronic devices are provided. The methods involve alkaline treatment of photoresist patterns and allow for the formation of high density resist patterns. The methods find particular applicability in semiconductor device manufacture.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1A 至 1I)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

100	基板	102	待圖案化之層體
102'	經蝕刻特徵的圖案		
103	硬罩層		
103'	硬罩圖案/經圖案化之硬罩層		
104	底部抗反射塗層		
104'	經圖案化之底部抗反射塗層		
106	第一光敏層	106'	第一阻劑圖案
106''	經硬化之第一阻劑圖案		
108	活化輻射	110	第一光罩
112	經修飾之第一阻劑圖案表面/經鹼性修飾之表面區域		
114	第二光敏層		
114a'	未反應之第二光敏組成物之層		
114b'	阻劑線	116	第二光罩

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

本案無代表化學式

六、發明說明：

基於 35 U.S.C. §119(e)，本申請主張於 2009 年 6 月 26 日申請之美國臨時申請案第 61/269,600 號及於 2009 年 11 月 19 日申請之美國臨時申請案第 61/281,681 號之優先權，其整體內容藉由引用併入本文。

【發明所屬之技術領域】

本發明大體關於電子裝置之製造。更具體而言，本發明係關於使用多次圖案化技術形成光微影圖案的方法。本發明尤其有用於半導體裝置之製造中形成高密度微影圖案及特徵。

【先前技術】

於半導體製造工業中，光阻(文中有稱為阻劑之情形)材料係用以將影像轉移至置於半導體基板上之一層或多層下方層如金屬層、半導體層或介電層以及該基板本身之上。為了增加半導體裝置之積體密度並允許具有奈米(nm)範圍維度之結構的形成，業經並將繼續研發具有高解析度能力之光阻及光微影加工工具。

一種於半導體裝置中達成 nm 規格特徵尺寸的途徑為，在化學放大型光阻之曝光過程中使用短波長之光，如 193 nm 或更短波長。浸潤微影有效地增加成像裝置如具有 KrF 或 ArF 光源之掃描儀之透鏡的數值口徑。此係藉由在該成像裝置之最後表面與該半導體晶圓之上表面之間使用相對高折射率流體(亦即浸潤流體)予以實施。與使用空氣或惰性氣態介質時出現者相比，該浸潤流體允許更大量之

光聚焦至該阻劑層。

理論解析度限係藉由顯示如下之雷利公式(Rayleigh equation)定義之：

$$R = k_1 \frac{\lambda}{NA}$$

其中， k_1 為製程因數， λ 為成像工具之波長，而 NA 為該成像透鏡之數值口徑。當使用水作為浸潤流體時，該最大數值口徑可增加，例如自 1.2 至 1.35。對於 k_1 為 0.25 之印刷線及空間圖案(printing line and space pattern)之例中，193 nm 浸潤掃描儀將僅能解析 36 nm 半節距(half-pitch)線及空間圖案。由於與其中 k_1 之理論限值為 0.35 之暗域光罩的低空間影像(aerial image)對比度，印刷接觸孔或任意 2D 圖案之解析度進一步受限。因此，將接觸孔之最小半節距限制為約 50 nm。通常，標準浸潤微影製程不適用於需要更高解析度之裝置的製造。

於為達成更高解析度及為將現有製造工具拓展至超過理論解析度限值的努力中，業經嘗試各種兩次圖案化(double patterning)製程，諸如自對準兩次圖案化(self-aligned double patterning, SADP)、微影-蝕刻-微影-蝕刻(litho-etch-litho-etch, LELE)以及微影-微影-蝕刻(litho-litho-etch, LLE)技術。然而，作為典型地業經實施之此等技術，受困於一種或多種缺點。SADP 製程典型地包括相對大數量之製程步驟，因此對生產產量產生負面影響。LELE 技術中，會從晶圓於光微影模組與蝕刻

加工模組間往返轉移、以及從蝕刻及阻劑移除製程本身造成產物之玷污及缺陷。LLE 過程包括第一微影(L1)阻劑圖案之形成及安定化以及其後的第二微影(L2)圖案之形成。業經嘗試各種阻劑安定化技術，諸如離子植入、UV 固化、熱硬化、熱固化及化學固化。授予 *Brzozowy* 等人之美國專利申請公開案第 2008/0199814 A1 號揭示上塗化學固化技術，於該技術中，係使用固定劑溶液塗覆該阻劑圖案，該固定劑溶液係包含溶劑、含有至少兩種對阻劑聚合物之錨固基具反應性之官能基團的固定劑化合物，以及視需要之添加劑如催化劑、表面活性劑及聚合物。雖然 LLE 製程包括少於 SADP 及 LELE 之製程步驟，其難以避免：於阻劑安定化過程中的圖案變形；於 L2 阻劑塗覆/軟烘烤製程過程中 L1 阻劑層與 L2 阻劑層間的相互混合；以及於 L2 曝光/顯影製程過程中 L1 圖案的顯影。

於此技藝中，對於解決與該技藝之現狀相關之一個或多個前述問題的多次圖案化製程存在持續之需求。

【發明內容】

根據本發明之第一態樣，係提供形成電子裝置的方法。該等方法係包含：(a) 提供包含一層或多層待圖案化之層的半導體基板；(b) 將第一層之第一光敏組成物塗覆於該一層或多層待圖案化之層上，其中，該第一光敏組成物係包含第一樹脂組分及第一光活化組分；(c) 通過圖案化之光罩將該第一層曝光於活化輻射；(d) 將該經曝光之第一層顯影，以形成第一阻劑圖案；(e) 於硬烘烤製程中

熱處理該第一阻劑圖案；(f) 使用有效於使該第一阻劑圖案之表面鹼性的材料處理該經硬烘烤之第一阻劑圖案；(g) 將第二層之第二光敏組成物塗覆於該一層或多層待圖案化之層上並與該第一阻劑圖案之鹼性表面接觸，其中，該第二光敏組成物係包含第二樹脂組分及光酸產生劑，且該第二光敏組成物係正作用者；(h) 通過圖案化之光罩將該第二層曝光於活化輻射；以及(i) 將該經曝光之第二層顯影，以形成第二阻劑圖案。

【實施方式】

將參考第 1A 至 1I 圖揭示本發明之例示性態樣，該等圖式例示性說明根據本發明之用於形成電子裝置的例示性微影-微影-蝕刻兩次圖案化製程之流程。第 1A 圖說明基板 100，其可包括各種層及形成於其表面上之特徵。該基板可由諸如半導體，如矽或化合物半導體(如 III-V 或 II-VI)；玻璃；石英；陶瓷；銅等材料製成。典型地，該基板係半導體晶圓，如單晶矽或化合物半導體晶圓，且可具有一層或多層之層體及形成於其表面上之圖案化特徵。可將一層或多層待圖案化之層體 102 提供於該基板 100 之上。下方基礎基板之材料本身可視需要經圖案化，諸如當所欲者係於該基板材料中形成溝槽時。於圖案化該基礎基板材料本身之例中，應將該圖案視為待形成於該基板之層中者。

舉例而言，該等層體可包括，一層或多層導電層，如鋁、銅、鉬、鉭、鈦、鎢、此等金屬之合金、氮化物或矽化物、經摻雜之非晶矽或經摻雜之多晶矽之層；一層或多

層介電層，如氧化矽、氮化矽、氮氧化矽、或金屬氧化物；半導體層，如單晶矽；及其組合。該等待蝕刻之層可藉由各種技術形成之，該等技術係諸如：化學氣相沈積(CVD)如電漿增強 CVD、低壓 CVD 或磊晶生長；物理氣相沈積(PVD)如濺射或蒸發；或電鍍。該一層或多層之待蝕刻層體 102 之特定厚度將依照該等材料及欲形成之特定裝置而變化。

