

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： 有 無主張優先權

本案已向美國申請專利；申請日：2001年7月23日 案號：09/912,116號

有關微生物已寄存於： 寄存日期： 寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明()

發明領域：

大體上，本發明係關於一種使用在半導體工業中之光罩的製造方法。詳言之，本發明明關於在備製光學成像的高性能光罩中很有用的一特殊的處理步驟的組合。光罩的光學成像使用到一深紫外線(DUV)光阻加上至少一抗反射鍍層(ARC)。該 DUV 光阻係使用一光學直接刻寫連續雷射光罩刻寫工具來加以成像的。

發明背景：

光阻組成被使用在用來製造微型化的電子元件上之微影成像處理中，如半導體元件結構的製造中。該微型化的電子元件結構圖案由於時間效率的關係典型地是藉由將一圖案從一覆蓋在該半導體基材上的圖案罩幕層上轉移而來(其可經由一圖案罩幕層的毯覆處理來達成)，而不是直接刻寫於半導體基材上。關於半導體元件處理，該圖案罩幕層可以是一圖案光阻層或一圖案"硬"罩幕層(典型地為一無機物質或一高溫有機物質)其位在該將被形成圖案之半導體元件結構的表面上。該圖案罩幕層典型地是使用通常被稱為光罩的另一罩幕來產生。一光罩典型地為一薄的含金屬層(如，一含鉻，含鈿，或含鎢層)其被沉積在一玻璃或石英板上。該光罩被形成圖案用以包含將被再生於覆蓋在一半導體結構上之該罩幕層上的每個元件結構圖案的"硬拷貝(hard copy)"。

一光罩可用數種不同的技術來產生，端視光罩上的

五、發明說明()

圖案的刻寫方法而定。由於今日半導體結構在尺寸上的要求，刻寫技術通常是使用雷射或電子束。形成一光罩之一典型的處理包括了：提供一玻璃或石英板，沉積一含鉻層於該玻璃或石英表面上，沉積一抗反射鍍層(ARC)於該含鉻層上，施用一光阻層於該 ARC 層上，直接在該光阻層上刻寫用以形成一所想要的圖案，將在該光阻層上的圖案顯影，將該圖案蝕刻至該含鉻層上，及去除殘留的光阻層。當光阻層上與該刻寫幅射接觸的區域在顯影期間變得較易去除時，光阻及被稱為正作用(positive-working)光阻。當光阻層上與該刻寫幅射接觸的區域在顯影期間變得較難去除時，光阻及被稱為負作用(negative-working)光阻。先進的光罩製造材質通常包括由選自於鉻，氧化鉻，氮氧化鉻，鈾，矽化鈾，及矽化鈾鎢之材質層的組合。

如之前提及的，光罩是用來將一圖案轉移至底下的光阻的，光罩被曝露在毯覆式的照射下，該照射通過在光罩上的開口區照在光阻的表面上。該光阻然後被顯影且被用來將該圖案轉移到底下的半導體結構上。由於今日在圖案尺寸上的要求(通常小於 0.3 微米)，該光阻最好是一化學地加強的 DUV 光阻。在光罩本身的製造中，一化學地加強的 DUV 光阻是與一直接刻寫電子束刻寫工具一起使用的。最近，比需使用一直接刻寫連續波雷射工具來完成額外的工作，該工具可以是由設在美國奧勒岡州 Hillsboro 市的 ETEC System 公司所製造的 ALTA™ 雷

五、發明說明()

射工具。

一光罩的備製是一複雜的處理其涉及許多會影響到該光罩上的圖案的關鍵尺寸之相互關連的步驟，及在整個光罩表面區域上之圖案關鍵尺寸的一致性。藉由改變在光罩製程中之不同的步驟，該製程本身的再現性即被改變，包括處理窗在內。處理窗係指可被改變又不會到所製造產品造成不利的結果之處理條件數量。處理窗愈大，在處理條件上的所允許的改變就愈大且不會對產品有不利的影響。因此，一較大的處理窗是所想要的，因為這通常可獲得較高的產量。

在此工業中已有許多努力成果是藉由改良個別的處理步驟來改善製程的可靠度，然而，當一製程涉及多個相互關連的處理步驟時，改變單一處理步驟會對於其它相關的處理步驟造成無可預期的結果。

光罩製程步驟通常包括以下所述，其中用來形成光罩的最初基材為一含氧化矽的基礎層，其具有一含金屬(典型地為鉻)的罩幕物質層。一無機抗反射鍍層(ARC)或一有機 ARC，或有機與無機 ARC 層的組合可被施用於該鉻罩幕物質的表面上。然後一光阻層被施加於該抗反射鍍層之上。該光阻典型地為一有機材質其可溶解或分散於一溶劑中。光阻的溶解或分散典型地被旋轉塗佈在該光罩製造結構表面上。典型地，該光阻被施加於該製造結構表面上的一 ARC 層上。某些溶劑或分散媒介於旋轉塗佈期間被去除。殘留的溶劑或分散媒介隨後藉由其它

五、發明說明()

方式，如典型地藉由烘烤該製造結構，來加以去除。此步驟通常被稱之為"施用後烘烤(post apply bake)"或 PAB。該光阻然後曝露於照射下(成像)，用以產生一圖案於光阻層上，當該圖案包括小於 0.3 微米的尺寸時，典型地係藉由一直接刻寫處理來形成。第二烘烤典型地被稱為"曝光後烘烤(post exposure bake)"或 PEB。該光阻然後使用乾式處理或濕式處理來顯影用以產生穿透該光阻層厚度之開口。一旦光阻被形成圖案使得圖案開口延伸穿透該光阻層到達一 ARC 層的上表面，或到達在一 ARC 層底下的表面時，在該形成有圖案之光阻上的圖案即利用乾蝕刻而經由該含鉻的罩幕層及在該含鉻層上的任何其它層而被轉移。

於 2001 年五月 3 日提申，名稱為"Organic Bottom Antireflective Coating For High Performance Mask Making Using Optical Imaging"的美國專利申請案第 09/848,859 號中描述了一種光罩製程。此專利申請案藉由此參照而被併於本文中。如在'859 號申請案中所述的，在償試製造一關鍵尺寸小於 0.3 微米的光罩時遭遇到許多的問題。又，在製造一圖案的關鍵尺寸在整個光罩的表面都很一致的光罩時，需要對每一光罩製程中的每一步驟內的處理變數都加以極小心的控制。例如，在圖案轉移之前，在底下的基材的表面上之經過顯影的(已形成圖案的)光阻經常在圖案輪廓的底部呈現出一"腳"，該輪廓底部是該光阻層與在一含鉻表面上之底下的 ARC 層的交接處，

五、發明說明()

即使是有該底下的 ARC 層(其典型地為一氮氧化鉻材質)存在亦然。該腳在整個光罩基材表面上的大小並非是一致的，因為在整個基材表面上的基本(basisity)變化是隨機的。因為該腳是可變的，所以很難實施度量來決定完工的光罩是否符合尺寸要求。

某些已成像或已顯影的正像光阻呈現一"t"形頂輪廓。此外，該已形成圖案之光阻層的表面典型地呈現駐波，因為直接刻寫在該光阻層上期間所發生的反射的關係，即使是有底下的 ARC 層存在亦然。

Gilles Amblard 等人在 1992 年發表於 Microelectronic Engineering (Vol. 17(1992)275-278)中的文章中描述了由 X 光，電子束或深紫外線石版印刷來實施之化學地加強(CA)的光阻系統的顯影是符合高解析度及高速挑戰最成功的解決方案。然而，他們發現有圖案輪廓不規則出現，這會限制負光阻的使用。即使是正確的曝光劑量被施用在整個被沉積的圖案的厚度上，一液體的顯影劑會溶解該光阻與底下的基材接觸的底部部分。在與基材相交會的界面處的圖案中可發現 0.1 至 0.2 微米厚的裂縫，導致在微小圖案中之黏著損失。在顯影及成像於旋施玻璃(SOG)及鋁基材上的光阻上都發現此一問題。

於 1998 年二月 20 日授予 Sony 公司的日本專利第 10048831 號係有關於在一將被形成圖案的薄膜上之一化學地加強的光阻膜的圖案形成。該將被形成圖案的薄膜的成分並未載述該日本專利的英文摘要中。該形成處理

五、發明說明()

包含：(a)用一包含除了硫以外的硫屬(chalcogen)的保護膜來覆蓋該將被形成圖案的薄膜；(b)將該化學地加強的光阻膜沉積至該保護膜上；(c)對該化學地加強的光阻膜實施選則性的曝光，曝光後的烘烤及顯影以形成一光阻圖案；及(d)選擇性地將該保護膜被曝光的部分去除掉。該處理的優點為該將被形成圖案的薄膜的表面被該保護膜預先鈍化。這可防止在該化學地加強的光阻膜與將被形成圖案的薄膜之間的活性物質擴散並防止在將被形成圖案的薄膜界面處濃度降低。所得之光阻圖案被稱為"沒有不正常的形狀"。

在 1998 年三月 3 日授予 Kobayashi 等人的美國專利第 5,723,237 號專利中，該案發明人揭示一種經由未曝光的試驗光阻薄膜來決定光阻圖案形成的烘烤條件的方法。詳言之，將一板子上及介於板子間的關鍵尺寸的標準差最小化(亦即其將關鍵尺寸最小化)的光阻圖案是利用特殊方法來形成的。該方法允許決定光阻圖案形成的條件，其包括了一薄膜形成處理，一光阻薄膜烘烤處理，一曝光處理，及一顯影處理。該方法包括備製多片板子，每一板子都具有一光阻膜形成於其上，烘烤在板子上的光阻膜且每一板子都有不同的烘烤條件。在沒有對圖案成像實施一薄膜曝光下，該經過烘烤的薄膜接受一溶解處理用以產生光阻膜的部分溶解。所得到的資料被用來決定烘烤一預期的(prospective)光阻膜的溫度條件，其可將整個板子上的殘留光阻厚度(在部分溶解之後)在均勻

五、發明說明()

性上的改變最小化。

第 1 圖(並非取自於'237 號專利，而是取自於該案專利受讓人的出版品)顯示一光罩板的厚度均勻相的圖表 100，其為一具有約 5000 埃的最初厚度之光阻膜在接受一可減少其平均薄膜厚度之溶解處理後的情形。圖表 100 的軸 120 顯示在光罩板上的薄膜厚度變化為 PAB 溫度的一個函數。(殘留薄膜的)厚度均勻性(為軸 110 之施用後烘烤(PAB)的溫度的一個函數。惟，所測得的溫度為在該光罩板底下的一熱板的溫度而非光阻本身的溫度。該資料係關於一 DUV 光阻薄膜(該光阻可為設在美國紐澤西州 Somerville 市的 AZ Clariant 公司所製售的 DX1100P/AR3)。該等 DUV 光阻膜在一預定的 PAB 溫度下被烘烤達 9 分鐘(曲線 112)，12 分鐘(曲線 114)，或 15 分鐘(曲線 116)。第 1 圖的軸 130 亦顯示以原來薄膜厚度的 % 的方式之經正規化後的薄膜厚度改變率，其為軸 110 所示之 PAB 溫度的一個函數。9 分鐘的烘烤時間被示於曲線 102 上，12 分鐘烘烤時間被示於曲線 104 上，及 15 分鐘烘烤時間被示於曲線 106 上。很明顯地，PAB 溫度對於光阻的顯影而言在顯影率及在整個光阻的表面上之顯影均勻性兩方面上都是很重要的。

Kohji Katoh 等人發表於 SPIE Symposium on Photomask and X-Ray Technology Vi, Yokohama Japan, September 1999 (SPIE) Vol. 3748, 0277-786X/99 期刊上一篇名為 "Improvement of Post Exposure Delay Setibility

五、發明說明()

of Chemically Amplified Positive Resist"文章中，描述了用於下一代(小於 0.18 微米)的光罩製造上之酚醛清漆(novolak)基的化學地加強的正光阻的發展。該光阻被宣稱可藉由使用一親水的多酚錯合物來防止在一輪廓的基礎上之足跡。該光阻被用來在 $4.0\mu\text{C}/\text{cm}^3$ 的劑量下形成被良好界定的 0.25 微米線及空間圖案於一 CrOx 基材上。高加速電壓(50kV)電子束刻寫機 HL-800M 被發展來提供較佳的關鍵尺寸控制。然而，高加速電壓降低了光阻的敏感性。為了加以補償，需要一化學地加強的光阻。該經過顯影的光阻包括四個成分：一酚醛清漆(novolak)混合樹脂，一多酚錯合物，一酸產生劑，及一溶解抑制劑。

在 Choi Pheng Soo 等人發表於 IEEE Transacting On Semiconductor Manufacturing, Vol. 12, No.4, November 1999)的一篇論文"Enhancement or Reducing of Catalytic Dissolution Reaction in Chemically Amplified Resist by Substrate Contaminations"中描述了光阻與基材在界面處之可改變了溶解反應的化學互動，且會損及光阻特徵結構的側壁輪廓。隨著在基材上之殘留物的本質，會觀察到有"底部緊束"(BP)效應及足跡，特別是對於負化學地加強(CA)的光阻而言。該 BP 效應會在 CA 光阻的一有機底部抗反射鍍層(BARC)的頂部上被觀察到。該 BP 係導因於底下的有機 BARC 所產生的酸。藉由 BARC 軟烘烤溫對的最佳化，該 BP 效應可被消除。