依照待蝕刻之特定層體、膜厚度及待使用之光微影材料及製程，可能欲將硬罩層 103 及/或於其上有待塗覆光阻層之底部抗反射塗層(BARC) 104 置於該層體 102 上。硬罩層之使用可為所欲者，舉例而言，當與具有非常薄之阻劑層使用時，其中，待蝕刻之層體需要顯著之蝕刻深度，及/或其中該特定之蝕刻劑係具有極差之阻劑選擇性。若使用硬罩層，可將待形成之阻劑圖案轉移至該硬罩層，該硬罩層隨後可用作蝕刻該下方層體 102 的罩。適當之硬罩材料及形成方法係技藝中已知者。典型材料係包括，例如，鎢、鈦、氮化鈦、氧化鈦、氧化鋯、氧化鋁、氮氧化鋁、氧化鉛、非晶碳、氮氧化矽及氮化矽。該硬罩層 103 可包括單層或不同材料製成之複數層。該硬罩層可藉由諸如化學氣相沈積技術或物理氣相沈積技術形成。

若該基板及/或下方層體於光阻曝光過程中反而反射顯著量之入射輻射，故對所形成之圖案產生負面影響，則底部抗反射塗層 104 可能為所欲者。此等塗層可提升聚焦深度、曝光寬容度、線寬一致性及 CD 控制。若將阻劑曝光於深紫外光(300 nm 或更短)如 KrF 準分子雷射光(248

nm)、ArF 準分子雷射光(193 nm)、電子束及軟 X 射線，典型係使用抗反射塗層。該抗反射塗層 104 可包含單層或複數層不同層體。適當之抗反射材料及形成方法係該技藝中已知者。抗反射材料為商業上可購得，如彼等由羅門哈斯電子材料有限公司(Rohm and Haas Electronic Materials LLC, Marlborough, MA USA)於 AR 商標下販售者，諸如 AR™ 40A 及 AR™ 124 抗反射劑。

將第一光敏組成物塗覆於基板上，並覆於該抗反射層 104(若存在)上，以形成第一光敏層 106。如本文所使用者，術語“光敏材料”、“光敏組成物”及“光阻”係可互換地使用。適當之光阻材料係該技藝中已知者，且包括諸如彼等基於丙烯酸酯、酚醛樹脂及矽化學者。舉例而言，適當之阻劑係於美國申請公開案第 US20090117489 A1、US20080193872 A1、US20060246373 A1、US20090117489 A1 及 US20090123869 A1 號及美國專利第 7,332,616 中揭示。有用於本發明之方法之光阻材料係包括正作用材料及負作用材料兩者。適當之正作用材料係包括正作用化學放大型光阻，其進行該組成物之一種或多種組分之酸-不穩定基的光酸促進之去保護反應，以使得該阻劑塗層之經曝光區域比未曝光區域更易溶於水性顯影劑中。該光阻樹脂之典型光酸-不穩定基係包括酯基，該酯基係含有共價鏈結至該酯之羧基氧的三級非環烷基碳(如第三丁基)或三級脂環碳(如甲基金剛烷基)。亦典型者係縮醛光酸-不穩定基。

該光敏組成物係包含樹脂組分及光活化組分。該樹脂

較佳係具有賦予該阻劑組成物以鹼性水性顯影性的官能基。舉例而言，典型係包含極性官能基如羥基或羧酸酯基之樹脂黏合劑。該樹脂組分用於該組成物中之量係足以使得該組成物之經曝光之層可於顯影劑溶液如鹼性水溶液中顯影。該樹脂組分將典型地包含該阻劑總固體之約 70 至約 97 重量%(wt%)。

該光敏組成物進一步包含光活化組分，該光活化組分所採用之量係足以在曝光於活化輻射時於該組成物之塗層內產生潛像。舉例而言，該光活化組分將適當地以該阻劑總固體之約 1 至 20 wt% 的量存在。該阻劑組成物中之典型光活化組分係光酸產生劑(PAG)。適當之 PAG 係化學放大型光阻技藝中已知者，且包括諸如：鎔鹽，如三苯基鎔鹽、硝基苄基衍生物、磺酸酯、疊氮甲烷衍生物、乙二醇衍生物、N-羥基亞胺化合物之磺酸酯衍生物及含鹵素之三吡化合物。可使用一種或多種此等 PAG。

阻劑之典型之視需要之添加劑係添加之鹼，特別是氫氧化四丁基銨(TBAH)或乳酸四丁基銨，其可提升經顯影之阻劑浮雕影像的解析度。對於在 193 nm 成像之阻劑，典型的添加之鹼係受阻胺(hindered amine)如二氮雜雙環十一烯或二氮雜雙環壬烯。該添加之鹼係適當地以相對小量使用，如相對於總固體之約 0.03 至 5 wt%。

根據本發明使用之光阻也可含有其他視需要之材料。舉例而言，其他視需要之添加劑係包括抗條紋劑(anti-striation agent)、增塑劑及加速劑。除了可以相

對大濃度如約 0.1 至 10 重量%(基於阻劑之乾成份之總重計)存在之填料及染料外，此等視需要之添加劑典型將以較小濃度存在於光阻組成物中。

適當之負作用阻劑典型地將含有交聯組分。該交聯組分典型地以分離之阻劑組分存在。胺系交聯劑如三聚氰胺，如 Cymel 三聚氰胺樹脂係典型者。有用於本發明之負作用光阻組成物係包含當曝露於酸時將固化、交聯或硬化之材料與本發明之光活化組分的混合物。特別有用之負作用組成物係包含樹脂黏合劑如酚系樹脂，交聯劑組分及光活化組分。此等組成物及其用途係於歐洲專利案第 EP0164248B1 及 EP0232972B1 號中、及美國專利案第 5,128,232 號中揭示之。用作該樹脂黏合劑組分之典型酚系樹脂係包括酚醛樹脂及聚(乙烯基酚)如彼等上述討論者。典型之交聯劑係包括胺系材料，包括三聚氰胺、甘脲(glycoluril)、苯胍啉(benzoguanamine)系材料及脲系材料。三聚氰胺-甲醛樹脂通常係最典型者。此等交聯劑係商業上可購得者，例如 Cytec Industries 於商品名 Cymel 300、301 及 303 下販售之三聚氰胺樹脂；Cytec Industries 於商品名 Cymel 1170、1171、1172 下販售之甘脲樹脂；Teknor Apex 公司於商品名 Beetle 60、65 及 80 下販售之脲系樹脂；以及 Cytec Industries 於商品名 Cymel 1123 及 1125 下販售之苯胍啉樹脂。對於在次-200 nm(sub-200 nm)波長如 193 nm 成像，典型負作用光阻係於國際申請公開案第 WO 03077029 號中揭示。

通常，有用於本發明之光阻係遵循已知過程製備之。舉例而言，可藉由將該光阻之組分溶解於適當之溶劑中製備為塗覆組成物，該溶劑係例如，二醇醚如 2-甲氧基乙基醚(二甘二甲醚)、乙二醇單甲醚、丙二醇單甲醚；丙二醇單甲醚乙酸酯；乳酸酯如乳酸乙酯或乳酸甲酯；丙酸酯，特別是丙酸甲酯、丙酸乙酯及乙氧基丙酸乙酯；賽絡蘇酯如甲基賽絡蘇乙酸酯；芳香烴如甲苯或二甲苯；或酮如甲乙酮、環己酮及 2-庚酮。該光阻之固體含量典型係於約 2 至 25wt%(基於該光阻組成物之總重計)之間變動。此等溶劑之摻合物亦係適當者。

本發明之方法可使用多種成像波長，例如，具有次-400 nm、次-300 nm 或次-200 nm 曝光波長之輻射，I-線(365 nm)、248 nm 及 193 nm 係典型之曝光波長，以及 EUV 及 157 nm。於一例示性態樣中，該光阻係適用於在次-200 nm 之波長如 193 nm 成像。於此等波長，儘管可使用乾法製程，但典型係使用浸潤微影。於浸潤微影中，於曝光過程中將具有界於約 1 至約 2 之間之折射率的流體(亦即，浸潤流體)維持於曝光工具與該光阻層之間。典型地，將頂塗層置於該光阻層上，以防止該浸潤流體與光阻層間之直接接觸，從而避免該光阻之成份浸析入該浸潤流體中。