由 Timothy G. Adams 等發明人在讓渡給 Shipley LLC

五、發明說明()

公司且於 2000 年三月 22 日公開之歐洲專利申請案第 EPO 987600 A1 中描述適合用作為一抗反射鍍層(ARC)之新的光吸收交聯組成物，特別是適合短波長成像硬用中，如 193nm。該等 ARC 最好是與一過度塗佈的光阻層一起使用(即，底層 ARC)且大體上包含可有效地吸收被反射之次 200nm 曝光幅射之 ARC 樹脂結合劑。詳言之，該抗反射組成物包含一具有酚基的樹脂結合劑。酚基被描述為直接懸垂於該抗反射組成樹脂的樹脂背骨上。

以上所述係關於使用化學地加強的光阻於半導體基材上，或關於使用化學地加強的光阻結合電子束石版印刷來製造一光罩。該發明與前技不同處在於，該發明使用一光學系統，一直接刻寫連續波雷射，來將一化學地加強的光阻成像，該光阻是被用來將一圖案移轉至一光罩上。然而，在使用一光學成像系統加上一化學地加強的光阻來製造一光罩上仍遭遇到前述的許多問題。

第 2A 圖顯示用來形成一光罩之一前技起始結構 200 的一示意剖面圖，該結構由下往上包括一石英基材 202，其上覆蓋一含鉻層 204，其上再覆蓋一 ARC 層 206，及一正調(positive tone)光阻層 208。如在第 2B 及 2C 圖所示的，在使用一電子束刻寫工具將光阻層 208 形成圖案之後，通常會有一"腳"210 從形成有圖案的光阻層 208 的下部朝向 ARC 層 206 的表面延伸。腳 210 的存在會使得在後續將光阻圖案經由 ARC 層 206 及含鉻層 204 移轉蝕刻期間維持關鍵尺寸的控制變得很困難。該腳亦會影響

五、發明說明()

到石版印刷的度量能力。

第 2C 圖(其為形成圖案後之光阻層 208 的一部分的放大圖)顯示線 207 其在線 207 的頂部有 "t"形頂 213，在線 207 的基部有腳 210，及在線 207 的側壁 211 的表面 212 上有波紋(駐波)214 該 "t"形頂 213 被認為是因為在圖案顯影之前的處理期間發生在光阻層的上表面上的污染/反應所造成的。駐波 214 是該光阻材料內之被反射的幅射所產生的，其是發生在用電子束刻寫工具直接刻寫圖案於光阻層 208 的期間發生的。該 ARC 層 206 可藉由減少從底下的層及元件特徵反射回到光阻層 208 中的反射來減少駐波效應，但所產生的駐波會隨著成像系統及特定光阻的材料成分而有程度上的不同。當光阻是一化學地加強的光阻時，光阻材料的透明度在整個直接刻寫處理期間特別高之下，會造成反射性提高的結果，而這也會增加駐波 214 的形成。

第 2D 圖顯示一經過顯影之光阻的示意側視圖，該光阻為一負調 DUV 化學地加強的光阻。該經過顯影的光阻在一線圖案的基部表現出"緊束(pinching)"，如第 2D 圖中所示。在負調形成有圖案的光阻 228 上的線 221 在側壁表面 222 上表線出駐波 224，及在線 221 的基部 230 有一窄縮或"緊束"現象。此緊束是因為在一負調光阻 228 中該該光阻之被照射的部分會起反應(典型地為交聯)以形成一聚合物，該聚合物在該圖案的顯影期間不會溶解於顯影劑中。光阻 228 側壁表面 222 如箭頭 232 所示的

五、發明說明()

於包括線 221 在內的被照射的圖案的顯影期間被凹切 (undercut)。

很明顯地，很需要一種光罩的製造方法其可提供具有 0.3 微米或更小的關鍵尺寸的特徵結構，且關鍵尺寸的在該光罩的整個表面上的均勻性可被維持。為了符合此一需求，必需具有一種製造一形成有圖案的、經過顯影的光阻的方法，該光阻與該光罩的整個表面上被均勻地成像及顯影。該光阻之經過顯影的圖案輪廓需要以在基部上的腳，在光阻的頂部之 "t" 形頂，及在該經過顯影的側壁上的駐波的形式來表現最小的表面變形。此經過改善之被顯影的光阻可被用來將該特徵結構的圖案移轉至一底下的光罩上。

發明目的及概述：

本發明係關於一種使用一直接刻寫連續波雷射之光學地製造一光罩的方法，其包括的步驟為施用一有機抗反射鍍層於一包括了一含鉻層之光罩的表面上；施用一被化學地加強的 DUV 光阻於該有機抗反射鍍層上；施加一整個為正調或整個為負調之化學地加強的 DUV 光阻於該有機抗反射鍍層上；在一特定的溫度範圍內烘烤該 DUV 光阻，其中揮發物質的移除是靠一排氣罩風扇或類似的方法 (PAB) 來實施；將該 DUV 光阻的一表面曝露在該直接刻寫連續波雷射下，在一特定的溫度範圍內在周圍條件下使用一熱板 (PEB) 來烘烤該已顯影的 DUV 光阻，及

五、發明說明()

將該圖像顯影於該 DUV 光阻上。最好是，用來讓該 DUV 光阻成像之連續波雷射最好是在 244nm 或 257nm 的波長下操作，雖然其它的波長亦可被使用。接下來，該被顯影的、形成有圖案的光阻被用作為一罩幕來經由該光罩基材的一含金屬層移轉該圖案。典型地，該圖案移轉是藉由蝕刻來達成。該光罩基材的含金屬層可包括選自於鉻，氧化鉻，氮氧化鉻，鈾，矽化鈾，及矽化鈾鎢之材質層的組合。

一較佳的抗反射鍍層(ARC)是有有機的且可選自於一含有一 DUV 顏料的負光阻；一由丙烯聚合物或共聚物所備製的聚合物質；一與酸或熱酸產生劑及光酸產生劑錯合物結合的結合劑樹脂；一具有側苯基的結合劑樹脂；及它們的組合。該有機抗反射鍍層組成物最好是包含丙烯聚合物及/或共聚物。

在一光罩的製造方法的另一實施例中，該 ARC 可以是一無機 ARC 其被加以選擇用以包括氮化鈦，氮氧化鉻，氮化矽，或矽化鈾的材質。又，所用的 ARC 可以是有機與無機 ARC 的組合。例如，一有機 ARC 可被施用在一無機 ARC 的表面上。