可藉由旋塗、浸塗、輥塗或其他傳統塗覆技術將該光敏組成物塗覆於該基板上。其中，旋塗係典型者。對於旋塗，可基於所使用之具體塗覆設備、溶液之黏度、塗覆工具之速度以及允許旋塗之時間量來調節塗覆溶液之固體含

量，以提供所欲之膜厚度。該第一光敏層 106 之厚度典型為約 500 至 1500 埃(Å)。然後，可軟烘烤該第一光敏層以最小化該層中之溶劑含量，從而形成無黏度之塗層並改善該層與基板間之黏合性。該軟烘烤可於熱板上或烘箱中進行，其中熱板係典型者。該軟烘烤之溫度及時間將取決於諸如該光敏層之特定材料及厚度。典型之軟烘烤係於自約 90°C 至 150°C 之溫度進行自約 30 至 90 秒之時間。

若該第一光敏層 106 將使用浸潤微影工具如 193 nm 浸潤掃描儀曝光之，可將頂塗層(未顯示)置於該光敏層 106 上。此頂塗層之使用可作為界於該浸潤流體與下方光敏層間之阻擋。藉此方式，該光敏組成物之組分浸析進入該浸潤流體中可能導致的該光學透鏡之污染及該浸潤流體之有效折射率與透射性能之改變可被最小化或避免。適當之頂塗組成物為商業上可購得者，例如，OPTICOAT™ 頂塗材料如 OC™ 2000(羅門哈斯電子材料(Rohm and Haas Electronic Materials))及其他該技藝中已知者，例如彼等於美國專利申請公開案第 2006/0246373A1 號及於 2008 年 12 月 31 日申請之美國臨時申請案第 61/204,007 號中揭示者。此等組成物可藉由任何適當之方法塗覆於該光敏層上，諸如上揭有關於光敏組成物中提及者，其中以旋塗為典型者。該頂塗層厚度典型為 $\lambda/4n$ (或其奇數倍數)，其中 λ 為該曝光輻射之波長，以及 n 為該頂塗層之折射率。若存在頂塗層，可於塗覆該頂塗層之後而非於塗覆頂塗層之前將該第一光敏層 106 軟烘烤。藉此方式，可於單一熱

處理步驟中移除兩層之溶劑。

接著，將該第一光敏層 106 通過第一光罩 110 曝光於活化輻射 108，以創製經曝光之區域與未經曝光之區域間之不同溶解度。對於正作用材料，如例示性說明者，該光罩係具有光學透明及光學不透明之區域，該光學透明之區域係對應該光敏層之待於後續之顯影步驟中移除之區域。對於負作用材料，該光學不透明材料對應該阻劑層之待顯影除去之部份。該曝光能量典型係自約 1 至 100 毫焦耳 (mJ)/平方公分 (cm²)，取決於該曝光工具及該光敏組成物之組分。本文中提及之將光敏組成物曝光於用於該組成物之活化輻射係表示，該輻射能諸如藉由造成該光活化組分之反應，如藉由自光酸產生劑化合物產生酸，而於該光敏組成物中形成潛像。該光敏組成物典型係藉由短曝光波長予以光活化，該短曝光波長特別為次-400 nm、次-300 或次-200 nm 之曝光波長，以 I-線 (365 nm)、248 nm 及 193 nm 為典型之曝光波長，以及 EUV 及 157 nm。

將該第一光敏層 106 曝光之後，於超過該層之軟化點之溫度進行該光敏層之曝光後烘烤 (PEB)。舉例而言，該 PEB 可於熱板上或烘箱中進行。該 PEB 之條件將取決於例如該光敏層之特定材料及厚度。該 PEB 典型係於自約 80°C 至約 150°C 之溫度進行自約 30 至 90 秒之時間。

接著，將經曝光之光敏層 106 顯影，以形成第 1B 圖所示之第一阻劑圖案 106'。雖然該顯影劑材料將取決於該光敏層 106 之特定材料，適當之顯影劑及顯影技術係該技

藝中已知者。舉例而言，典型之顯影劑係包括，水性系顯影劑如氫氧化四級銨溶液，例如氫氧化四烷基銨溶液如 0.26 當量濃度(N)氫氧化四甲基銨。

顯影之後，將該第一阻劑圖案 106' 於第一硬烘烤製程中熱處理，以進一步自該阻劑中移除溶劑並形成如第 1C 圖所示之經硬化之阻劑圖案 106"。該硬烘烤典型係使用熱板或烘箱進行，且典型係於約 150°C 或更高之溫度，如自約 170°C 至 180°C，進行自約 30 至 120 秒之時間。

參考第 1D 圖，使用有效使該第一阻劑圖案之表面鹼性的材料處理該經硬烘烤之第一阻劑圖案。該鹼性表阻礙了於後續塗覆於該阻劑圖案上之光敏層之曝光過程中的反應。舉例而言，於正作用光敏層之例中，於緊鄰該下方經鹼處理之阻劑圖案的區域內，酸催化之去保護反應被阻止。結果，顯影之後，該光敏層之部份將保留於彼等區域內。

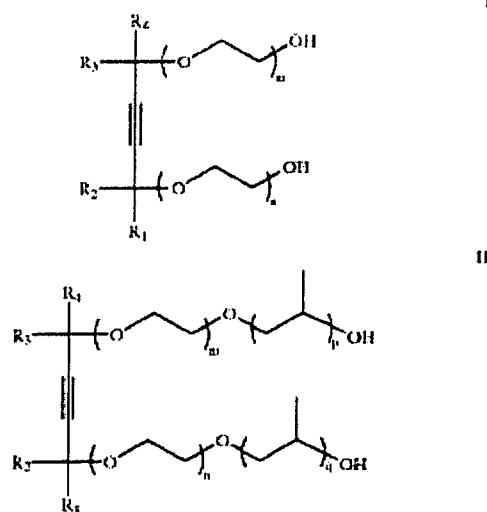
雖然並不限於此，特別適用於該表面處理之材料係包含鹼性材料及與該鹼性材料不同之表面活性劑。咸信該表面活性劑促進於該經鹼性材料處理之阻劑圖案上實質上均勻之第二阻劑層的形成。

該鹼性材料可為各種形式，且可為藉由將固體化合物溶解於適當之溶劑中所形成之溶液形式。用於該阻劑圖案處理之適當鹼性材料係包括，例如水性系顯影劑如氫氧化四級銨溶液，如氫氧化四烷基銨溶液如 0.26 N (2.38 wt%) 氫氧化四甲基銨(TMAH)。用於該組成物中之鹼性材料或用

於其他物之溶劑材料應不溶解該下方光阻或最小化地溶解該下方光阻。該鹼性材料(不含任何溶劑如水、醇等)典型係以自約 1 至 10 wt%(基於該組成物之總體計)之量存在於該組成物中。

用於該阻劑圖案處理組成物之適當表面活性劑係包括彼等展現兩性特性者，意指其能同時具有親水性及疏水性。兩性表面活性劑具有親水性頭基或基(其對於水有強親和性)，以及長疏水性尾部(其為親有機物性且排斥水)。適當之表面活性劑可為離子型(即陽離子型、陰離子型)或非離子型。表面活性劑之進一步實例係包括矽酮表面活性劑、聚環氧烷表面活性劑及氟化化學品表面活性劑。用於水溶液中之適當非離子型表面活性劑係包括，但不限於，辛基酚乙氧化物或壬基酚乙氧化物如 TRITON® X-114、X-100、X-45、X-15 及分支鏈二級醇乙氧化物如 TERGITOL™ TMN-6(陶氏化學公司(The Dow Chemical Company, Midland, Michigan USA))。再進一步之例示性表面活性劑係包括醇(一級醇或二級醇)乙氧化物、胺乙氧化物、葡萄糖苷、還原葡糖胺、聚乙二醇、聚(乙二醇-共-丙二醇)或其他於糖果製造商出版公司(Manufacturers Confectioners Publishing Co. of Glen Rock, N.J.)印行之麥氏乳化劑及洗滌劑(McCutcheon's Emulsifiers and Detergents, 北美 2000 年版)中揭示者。