該光阻之施用後烘烤(PAB)與該光阻的曝光後烘烤(PEB)相配合用以在整個光罩基材的圖案光阻上獲得一更為均勻的關鍵尺寸(CD)及讓一塗佈了光阻之光罩基材獲得一較長的穩定期。一長的穩定期可讓光阻在光阻的成像(曝光)前一段相當長的時間前即被施用。這有利於製

五、發明說明()

造商在光阻的實際圖案形成之前之該塗佈了光阻之基材的貯存及運送。

圖式簡單說明：

第 1 圖為先前技術，其顯示施用後烘烤(PAB)在決定一化學地加強的 DUV 光阻膜的顯影特徵上的重要性。詳言之，以埃為單位之膜薄膜厚度的均勻性為圖表 100 的軸線 120 其為軸線 110 之 PAB 溫度的一個函數。

第 2A 圖顯示使用在一光罩的製造中之一物質堆的開始結構 200 的示意剖面圖。該物質堆由下到上包括一基材 202 其典型地選自於石英，氟化石英，硼矽玻璃，或鈉鈣玻璃；含鉻層 204；一無機 ARC 層如氮氧化鉻，氮化鈦，氮化矽，或矽化鉬 206；及一 DUV 光阻層 208。

第 2B 圖顯示第 2A 圖的結構在使用一電子束刻寫工具實施 DUV 光阻層 208 的直接刻寫構圖之後的情形。一線及間隔的圖案已被產生於一正調 DUV 光阻層 208 上。每一線 207 的上部都表現出一 "t" 形頂 213，在基部具有一腳 210 其與 ARC 層 206 的上表面 218 接觸，及表現出駐波 214(未於第 2B 圖中示出，但可在第 2C 圖中看到)。

第 2C 圖為第 2B 圖的一部分的放大，其顯示線 207 的細部，包括該 "t" 形頂 213，該腳 210，及在線 207

五、發明說明()

的側壁 211 的表面 212 上的波紋/駐波 214。

第 2D 圖為第 2C 圖之光阻經過顯影後的一示意剖面圖，其中該光阻的輪廓是在使用一負調 DUV 光阻層 228 來製造第 2B 圖所示之被顯影的線及間隔圖案時所產生的。負調光阻層 228 覆蓋在無機 ARC 層 206 之上。該經過顯影的線 221 的輪廓包括在光阻層 228 的側壁 222 上的駐波 224。線 221 的基部 230 如箭頭 232 所示的被凹切用以產生一線 221 其在基部 230 被"緊束(pinched)"。

第 3 圖為一圖表 300 其代表當一塗了光阻之典型的前技光罩基材在環境條件下在曝光於成像照射之前維持 10 小時情形下，在一形成有圖案之銘線的關鍵尺寸上的影響的一對照例。

第 4 圖為一圖表 400，其顯示當一使用本發明的方法塗佈光阻之光罩基材時一形成有圖案之銘線的關鍵尺寸的穩定度，該關鍵尺寸在曝光於成像照射之前維持了 365 天。

第 5 圖為一圖表 500 其顯示一形成由圖案的銘線(以直線開放空間的形式)在關鍵尺寸上的改變，其為 PAB 溫度的函數，每一曲線都代表與該 PAB 溫度結合作為特定溫度之一不同的 PEB 溫度。

第 6 圖為一圖表 600 其顯示一形成由圖案的銘線在關鍵尺寸上的改變，其為 PEB 溫度的函數，每一曲線都代表與該 PEB 溫度結合作為特定溫度之一

五、發明說明()

不同的 PAB 溫度。

第 7 圖為一圖表 700 其顯示一化學地加強的 DUV 光阻之一形成圖案的銘線作為 PAB 及 PEB 溫度的函數所得到的關鍵尺寸。該 DUV 光阻為 AZ-Clariant 公司供應的 DX1100。曲線 702, 704 及 706 每一者都代表一不同的光罩板及曲線 708 代表曲線 702, 704 及 706 的一平均質。對於示於軸線 720 上的每一 PAB 溫度而言, 由代表一連串的對應 PEB 溫度之一連串資料點。例如, 關於 108°C 的一 PAB 溫度而言, 與此 PAB 溫度結合使用之 PEB 溫度為 46°C (從此圖的左側開始, 即第一資料點), 接下來是 72°C, 88°C, 105°C 及 132°C。此等資料點由指向這些資料點的箭頭來標示。對於每一額外的 PAB 溫度而言亦是如此, 如所示的 115 的 PAB 溫度。

第 8 圖為一三維圖表 800 其顯示 PAB 溫度與 PEB 溫度的不同組合被使用於一 DUV 光阻上時所獲得之關鍵尺寸範圍, 其中該 DUV 光阻不同於第 7 圖所示者。

第 9 圖顯示在一使用於本發明的實施例中用以在將圖案移轉至底下的光罩之前將一光阻成像之直接刻寫連續波雷射系統構件之簡化的示意圖。

第 10 圖顯示在一使用於本發明的實施例中用以在將圖案移轉至底下的光罩之前將一光阻成像之一 ALTA™ 257nm 直接刻寫連續波雷射之光學架構之簡化的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

示意圖。

第 11A-11C 圖顯示本發明的一實施例，其為一化學地加強的光阻之光學直接刻寫連續波雷射圖案形成方法，其所產生的圖案的剖面輪廓能夠控制圖案移轉至底下的光罩基材期間的關鍵尺寸。

第 11A 圖顯示使用在一光罩的製造中之一物質堆的開始結構 1100 的示意剖面圖。該物質堆由下向上包括一基材 1102 其典型地係選自於石英，氟化石英，硼矽玻璃，或鈉鈣玻璃；一含金屬層 1104 其典型地係選自於鉻，鈦，或含鎢層，或它們的組合。在本文所述的例子中，該含金屬層主要是鉻；一無機 ARC 層 1105；一有機 ARC 層 1106；及一 DUV 光阻層 1108。

第 11B 圖顯示第 11A 圖的結構在對該 DUV 光阻層 1108 實施一直接刻寫連續波雷射圖案形成之後的情形。一線及間隔的圖案被產生於該 DUV 光阻層 1108 上。每一線 1107 的上部 1110 並沒有像使用習知的圖案形成技術般地出現一 "t" 形頂 (如第 1B 圖所示的 "t" 形頂 113)。在線 1107 的基部 1112 沒有出現腳，基部 1112 為其與有機 ARC 層 1106 接觸之處。使用習知的圖案形成技術時出現的駐波 (如第 1B 圖所示的駐波 114) 並沒有在使用本發明的圖案形成方法時出現。