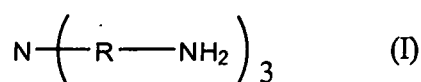
炔系二醇(acetylenic diol)衍生物亦可係適當之非離子表面活性劑，包括此等具有下式之表面活性劑：



其中， R_1 及 R_4 係具有 3 至 10 個碳原子之直鏈或分支鏈烷基鏈； R_2 及 R_3 係 H 或適當地具有 1 至 5 個碳原子之烷基鏈；以及 m 、 n 、 p 及 q 係自 0 至 20 範圍之數字。此等表面活性劑可自空氣產品及化學品公司 (Air Products and Chemicals, Inc. of Allentown, Pa.) 以商品名 SURFYNOL® 及 DYNOL® 購得。

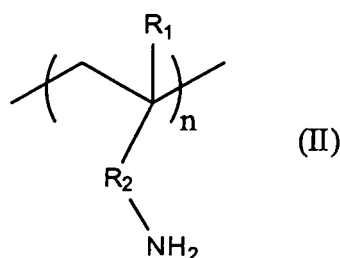
用於本發明之塗覆組成物之另外的適當表面活性劑係包括其他聚合物化合物如三嵌段 EO-PO-EO 共聚物 PLURONIC® 25R2、L121、L123、L31、L81、L101 及 P123 (BASF, Inc.)。

特別適當之表面活性劑係包括胺類，典型係一級胺類及二級胺類，亦即分別包括一個或多個一級胺基及一個或多個二級胺基之胺，及其組合。除了一級胺基及/或二級胺基外，可存在三級胺基。典型地，該胺係多官能胺。該胺可係多元胺，如二胺、三胺或四胺。適當之一級胺係包括具有下式(I)之化合物：

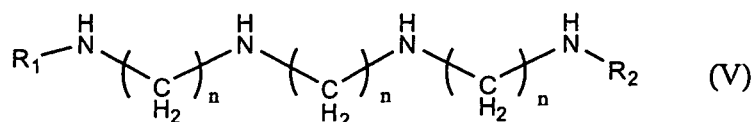
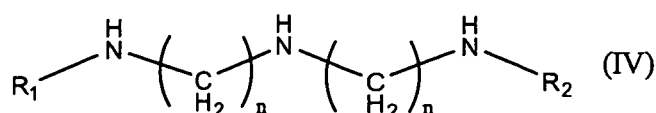
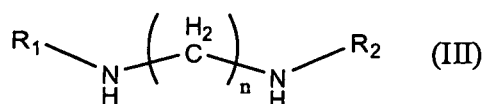


99年9月4日 修正
補充

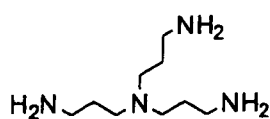
其中，R 係選自視需要經取代之烷基，如視需要經取代之 C1-C6 烷基，如甲基、乙基或丙基，其中乙基係典型者。其他適當之一級胺類係包括藉由下式(II)表示之聚(烯丙基胺)：



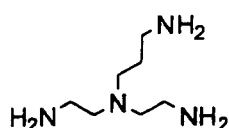
其中，R₁ 係選自氫及視需要經取代之烷基如 C1-C3 烷基；R₂ 係選自視需要經取代之伸烷基如 C1-C6 伸烷基，典型係亞甲基或伸乙基；以及 n 係大於或等於 3 之整數。於具有式(II)之例示性一級胺中，R₁ 係氫，以及 R₂ 係亞甲基。其他適當之胺類係包括彼等藉由下列通式(III)、(IV)及(V)表示者：



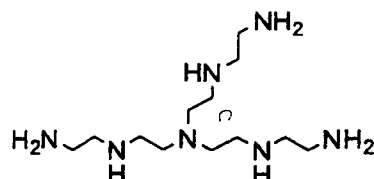
其中，R₁ 及 R₂ 係個別獨立為氫原子或具有 1 至 10 個碳原子之烷基，以及 n 係 1 至 10 之整數。其他適當之胺類係包括下列：



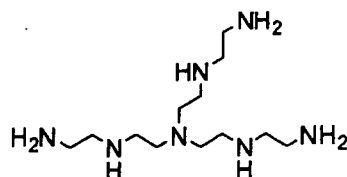
A-1



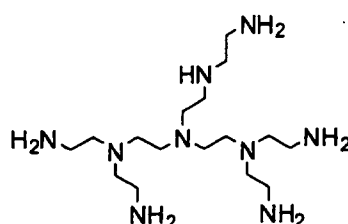
A-2



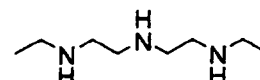
A-3



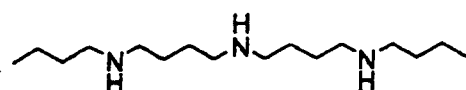
A-4



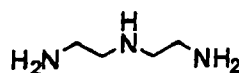
A-5



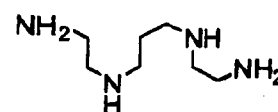
A-6



A-7



A-8



A-9

其中，參(2-氨基乙基)胺(TAEA)係特佳者。

該表面活性劑係典型以相對小量如自 0.01 至 5 wt%，如自 0.01 至 1 wt%(基於該組成物之總固體之重量計，其中總固體為除溶劑載劑之外之全部組成物組分)存在於該組成物中。

該阻劑圖案處理組成物除了包含該鹼性材料及表面活性劑組分之外，可包含一種或多種視需要之組分。舉例而言，該組成物可包括一種或多種除了任何用於該鹼性材料及表面活性劑之溶劑之外的溶劑。如上揭者，用於該組成物中之該鹼性材料及其他物之溶劑材料應不溶解該下方光阻或最小化地溶解該下方光阻。適當之溶劑將因此取決於特定之下方阻劑材料，且可包括，例如，水及醇如正丁醇。該視需要之組分亦包括一種或多種鹼產生劑化合物，如熱鹼產生劑化合物及/或光鹼產生劑化合物。

該光阻圖案處理組成物可藉由以任意順序混合該鹼性材料及表面活性劑組分，以及任何另外之組分如溶劑及鹼產生劑化合物而予以製備。可將該等組分之一種或多種作為固體添加或呈使用適當溶劑的預混合溶液加入。

較佳地，該鹼性處理係包括使用四級銨氫氧化物及胺進行處理。該四級銨氫氧化物材料及胺可同時塗覆至該基板，例如自預混合之組成物或藉由同時但彼此分離地塗覆該等材料（於該例中，該組成物係原位形成者）。較佳地，該四級銨氫氧化物材料及胺係以該順列依次塗覆。該四級銨氫氧化物及胺材料可作為液體、氣體或蒸汽施加，且可藉由諸如旋塗、滴塗、蒸汽塗、化學氣相沈積（CVD）或其他傳統塗覆技術予以塗覆。其中，典型為以液體材料旋塗。典型地，該四級銨氫氧化物及胺材料可作為水溶液塗覆。若該四級銨氫氧化物及胺係同時塗覆，可使用諸如去離子水沖洗該經表面處理之基板。若該四級銨氫氧化物及胺係依次塗覆，該胺可作為水溶液塗覆，其亦有水沖洗之功能。該經表面處理之基板可視需要使用諸如去離子水進行沖洗，以移除過量之組成物。

表面處理之結果為，與阻劑圖案 106' 之原始臨界維度（critical dimension, CD）相比，該第一阻劑圖案 106" 之 CD 變得略微減小。咸信損失 CD 係由該第一阻劑圖案於該表面處理過程中之進一步顯影所造成。此表面處理形成經修飾之第一阻劑圖案表面 112，其係鹼性且具有較該經處理前之表面更小之線寬粗糙度。

該表面處理之後，可視需要於第二硬烘烤製程中對該基板進行熱處理。如下文更詳細討論者，得自該製程之該第一阻劑圖案之維度可藉由對該第二硬烘烤之適宜條件進行選擇而精確調節並控制。此熱處理製程典型係於熱板上或於烘箱中進行，且條件將取決於諸如該阻劑圖案之特定材料及厚度，以及該圖案 CD 之所欲改變。該視需要之熱處理之典型條件係包括自約 120°C 至 200°C 之溫度以及自約 60 至 120 秒之時間。