第 11C 圖顯示第 11B 圖的一部分的放大圖，該部分顯示

五、發明說明()

線 1107 的細節，包括一形狀良好的上部 1110，在線 1107 與有機 ARC1106 接會處之基部 1112 的乾淨交會處，及沒有駐波存在。

第 12A-12C 圖顯示本發明的一實施例，其為一化學地加強的光阻之光學直接刻寫連續波雷射圖案形成方法，其所產生的圖案的剖面輪廓能夠控制圖案移轉至底下的光罩基材期間的關鍵尺寸。

第 12A 圖顯示使用在一光罩的製造中之一物質堆的開始結構 1200 的示意剖面圖。該物質堆由下向上包括一基材 1202 其典型地係選自於石英，氟化石英，硼矽玻璃，或鈉鈣玻璃；一含金屬層 1204 其典型地係選自於鉻，鈳，或含鎢層，或它們的組合。在本文所述的例子中，該含金屬層主要是鉻；一有機 ARC 層 1206；及一 DUV 光阻層 1208。

第 12B 圖顯示第 12A 圖的結構在對該 DUV 光阻層 1208 實施一直接刻寫連續波雷射圖案形成之後的情形。一線及間隔的圖案被產生於該 DUV 光阻層 1208 上。每一線 1207 的上部 1210 並沒有像使用習知的圖案形成技術般地出現一 "t" 形頂 (如第 1B 圖所示的 "t" 形頂 113)。在線 1207 的基部 1212 沒有出現腳，基部 1212 為其與有機 ARC 層 1206 接觸之處。使用習知的圖案形成技術時出現的駐波 (如第 1B 圖所示的駐波 114) 並沒有在使用本發明的圖案形成方法時出現。

五、發明說明()

第 12C 圖顯示第 12B 圖的一部分的放大圖，該部分顯示線 1207 的細節，包括一形狀良好的上部 1210，在線 1207 與有機 ARC1206 接會處之基部 1212 的整齊交會處，及沒有駐波存在。

圖號對照說明：

100	圖表	110	軸線
120	軸線	130	軸線
112,114,116	曲線	102,104,106	曲線
200	開始結構	202	石英基材
204	含鉻層	206	ARC 層
208	光阻層	210	腳
211	側壁	212	表面
213	t 形頂	214	駐波
221	線	222	側壁表面
224	駐波	228	負調光阻
230	基部	232	箭頭
300	圖表	400	圖表
500	圖表	600	圖表
700	圖表	702,704,706	曲線
720	軸線	800	圖表
900	雷射系統	902	DUV 雷射頭
904	高反射器	906	Brewster 窗
908	輸出耦合器	910	安全閘門

五、發明說明()

912	遠端模組	914	中央面板
916	箭頭	918	箭頭
920	雷射纜線	1000	光學架構
1002	DUV 雷射源	1004	多光束分光器
1006	聲光調變器	1008	資料模組
1010	K-鏡	1012	方向鏡
1014	轉動的 24 刻面多邊形		
1016	縮影鏡片	1018	掃描方向
1019	光罩基材板	1020	掃描方向
1022	板運動方向	1024	條紋方向
1026	掃描方向	1100	開始結構
1102	含氧化矽基材	1104	鍍光罩材質層
1106	有機 ARC 層	1105	無機 ARC 層
1108	化學地加強的 DUV 光阻		
1200	開始結構	1202	含氧化矽基材
1204	光罩材質層	1206	有機 ARC 層
1108	化學地加強的 DUV 光阻		
1207	線	1211	間距

發明詳細說明：

作為本說明書的開端，應被瞭解的是，當在說明書及申請專利範圍中用到單數"一"及"該"等詞時其亦包含複數的含意，除非文句內容明確地顯示其僅係單數含意。

如在上文的[發明背景]一節中提及的，來自於底下

五、發明說明()

物質之反射經常會產生駐波於一形成有圖案的光阻的表面上。又，因為發生在光阻與一底下的正調光阻層之間的化學反應的關係，所以未被顯影的區域一有圖案的光阻的基部(這些未被顯影的區域通常被稱為腳)。如在上文的[發明背景]一節中提及的，存在於一有圖案的光阻的表面上腳及駐波會影響到一半導體元件或一光罩的關鍵尺寸，該有圖案的光阻被用來將一圖案轉移至該半導體元件或光罩的表面上。

當光阻為一正調化學地加強的光阻，如一正調 DUV 光阻，時該 "t" 形頂及駐波問題會加劇。此外，正調化學地加強的光阻典型地在腳的形成上會表現出更大的問題。第 2C 圖顯示在一正調的、形成有圖案的光阻 208 上的一線 207 的示意剖面圖，該線表現出有一 "t" 形頂 213，在側壁 211 的表面 212 上的駐波 214，及在基部的腳 210。

當當光阻為一負調化學地加強的光阻，如一負調 DUV 光阻，時駐波問題會很嚴重，此外，負調化學地加強的光阻典型地在基部會表現出一 "緊束" 的現象，如第 2D 圖所示。第 2D 圖顯示在一負調的、形成有圖案的光阻 228 上的一線 221 的示意剖面圖，該線表現出有在側壁 2 表面 222 上的駐波 224 及在線 221 基部 230 處的 "緊束"。該 "緊束" 的發生是因為在一負調光阻 228 上被照射的光阻部分會起反應(典型地為交聯)以形成一(在圖案顯影期間)不溶解於顯影劑中的聚合物。因為在無機 ARC 層 206 的上表面處的化學反應的一部分的中和的關係，光阻 228

五、發明說明()

在其與無機 ARC 層 206 相鄰處的基部 230 並沒有充分地反應。光阻 228 側壁表面 222 於包括線 221 在內之未被照射的圖案的顯影期間如箭頭 232 所示地被凹切。

吾人揭示一種對覆蓋在一光罩上之正調光阻或負調光阻的圖案形成方法，其可消除或減少存在於形成有圖案的圖案結構上的 "t" 形頂，駐波，及腳的數量。這可讓光罩的圖案形成在光罩的關鍵尺寸可獲得更佳的控制之下被形成。又，該方法包括使用了 PAB 及 PEB 處理的結合，這有助於在整個光罩的表面上獲得一均勻的關鍵尺寸。該方法提供一較寬大的處理窗用以製造一光罩及在光阻形成圖案之後即可進行度量，而不是要到光罩形成圖案之後才度量，這在光罩的製造上可提供相當大的成本節省。

I. 實施本發明的設備

用來實施下文中所述之方法的成像系統是一種新的設備，其可以是由設在美國奧勒岡州 Hillsboro 市的 ETEC System 公司所製造的 244nm 或 257nm 光罩刻寫雷射工具。此直接刻寫連續波雷射工具的商標名為 ALTA™，其為一種光柵掃描刻寫系統。該系統包含一多邊體其旋轉反射 32 條雷射光束並將該等光束(被稱為刷子)掃描過該基材。該 257nm ALTA™ 光罩刻寫雷射工具的刻寫品質規格包括約 400nm 的最小特徵結構尺寸(允許使用者以規格的 50% 來實施特徵結構尺寸，約 200nm)。該 257nm ALTA™

五、發明說明()

光罩刻寫雷射工具提供使用者先進的特徵結構關鍵尺寸(CD)的控制性，直線性及一致性。然而，在光罩製造中實施的複雜性端賴適當的處理物質及處理方法的使用。

第 9 圖顯示在一使用於本發明的實施例中用以在將圖案移轉至底下的光罩之前將一光阻成像之直接刻寫連續波雷射系統構件之簡化的示意圖。該雷射系統 900 包括該 DUV 雷射頭 902。雷射頭 902 包括一高反射器 904，一 Brewster 窗 904，一輸出耦合器 908，及一安全閘門 910。光源是一氫離子氣雷射其係在基礎模式(TEM₀₀)下被操作於一單一線(514nm)。此綠線然後藉由一內凹穴β-硼酸鋇(BBO)水晶來將其倍頻用以產生 257nm 的雷射光。因為倍頻處理的物理及幾何形狀的關係，257nm 光束的強度輪廓可用 sinc² 函數來描述。該 sinc² 函數的側葉瓣(lobe)被過濾用以產生一可預測的近高斯輪廓光束以供該 ALTA™系統列印之用。

最大的 DUV 輸出功率約為 1.5W。該雷射是在低功率下操作的用以保護光學鍍層及延長雷射的壽命。雷射頭 902 被安裝在一花崗石板(未示出)的一橋接件(未示出)上。如第 9 圖所示的。一遠端模組 912 提供控制訊號至一控制面板 914。又，由箭頭 916 所標示的冷卻水及由箭頭 918 所標示的電力(來自於一為示出的電源分配中心之 480V)亦被提供至控制面板 914。一雷射纜線 920 載負水、電力及控制訊號至該雷射頭 902。

第 10 圖顯示一使用以下的例子中之 ALTA™257nm

五、發明說明()

直接刻寫連續波雷射之光學架構的簡化示意圖。該光學架構 1000 包括一 DUV 雷射源 1002；一多光束分光器 1004；一聲光調變器 1006；幾何形狀引擎(geometry engine)，存在資料模組 1008 中之光束板與時鐘板，該資料模組提供電子畫素資料 1009；一 K-鏡 1010；一方向鏡 1012；一轉動的 24 刻面多邊形 1014；一縮影透鏡 1016 其具有一用來標示掃描方向之箭頭 1018；及該光罩基材 1019 其具有一用來標示在板 1019 的掃描方向 1020，及用來標示板移動方向的箭頭 1022。箭頭 1024 標示條紋軸線，而箭頭 1026 標示掃描軸線。關於 ALTA™257nm 直接刻寫連續波雷射的進一步資料可與美國奧勒岡州 Hillsboro 市的 ETEC System 公司接觸。

II. 將一光罩形成圖案的方法

所有將光罩形成圖案的方法都可受惠於本發明。本發明的方法在一化學地加強的 DUV 光阻被用來將圖案移轉至光罩且光學地將一光罩形成圖案的應用中是特別有用的。本文中之實例係丙烯基化學地加強的光阻。然而，本發明的範圍並不侷限於此家族之化學地加強的光阻。

實例：

實例一：

第 11A 圖顯示使用在一光罩的製造中之一開始結構 1100。在此實施例中，開始結構 1100 為一層的堆疊(其並非成比例地被示出)且由下向上包括一 5000 埃厚之化

五、發明說明()

學地加強的 DUV 光阻層 1108，如 DX1100(可從設在美國紐澤西州 Somerville 市的 AZ Clariant 公司購得)；一 470 埃厚的有機 ARC 層 1106 其可為(AZ Clariant 公司)的 KRF17G；一 250 埃厚的氮氧化鉻無機 ARC 層 1105；一 750 埃厚的鉻罩幕材料層；及一含氧化矽的基材 1102。

詳言之，該化學地加強的 SDUV 光阻，DX1100，包含丙二醇單甲基醚醋酸酯(PGMEA)；PMA；1-甲氧基-2-丙基醋三酯；改質之酚聚合物；及噲鹽金屬鹵化物錯合物作為一化學的放大劑。此 DUV 光阻係以製造商所述的方式被施加於底下的有機 ARC 層 1106 的表面上。然而，在施加該光阻膜之後申請人實施一施加後烘烤(PAB)其被特別設計用以與一曝光後烘烤(PEB)一起使用，其中 PEB 是在對光阻實施照射(曝光用以產生一為經顯影的影像於該光阻層上)之後才實施的。

一 PAB 的重要性已於上完中描述前技時陳述過了，PAB 在決定顯影率及光阻物質的顯影一致性上是很重要的。此特徵係參照第 1 圖加以說明的。在顯影率及顯影一致性上來看，第 1 圖顯示一範圍在約 120°C 至約 130°C 之間的 PAB 溫度可獲得良好的結果。再次重申第 1 圖的溫度是在一光罩板底下的一熱板的溫度而非光阻本身的溫度，此點是很重要的。申請人測得在光阻/ARC 界面處的設定點溫度，使得所提供的資料與用來加熱該光罩板的設備是無關的。

申請人發現當該 PAB 低於約 115°C，範圍在約 105

五、發明說明()

°C 至約 115°C 之間且最好是約 108°C，時該光罩之形成有圖案的鉻層可獲得絕佳的 CD 均勻性。此 PAB 是與 PEB 相結合，PEB 是在光阻曝光於照射下的曝光之後才實施的。該 PEB 最好是在約 70°C 至約 95°C 的溫度範圍內實施，更佳地是介於 70°C 至 90°C 之間，而最佳的是 88°C。該 PEB 是在光阻/ARC 界面測得的。

第 5 圖為一圖表 500 其顯示 PAB 溫度於不同的 PEB 溫度時之圖案關鍵尺寸(CD)敏感度。該 CD 為使用乾蝕刻處理將該圖案從光阻移轉之後所獲得之光罩的含鉻層的 CD。資料是使用一 DX1100 化學地加強的 DUV 光阻所產生的，其以 nm 為單位是於軸 504 上且是在經過顯影的圖案移轉至該光罩之後所測得的，其是使用一 Leica LWM250 及一 UV 光源來決定的。PAB 溫度係以 °C 為單位示於軸 502 上。PEB 曲線 506 代表 46°C，508 代表 72°C，510 代表 88°C，512 代表 105°C，及 514 代表 312°C，顯示一第一個導出的 CD 敏感度最小值是接近 108°C 的 PAB 溫度。