如第 1E 圖所示，如上揭之第二光敏組成物係塗覆於該第一阻劑圖案 106" 及 BARC 層 104 上，以形成第二光敏層 114。該第二光敏組成物可與該第一光敏組成物相同或不同，且除了特別指定者外，可使用上揭關於該第一光敏層相同方式(包括材料及條件)塗覆及加工。雖然該第一光敏組成物之基調可為正作用或負作用，該第二光敏組成物之基調係正作用。通常，對於此組成物之選擇將取決於特定之應用及所包括之幾何學。於該例示性說明之方法中，該第一光敏組成物及該第二光敏組成物兩者皆為正作用。

可隨後對該第二光敏層 114 進行軟烘烤。若該第二光敏層 114 係欲使用浸潤微影工具進行曝光，可將如上揭之頂塗層(未顯示)置於該第二光敏層 114 之上。若使用頂塗層，可於塗覆該頂塗層組成物之後而非塗覆該頂塗層組成物之前，對該第二光敏層 114 進行軟烘烤。

參考第 1F 圖，該第二光敏層 114 係通過第二光罩 116 選擇地曝光於活化輻射 108，該第二光罩 116 係視需要具

有對應於該第二光敏層會於顯影後保留之部份之不透明區域。該第一阻劑圖案 106" 之經鹼性修飾之表面區域 112 阻止緊鄰該表面區域之該第二阻劑層 114 中的光反應。結果，未反應之第二光敏組成物之層 114a' 係保留於該第一阻劑圖案 106" 之上。該經曝光之第二光敏層 114 係於曝光後烘烤中熱處理，並加以顯影，留下位於該第一阻劑圖案 106" 上之該未反應之第二光敏組成物之層 114a' 及阻劑線 114b'，以形成位於該第一阻劑圖案 106" 之線間的第二阻劑圖案，如第 1G 圖中詳述者。所得經顯影之該第一阻劑圖案之影像當與該第一光阻層之較早顯影後所得者相比，係具有經改善(即，減小)之表面粗糙度。

將該第二光敏層顯影之後，同時使用該第一及第二阻劑圖案 106"、114a' 及 114b' 作為蝕刻罩對該 BARC 層 104 進行選擇性蝕刻，曝露該下方硬罩層 103。隨後，再次同時使用該第一及第二阻劑圖案作為蝕刻罩對該硬罩層進行選擇性蝕刻，得到經圖案化之 BARC 層 104' 及經圖案化之硬罩層 103'，如第 1H 圖所示。用於蝕刻該 BARC 層及硬罩層之適當之蝕刻技術及化學品係該技藝中已知者，且將取決於諸如此等層之特定材料。乾法蝕刻製程如反應性離子蝕刻係典型者。隨後，使用已知技術如氧電漿灰化將該第一及第二阻劑圖案及經圖案化之 BARC 層 104' 自該基板移除。然後，使用該硬罩圖案 103' 作為蝕刻罩，選擇性蝕刻該一層或多層之層體 102。用於蝕刻該下方層 102 之適當蝕刻技術及化學品係該技藝中已知者，其中乾法蝕刻製程

如反應性離子蝕刻係典型者。隨後，可使用已知技術如乾法蝕刻製程如反應性離子蝕刻將該經圖案化之硬罩層 103' 自該基板表面移除。所得兩次圖案化之結構係為經蝕刻特徵的圖案 102'，如第 11 圖中例示性說明者。於另一種例示性方法中，所欲者可為在不使用硬罩層 103 下，使用經修飾之第一光阻圖案 106" 及第二圖案 114b' 直接對該層 102 圖案化。採用使用該阻劑圖案之直接圖案化是否可行將取決於若干因素，如所包括之材料、阻劑選擇性、阻劑圖案厚度及圖案維度。

熟識該技藝之人士應清楚明瞭，上揭製程係不限制於兩次曝光單蝕刻兩次圖案化，而是可用於三次曝光單蝕刻三次圖案化，甚或更高次數之多次曝光圖案化製程（藉由將該製程中以虛線表示之始於該第一硬烘烤至該額外光敏層之顯影的一系列步驟重複一次或多次而塗覆及圖案化額外之光阻層）。

參考第 2 圖，業經發現，與表面處理製程之前的 CD 相比，對該第二阻劑層 114 顯影之後，該第一阻劑圖案之 CD 隨著該第二硬烘烤（鹼性表面處理後）之溫度的增加而降低，且隨著該第二硬烘烤之溫度的降低而增加。基於此發現，可藉由適宜選擇第二硬烘烤條件而以該第二硬烘烤製程對該第一阻劑圖案之 CD 生長進行準確控制。更具體而言，吾人可選擇適宜之烘烤溫度，其將導致所欲之 CD 的增加、降低或不變。雖然 CD 之改變與硬烘烤溫度間之確切關係將取決於用於該第一阻劑圖案之特定材料、表面處理化

學及第二光阻組成物，第 2 圖係例示性說明通常關係。作為此關係之結果，可藉由重複上揭之始於第一硬烘烤至顯影之該等製程(如第 1 圖中虛線箭頭所指)來進一步調節對第二阻劑層顯影後獲得之該阻劑圖案的維度。可將該順序重複一次或多次以獲得所欲之該第一阻劑圖案的 CD。

本發明可用於電子裝置之製造中的多種情形。舉例而言，本發明尤其可用於作為用於兩次或更高次數圖案化(或節距分割(pitch-splitting))如兩次、三次或更高次數曝光單蝕刻兩次圖案化之基礎，以及改善阻劑圖案線寬粗糙度。可依所欲可控地修整或加寬阻劑圖案。

本發明之方法係包括以有效使得該阻劑圖案之表面為鹼性之材料處理所形成之阻劑圖案。雖然不限於此，用於處理該阻劑圖案之例示性材料係揭示如下。

下列非限制性實施例係用於例示性說明本發明。

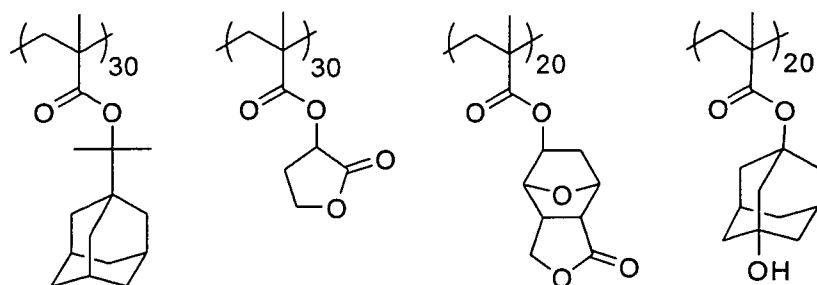
實施例

比較例 1，實施例 1 至 6：

L1 阻劑聚合物(聚(IAM/ α -GBLMA/ODOTMA/HAMA))之合成

將 10.51 公克(g)之 2-甲基-丙烯酸 1-異丙基-金剛烷基酯(IAM)、6.82 g 之 2-甲基-丙烯酸 2-側氧基-四氫呋喃-3-基酯(α -GBLMA)、6.36 g 之 2-甲基-丙烯酸 3-側氧基-4,10-二氧雜-三環[5.2.1.0^{2,6}]癸-8-基酯(ODOTMA)及 6.31 g 之 2-甲基-丙烯酸 3-羥基-金剛烷基酯(HAMA)溶解於 27 g 之四氫呋喃(THF)中。藉由使用氮氣鼓泡 20 分鐘對該混合物進行脫氣。將 11 g 之 THF 充填入配備冷凝器、氮