第 6 圖為一圖表 600 其顯示 PEB 溫度於不同的 PAB 溫度時之 CD 敏感度。以 nm 為單位示於軸 604 上的 CD 係如上參照第 5 圖所述地被測得。該 PEB 溫度以 °C 為單位示於軸 602 上。PAB 曲線 606 代表 84°C，608 代表 99°C，610 代表 108°C，612 代表 115°C，及 614 代表 129°C 其顯示對於 108°C PAB 溫度而言第一個導出的 CD 敏感度最小值是在 88°C 的 PEB。在所有的清形中，PAB 及 PEB

五、發明說明()

是在以下的條件下實施的。光罩基材(光罩板)溫度於一對至少為 180 秒的時間內從室溫升高至所想要的溫度，使得熱傳遞可均勻地發生於整個光罩板表面上，用以確保在光阻膜層中之溫度梯度最小化。因此，對於熱板加熱而言最大的溫度升高率是約每分鐘 20°C，然而此升高率可隨著加熱方法而改變。在本說明書中所界定的溫度是針對在光阻/ARC 界面處之光阻本身的溫度而言，而不是在光罩底下的熱板。PAB 及 PEB 都是在周圍的大氣環境下實施的，典型地為 45%的相對濕度。在設定點的烘烤時間對於 PAB 及 PEB 而言皆約為 7 分鐘。

第 7 圖為圖表 700 其顯示在軸 710 上以 nm 為單位之化學地加強的 DX1100DUV 光阻上形成圖案之空間(線)的關鍵尺寸，其為 PAB 及 PEB 溫度的函數。該 CD 係使用由設在美國加州 Santa Clara 市的 Leica 公司所製造的 IPRO™光學測量工具來測量的。曲線 702，704 及 706 分別代表一不同的光罩板，及曲線 708 代表曲線 702，704，706 的平均值。對於每一示於軸 720 上的 PAB 溫度而言，有代表一連串的 PEB 溫度之一連串之資料點。對於每一 PAB 溫度而言，PEB 溫度是從圖表的左邊開始(即第一個 PEB 資料點)為 46°C，接下來是 72°C，88°C，105°C，及 132°C。平均而言，CD 隨著 PAB 溫度的增加而變小。在 108°C 時，當 PEB 溫度保持在約 72°C 至 95°C 之間，最好是 88°C，時在 CD 上的變化即被最小化。

第 8 圖為 PAB 及 PEB 對於使用 DX1100DUV 光阻上

五、發明說明()

線的關鍵尺寸的影響的一三維圖表。該線(在光阻上的直線開放空間)的關鍵尺寸係以 nm 為單位示於軸 810 上，PAB 溫度則被示於軸 820 上，PEB 溫度則被示於軸 830 上。當 PAB 約為 106°C 及 PEB 約為 78°C 時，可獲得最小的 CD 線(其寬度範圍在 450nm-460nm 間)。申請人建議的處理窗為，PAB 介於約 105°C 至約 115°C 的範圍，配合上介於約 70°C 至約 90°C 的 PEB 範圍。

用來備製光罩板 KRF 17G 的有機 ARC 包含 PGMEA 及修改過的丙烯聚合物。(吾人發現此特定的有機 ARC 在旋施塗佈之後需要一施用後的烘烤，此施用後的烘烤是在 200±3°C 的溫度下實施約 7 分鐘)。無機 ARC 層為氮氧化鉻層，其是使用此技藝中所習知之濺鍍來加以沉積的。該含鉻光罩材質主要是鉻，且亦是使用此技藝中所習知之濺鍍來加以沉積的。該含氧化矽的基材為石英。

第 11B 圖顯示(在經由底下的有機 ARC 層 1106，無機 ARC 層 1106，及含鉻層 1104 來移轉圖案之前之)形成有圖案的光阻層 1108 的示意剖面圖，其中該圖案為線 1107 及間距 1111，且線寬為約 0.3 微米及介於線之間の間距約為 0.3 微米。圖案的形成立係使用一直接刻寫連續波雷射來完成，特別是利用上述之由設在美國奧勒岡州 Hillsboro 市的 ETEC System 公司所製造的 257nm 光罩刻寫雷射工具。形成圖案的方法如下文中所述。

該 257nm 直接刻寫連續波雷射將積體電路圖案曝光(成像)於一鍍在一光罩空白片(blank)上之未形成圖案的

五、發明說明()

光阻 1108 上，該光罩空白片包括有機 ARC 層 1106，無機 ARC1105，含鉻層 1104 及石英層 1102。該光罩製造處理將該由光阻的曝光所產生之隱藏的影像轉變成為在該石英基材上之永久的鉻影像。

對於該永久鉻影像的關鍵尺寸(CD)實施所想要的控制依賴使用 257nm ALTA™工具並配合上適當的光阻及 ARC 材質。製造具有 0.18 微米(及更小)的特徵結構之形成有圖案的光阻之一般條件為：對於光學曝光劑量之 CD 敏感度最好是 <3.0nm/%劑量；來自於該空白罩幕之 CD 誤差貢獻小於 ± 2nm，在一 6 英寸 x6 英寸 x0.25 英寸的石英基材(板)中心的一 132 公釐 x132 公釐的區域內。公稱(nominal)CD 可用等焦聚(isofocal)劑量來達成。

對於 257nm ALTA™系統而言之公稱劑量與等焦聚劑量相同，其是在實驗中藉由焦點找出產生與目標 CD 偏差最小之劑來決定的。該 257nm ALTA™系統的影像對數斜率夠高使得用來補償一蝕刻下切(undercut)的曝光不足(underexposure)讓該公稱曝光劑量太接近該安全劑量(dose-to-clear)值。該安全劑量為確保該光阻的整個厚度都將於該曝光區域中被顯影所需的劑量。典型地，公稱劑量為安全劑量(E_0)加 50%。讓該公稱劑量等於該等焦劑量是有利的，因為最終的關鍵尺寸將會是所要的尺寸。唯一需要對偏離關鍵尺寸作補償的是為了改正圖案蝕刻偏差，且這是藉由在蝕刻之後輸入實驗的尺寸資料至該 ALTA™成像系統的資料處理電腦中來達成。

五、發明說明()