氣入口及機械攪拌器之 500 mL 燒瓶中，使該溶液達 67°C 之溫度。將 5.23 g 之 2,2-偶氮二異丁酸二甲酯(17 莫耳%(mol%)，基於總單體計)溶解於 5 g 之 THF 中，並將之充填入該燒瓶中。以每小時 16.0 毫升之速率於 3 小時又 30 分鐘內將該單體溶液饋入反應器中。接著，將該聚合反應混合物於 67°C 攪拌額外之 30 分鐘。隨後，將 5 g 之 THF 加入該反應器中，並將該聚合反應混合物冷卻至室溫。於 1.0 公升(L)之異丙醇中實施沈澱。過濾後，乾燥該聚合物，再溶解於 50 g 之 THF 中，於 1.1 L 之異丙醇中再沈澱，過濾，並於真空烘箱中於 45°C 乾燥 48 小時，得到 25.4 g 之如下顯示之聚(IAM/ α -GBLMA/ODOTMA/HAMA)聚合物($M_w = 7,934$ 且 $M_w/M_n = \sim 1.46$)：



L1 阻劑之配方

將 3.169 g 之如上揭者形成之聚合物溶解於 96.38 g 之 70 wt%丙二醇單甲醚乙酸酯(PGMEA)及 30 wt%環己酮的溶劑混合物中。將 0.405 g 之(金剛烷-1-基甲氧基羰基)-二氟-甲烷磺酸三苯基銻鹽、0.041 g 之 1-(第三丁氧基羰基)-4-羥基哌啶及 0.005 g 之 POLYFOX® PF-656 表面活性劑(Omnova Solutions Inc.)加入此混合物中。將所得之混合物於輥上滾動 6 小時，然後通過具有 0.2 微米孔徑之特

氟隆(Teflon)過濾器過濾，從而形成正作用光阻組成物。

表面處理溶液之配方

藉由將 0.01 g 之(TAEA) (Sigma-Aldrich)加入 99.99 g 之表面活性劑溶液(OptiPattern™ Clear-I, Air Products and Chemicals, Inc., Allentown, PA, USA)中製備表面處理溶液。所得溶液通過具有 0.1 微米孔徑之尼龍過濾器過濾。

晶圓之製備

將 AR™ 40A 抗反射劑(Rohm and Haas Electronic Materials)旋塗於 300 毫米(mm)矽晶圓上，以於 TEL CLEAN TRACK™ LITHIUS™ i+塗覆器/顯影儀上形成第一底部抗反射塗層(BARC)。於 215°C 將塗覆有該第一 BARC 之晶圓烘烤 60 秒，以獲得 75 nm 厚度之第一 BARC 膜。使用 AR™ 124 抗反射劑(Rohm and Haas Electronic Materials)將第二 BARC 層塗覆於該第一 BARC 上。於 205°C 烘烤晶圓 60 秒，以產生 23 nm 之頂部 BARC 層。將這些晶圓用於下揭之該第一微影(L1)影像之後續圖案化。

第一微影(L1)

於該塗覆器/顯影儀上將 L1 阻劑配方塗覆於塗覆有雙層 BARC 之晶圓上，並於 110°C 軟烘烤 60 秒，以提供 950 埃(Å)厚度之第一阻劑層。於該第一阻劑層之上形成頂塗層，使用數值口徑為 1.35 之 ASML TWINSKAN™ XT:1900i 浸潤掃描儀以及二極照明(0.89 外西格瑪(sigma)/0.76 內 sigma)通過如第 3 圖中顯示之具有線及空間圖案之二階標

線板(binary reticle)進行曝光。該標線板上之臨界維度(CD)包括於 90 nm 節距之 45 nm 線(45 nm 1:1 線及空間)。將該標線板定位成使得每一晶片中該經圖案化之線及空間係處於水平方向，如第 3A 圖例示性說明者。以自 16 至 38 mJ/cm² 之不同曝光劑量將各種 CD 以 90 nm 節距印刷於該晶圓上。使用固定聚焦深度及曝光劑量之增量改變來成像晶片而使得當該晶圓上之刻痕向下時，每一列之曝光劑量自左向右增加。接著，於 100°C 對該等晶圓進行曝光後烘烤(PEB) 60 秒，再使用 Microposit™ MF CD-26 顯影儀(Rohm and Haas Electronic Materials)顯影 12 秒，以使得 L1 圖案化。

固化及表面處理

於 180°C 對經 L1 圖案化之晶圓進行固化烘烤製程 60 秒，以供用於後續之第二微影製程。除了比較例 1 之外，經熱固化之該等晶圓係使用該表面處理溶液來處理該等晶圓(於該晶圓軌道上旋轉晶圓)，接著，於各種溫度硬烘烤，如第 4 圖中所示者。

第二微影(L2)

隨後於塗覆器/顯影儀上使用 EPIC™ 2098 光阻(Rohm and Haas Electronic Materials)塗覆經 L1 圖案化之該等晶圓，並於 110°C 軟烘烤 60 秒，得到 650 Å 之膜厚度(於裸矽晶圓上測量)。於該第二阻劑層上形成頂塗層。使用與該 L1 製程中相同之掃描儀設定及標線板將該頂塗層及第二阻劑層曝光並顯影，以產生第二(L2)阻劑圖案，惟不同

之處在於該等晶圓係相對於該 L1 之定向旋轉 90 度，如第 3B 至 3C 圖所示者。於每一晶片中，當晶圓上之刻痕向下時所得之 L2 圖案係定向於垂直方向，從而與該 L1 製程中定向於水平方向之線及空間一起形成交叉網格，如第 3D 圖所示者。

計量學

對該等晶圓進行兩次圖案化之後，於 CG 4000 SEM (Hitachi High Technologies America, Inc) 上測量該等晶圓之 CD。於每一晶片上檢測三個區域：(1) 於該 L2 製程中整片曝光 (flood exposed) 之 L1 圖案 (該晶片之左下角)；(2) 於 L1 之後，印刷於開放空間內之 L2 影像 (該晶片之右上角)；以及 (3) L1 線與 L2 線交叉之接觸孔區域 (該晶片之右下角)。

結果係總結於第 4 圖中所示之表內，其係包括 SEM 影像及 CD 測量數據。該 L1 影像及 L2 影像係分別於曝光劑量為 22 mJ/cm^2 及 23 mJ/cm^2 之 L1 曝光製程及 L2 曝光製程獲得。該接觸孔影像係於 L1 及 L2 之劑量分別為 22 mJ/cm^2 及 23 mJ/cm^2 獲得者。由於熱收縮，該原始 L1 影像係展現固化前之 CD 為 49.0 nm ，而於 180°C 固化 60 秒後之 CD 為 47.6 nm 。比較例 1 純粹使用熱固化，於兩次圖案化之後該 L1 圖案顯示顯著之收縮。測得 L1 之 CD 為 41.6 nm ，與兩次圖案化前之經固化之 L1 之 CD 相比收縮 6 nm 。儘管 L1 圖案於兩次圖案化製程中有收縮，仍獲得成功之兩次圖案化結果。實施例 1 證實了於 L1 及接觸孔 CD 上之表面處理

的效果。如可見者，使用經鹼處理之 L1 圖案進行兩次圖案化之後，所測得之 L1 圖案之 CD 增長約為 10 nm。實施例 2 至 6 證實，對 L1 及接觸孔 CD 進行阻劑圖案處理之後硬烘烤溫度的效果。對於 120°C 與 150°C 間之硬烘烤溫度，發現 L1 之 CD 隨著溫度以約 0.3 nm/°C 之速率而實質上線性地變化。基於此等結果，咸信可使用鹼處理及處理後硬烘烤製程對最終接觸孔 CD 進行精確控制及調節。

進一步使用實施例 1 來分析該阻劑圖案處理製程之線寬粗糙度(line width roughness, LWR)效果。於 36mJ/cm² 進行 L1 曝光及顯影之後，分別於 34.6 nm 及 4.5 nm (3 sigma)測量 L1 圖案之線寬及線寬粗糙度。於 16mJ/cm² 進行 L2 曝光及顯影之後，再次進行測量，所得之線寬及線寬粗糙度分別為 45.7 nm 及 2.7 nm (3 sigma)。基於此等結果，可過度曝光 L1 阻劑影像，以提供小於目標 CD 之線，然後根據本文揭示之方法進行處理，以獲得於目標 CD 具有經改善之 LWR 的 L1 線。

實施例 7 至 58：

除了該表面處理溶液係藉由將表 1 之組分一起加入並使用具有 0.1 微米孔徑之尼龍過濾器進行過濾而製備之外，重複實施例 1 之過程。可預期產生接觸孔影像。

實施例 59 至 101：

除了下列之外，重複實施例 1 之過程：(1)對於第二(L2)微影曝光，未旋轉該光罩而是側向移動半節距之距離，因此使得該等 L2 線係置於 L1 線間之中央位置；以及

(2)該表面處理溶液係藉由將表 1 之組分一起加入並使用具有 0.1 微米孔徑之尼龍過濾器進行過濾而製備。將預期獲得緊密之線及空間的圖案。可預期產生密集之線及空間圖案。

表 1

實施例	胺 ¹	表面活性劑 ²	水(g)	實施例	胺	表面活性劑	水(g)
7, 59	A-1(5g)	S-1(1g)	194	29, 81	A-3(1g)	-	99
8, 60	A-1(2.5g)	-	97.5	30, 82	A-3(1g)	S-1(1g)	98
9, 61	A-1(1g)	-	99	31, 83	A-3(2.5g)	S-1(1g)	96.5
10, 62	A-1(0.1g)	-	99.9	32, 84	A-4(1g)	-	99
11, 63	A-1(2.5g)	S-2(1g)	96.5	33, 85	A-4(1g)	S-1(1g)	98
12, 64	A-1(2.5g)	S-1(1g)	96.5	34, 86	A-4(2.5g)	S-1(1g)	96.5
13, 65	A-1(2.5g)	S-1(0.75g)	96.75	35, 87	A-5(1g)	-	99
14, 66	A-1(2.5g)	S-1(0.5g)	97	36, 88	A-5(1g)	S-1(1g)	98
15, 67	A-1(2.5g)	S-3(10g)	87.5	37, 89	A-5(2.5g)	S-1(1g)	96.5
16, 68	A-1(2.5g)	S-4(20g)	77.5	38, 90	A-6(1g)	-	99
17, 69	A-1(2.5g)	S-5(0.05g)	97.45	39, 91	A-6(1g)	S-1(1g)	98
18, 70	A-1(1g)	S-1(0.1g)	98.9	40, 92	A-6(2.5g)	S-1(1g)	96.5
19, 71	A-1(1g)	S-1(0.3g)	98.7	41, 93	A-7(1g)	-	99
20, 72	A-1(1g)	S-1(0.5g)	98.5	42, 94	A-7(1g)	S-1(1g)	98
21, 73	A-1(2.5g)	S-1(0.1g)	97.4	43, 95	A-7(2.5g)	S-1(1g)	96.5
22, 74	A-1(2.5g)	S-1(0.3g)	97.2	44, 96	A-8(1g)	-	99
23, 75	A-1(5g)	S-1(0.1g)	94.9	45, 97	A-8(1g)	S-1(1g)	98
24, 76	A-1(5g)	S-1(0.3g)	94.7	46, 98	A-8(2.5g)	S-1(1g)	96.5
25, 77	A-1(5g)	S-1(0.5g)	94.5	47, 99	A-9(1g)	-	99
26, 78	A-2(1g)	-	99	48, 100	A-9(1g)	S-1(1g)	98
27, 79	A-2(1g)	S-1(1g)	98	49, 101	A-9(2.5g)	-	96.5
28, 80	A-2(2.5g)	S-1(1g)	96.5				

¹胺係 1 wt%水溶液，且具有上文定義之結構；

²S-1 = Tergitol™ TMN-6，10 wt%水溶液(The Dow Chemical Company, Midland, MI, USA)；

S-2 = Triton™ X-100，10 wt%水溶液(The Dow Chemical Company)；

S-3 = Tetronics™ 304，10 wt%水溶液(BASF Corporation, Florham Park, NJ USA)；

S-4 = Tetronics™ 1307 (BASF Corporation, Florham Park, NJ USA)；

S-5 = Surfynol™ 2502 (Air Products and Chemicals, Inc., Allentown, PA, USA)。

【圖式簡單說明】

將參考下列之圖式討論本發明，其中相似之引用數字表示相似之特徵，其中：

第 1A 至 1I 圖例示性說明根據本發明之二次曝光單蝕刻二次圖案化方法之製程流程；

第 2 圖係顯示於根據本發明之方法中，表面處理後烘烤之溫度對於微影圖案維度改變之影響的圖；

第 3 圖係例示性說明用於在半導體晶圓上形成雙層交叉線結構之光罩及曝光技術；以及

第 4 圖係包括實施例中揭示之兩次圖案化方法的 SEM 光學微照片及數據的表。

【主要元件符號說明】

100	基板	102	待圖案化之層體
102'	經蝕刻特徵的圖案		
103	硬罩層		
103'	硬罩圖案/經圖案化之硬罩層		
104	底部抗反射塗層		
104'	經圖案化之底部抗反射塗層		
106	第一光敏層	106'	第一阻劑圖案
106''	經硬化之第一阻劑圖案		
108	活化輻射	110	第一光罩
112	經修飾之第一阻劑圖案表面/經鹼性修飾之表面區域		
114	第二光敏層		
114a'	未反應之第二光敏組成物之層		
114b'	阻劑線	116	第二光罩

七、申請專利範圍：

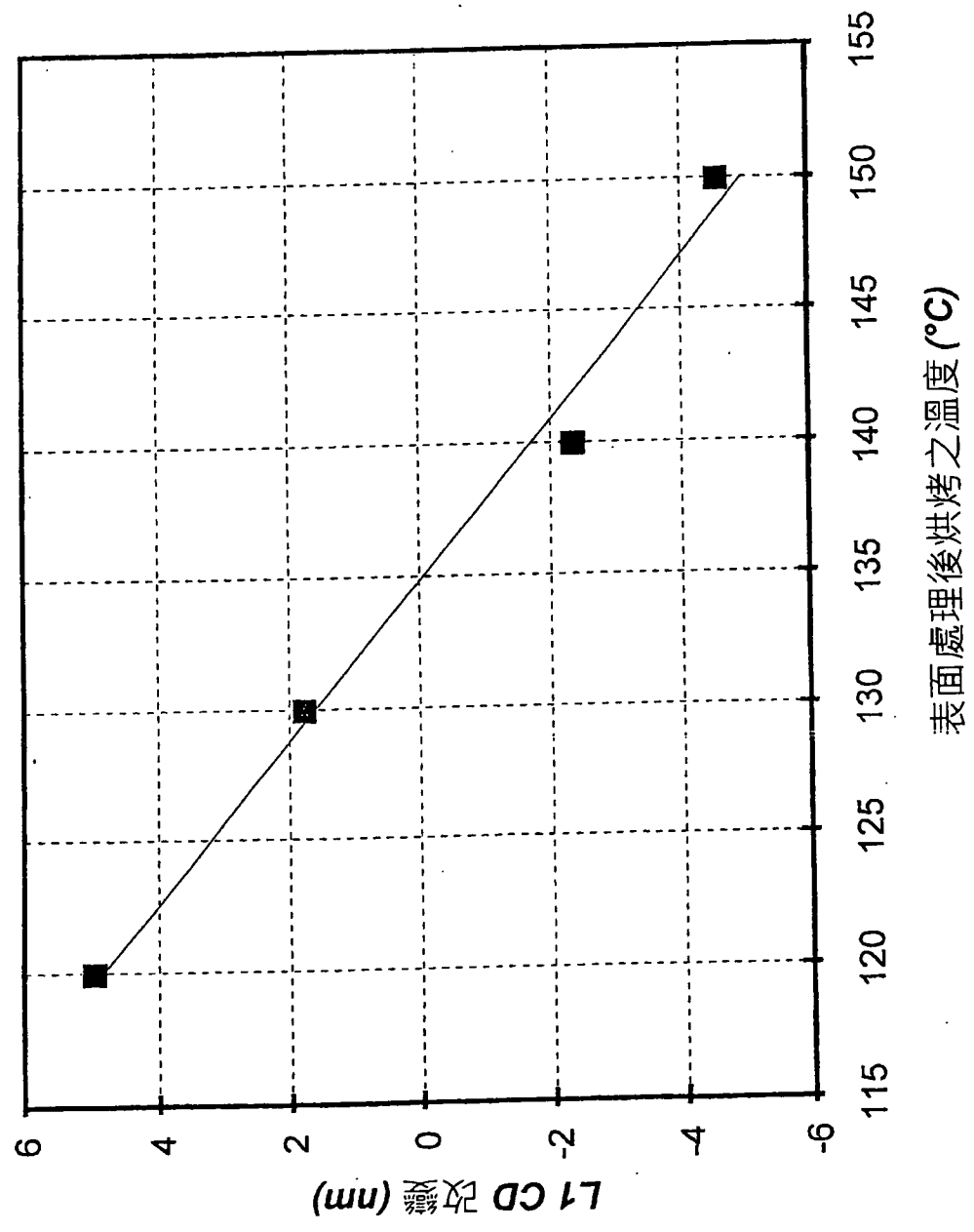
1. 一種形成電子裝置的方法，係包含：

- (a) 提供包含一層或多層待圖案化之層的半導體基板；
 - (b) 將第一層之第一光敏組成物塗覆於該一層或多層待圖案化之層上，其中，該第一光敏組成物係包含第一樹脂組分及第一光活化組分；
 - (c) 通過圖案化之光罩將該第一層曝光於活化輻射；
 - (d) 將該經曝光之第一層顯影，以形成第一阻劑圖案；
 - (e) 於硬烘烤製程中熱處理該第一阻劑圖案；
 - (f) 使用有效於使該第一阻劑圖案之表面鹼性的材料處理該經硬烘烤之第一阻劑圖案，其中，該材料包括水性鹼顯影劑；
 - (g) 將第二層之第二光敏組成物塗覆於該一層或多層待圖案化之層上並與該第一阻劑圖案之鹼性表面接觸，其中，該第二光敏組成物係包含第二樹脂組分及光酸產生劑，且該第二光敏組成物係正作用型；
 - (h) 通過圖案化之光罩將該第二層曝光於活化輻射；以及
 - (i) 將該經曝光之第二層顯影，以形成第二阻劑圖案。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該第一阻劑圖案及第二阻劑圖案係個別包含複數條線。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中，該第二阻劑圖案之複數條線與該第一阻劑圖案之複數條線交叉。

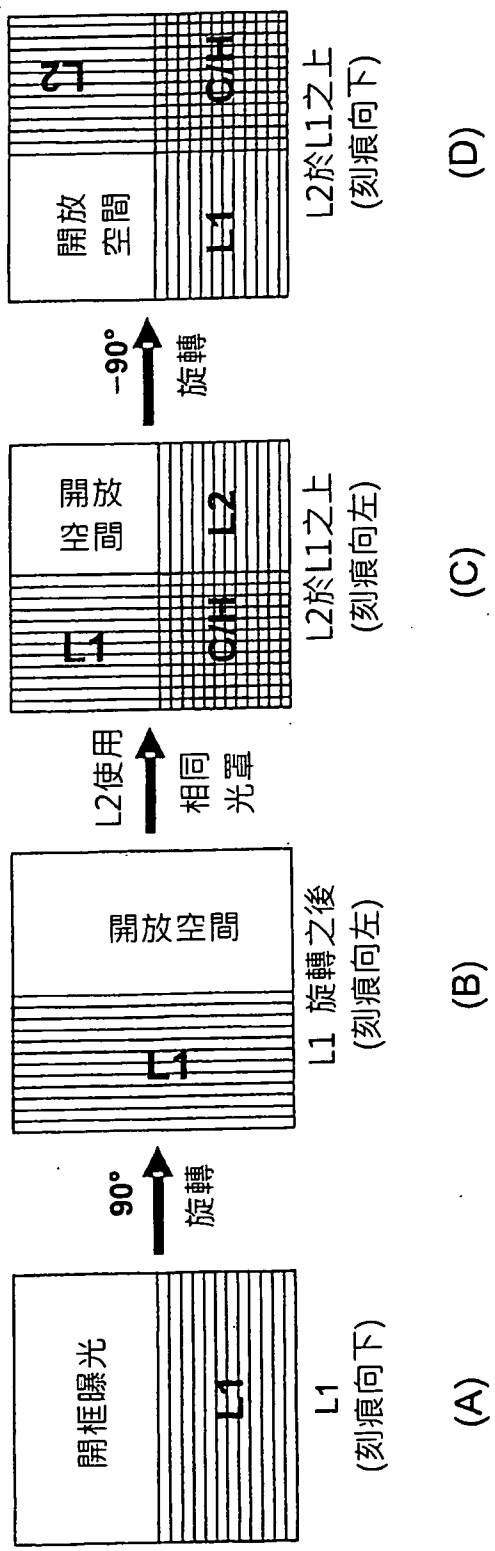
4. 如申請專利範圍第 3 項所述之方法，其中，該第一阻劑圖案及第二阻劑圖案定義複數個接觸孔圖案。
5. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中，該第二阻劑圖案之相鄰線係位於其各自之該第一阻劑圖案之相鄰線之間。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該第一硬烘烤製程係於約 150°C 或更高之溫度進行。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，於該使用有效於使鹼性之材料處理之步驟之後以及於該塗覆該第二光敏組成物層之步驟之前，進一步包含熱處理該經硬烘烤之第一阻劑圖案。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，使用有效於使該第一阻劑圖案之表面鹼性的材料處理該經硬烘烤之第一阻劑圖案係包含使用鹼性材料及表面活性劑處理該第一阻劑圖案。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，使用有效於使該第一阻劑圖案之表面鹼性的材料處理該經硬烘烤之第一阻劑圖案係包含使用一級胺或二級胺處理該第一阻劑圖案。
10. 如申請專利範圍第 9 項所述之方法，其中，使用有效於使該第一阻劑圖案之表面鹼性的材料處理該經硬烘烤之第一阻劑圖案係包含使用氫氧化四級銨溶液之後使用一級胺或二級胺來依序處理該第一阻劑圖案。
11. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，該水性鹼性

鹼顯影劑係氫氧化四級銨溶液。

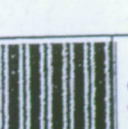
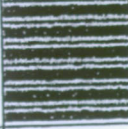
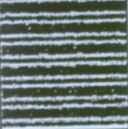
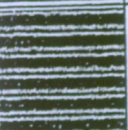
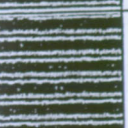
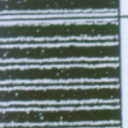
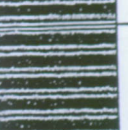
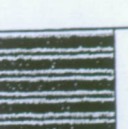
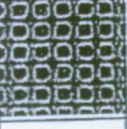
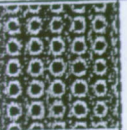
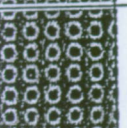
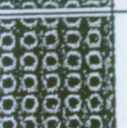
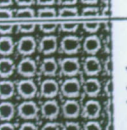
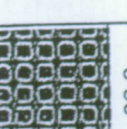
12. 如申請專利範圍第 11 項所述之方法，其中，該氫氧化四級銨溶液係氫氧化四甲基銨。



第2圖



第3圖

	比較例1	實施例1	實施例2	實施例3	實施例4	實施例5	實施例6
固化烘烤	180°C	180°C	180°C	180°C	180°C	180°C	180°C
表面處理	否	是	是	是	是	是	是
表面處理之後 之硬烘烤溫度	N/A	N/A	120°C	130°C	140°C	150°C	180°C
L1劑量 (mJ/cm ²)	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0
L1影像							
L1 CD (nm)	41.6	57.1	54.0	50.1	45.0	40.0	40.6
L2劑量 (mJ/cm ²)	23	23	23	23	23	23	23
L2影像							
L2 CD (nm)	40.1	43.15	41.2	40.7	39.8	39.1	39.2
接觸孔影像							
L1 棒 CD (nm)	38.4	68.3	52.8	50.3	48.4	44.1	36.8
L2 棒 CD (nm)	38.5	NA	44.3	45.9	42.9	44.6	37.7

第4圖