在光阻上之該隱藏的影像的穩定性在 6 小時的期間內其在 CD 方面的改變應小於 5nm。在曝光之後約一小時使用 PEB 可提供適當的化學反應於該光阻內，同時將影像"鎖"在定位上。該圖案然後被顯應用以產生一形成有圖案的光阻且具有如上文所述之開口於底下的光罩基材之開口。當該形成有圖案之光阻被用來利用一低基材偏壓乾燥蝕刻處理將圖案移轉至底下的含鉻層 204 時，該單邊輪廓(經過蝕刻之含鉻線的剖面圖)應表現出一小於 10nm 的凹切。為了要完成所想要的控制，該 DUV 光阻應是一現代的、高對比光阻，在 257nm 敏感度 $\leq 30\text{mj}/\text{cm}^2$ 。

用於光罩製造的基材 1102 符合以下表 I 所列的要求。

表 I

物理特性		條件	石英光罩空白片
組成			100%SiO ₂
熱	膨脹	係數($\alpha_{50-200^\circ\text{C}} \times 10^{-7}$)	5
熱	回火點		1120°C
光特性	折射係數		1.46n _d
化學物耐久性	重量損失	去離子水，100°C，1 小時	0.000%
		1/100N HNO ₃ ，100°C，1 小時	0.000%
		5%NaOH，80°C，1 小時	0.17mg/mm ²

此外，石英基材具有以下的物理特性：7.413kg/mm²

五、發明說明()

的楊氏係數； 3170kg/mm^2 的剪力模數；0.18 的 Poisson 比； 615kg/mm^2 的 Knoop 硬度；及 210kg/mm^2 的 Lapping 硬度。電子特性包括 $1 \times 10^{19} \Omega$ /平方的表面敏感度及 $1 \times 10^{18} \Omega$ /平方的體積敏感度。

沉積於一沉積在該鉻層 1104 上之無機 ARC 層上的該有機 ARC 層 1106 的抗反射特性係如表 II 所列。

表 II

物理特性	條件	在有機 BARC 表面上之抗反射特性
反射性	257nm	<0.5%
薄膜厚度	光，n 及 k 工具	540 埃
乾蝕刻時間(用於移除)	氧氣電漿乾蝕刻*	-30 秒

*乾蝕刻條件：板子大小，6 英寸 x6 英寸；設備，Applied Materials 公司所製造的 CENTURA® DPS™Plus 電漿蝕刻系統。該蝕刻室被抽空用以在蝕刻條件下提供一約 28mTorr 的室壓力，且一氧氣的電漿來源氣體是以約 90sccm 的流速被送入該蝕刻室中；RF 功率被施加至該光罩板底下的一陰極；約 125 瓦的功率是以 13.56MHz 的頻率來施加的用以產生並維持一含氧電漿於該光罩板的表面上方。該光罩板的溫度約 25°C 及該蝕刻室 400 的室壁溫度約 50°C 至約 70°C。

該 AZ DX1100P 光阻厚度應對應於 CD 擺動曲線的

五、發明說明()

最大值用以將導因於光阻厚度變化之 CD 均勻度誤差最小化。一般建議最大的光阻厚度為約 5000 埃。最小的光阻厚度為約 3000 埃以避免在乾蝕刻之後的針孔缺陷(因為預期會有 1000 埃-1500 埃的光阻層損失發生在與蝕刻相關的處理中)。該光阻是藉由此技藝所習知的旋轉塗佈技術來施加的。該光阻之施用後的烘烤(PAB)對於獲得可被接受的 CD 均勻度性能而言是很關鍵的。該光阻分解率是與整個空白光罩上的烘烤溫度變化有關，該溫度變化會造成分解率不均勻。該 AZ DX-1100P 光阻表現出對於 PAB 溫度的一小於 $1.0\text{nm}/^\circ\text{C}$ 的 CD 敏感度，當其在 105°C 的溫度被熱板烘烤在熱上升及冷卻期間的最大溫度變化 $\leq 2.5^\circ\text{C}$ 。該 PAB 溫度係指在光罩上的光阻的溫度而非熱板設定點本身的溫度。至兩個值之間的差異與所使用的設備有關且可用實驗來決定。PAB 對於 CD 的效應當 PAB 溫度大幅地升高到高於約 110°C 時會明顯的提高。因此，所使用的 PAB 為 105°C 的烘烤持續約 7 分鐘，烘烤的結果使得該空白的光罩表面在穩態下的溫度變化小於 0.5°C 。被施用在該空白光罩上的有機 ARC 上的光阻的規格係如下所述。膜層厚度為 4975 埃。在基材表面上的均勻度為 ± 40 埃。從基材板到基材板的平均基材厚度範圍為 100 埃。施用後烘烤(PAB)溫度變化小於 0.5°C 。

該 275nmALTA™ 光學成像系統加上該 AZ DX-1100P 光阻可提供 0.2 微米或更佳的解析度及低的等偏壓/緻密偏壓於緊緻的節距線上。該 275nmALTA™ 光學成像系統

五、發明說明()

使用特殊的過濾器用來去除在曝光室空氣中的有機及無機的鹼污染物(胺, 氫等), 這些污染物會減損光阻的性能。在曝光之前, 空白光罩被放在密不透光的袋子內及配備有整合的密封墊圈之不透氣的盒子中。此外, 在成像之後, 該經過曝光的光罩結構(板子)於一無塵室區域中加以處理, 該無塵室符合該 275nmALTA™設備計畫手冊中的環境要求。

在光阻曝光(成像)之後, 被形成圖案的光阻被曝光後烘烤(PEB)。典型地, 在曝光之後至 PEB 之前至少有一小時的時間。這使得在照射之後有時間進行該化學地加強的光阻內的化學活動及反應。額外的化學反應在 PEB 期間發生, 但在 PEB 之後, 該隱藏的影像即大致地被固定在該光阻上。由於 PAB 與 PEB 之間相似的關係, PEB 是在 70°C 的設定點溫度實施的, 及在設定點溫度實施 7 分鐘。化學地加強的 DUV 光阻需要一曝光後烘烤用以將光產生的酸均勻地擴散至該經過曝光的區域中, 及用以完成在這些區域中之化學轉換。當溫度梯度對於度於所得到之 CD 均勻度具有一物質衝擊時, 在 PEB 期間之熱板均勻度被控制在 $\pm 1.5^\circ\text{C}$ 在 70°C 穩態的衝下(ramp down)期間, 及在該光阻內的設定點處被控制在 $\pm 1.5^\circ\text{C}$ 在在 6 英寸 x 6 英寸 x 0.25 英寸的基材的一 132 公釐 x 132 公釐的區域內。

該光阻係藉由使用一 AZ 300MIF 顯影劑之旋轉/噴灑處理來加以顯影的。此顯影劑為 2.38wt% 的氫氧化四甲

五、發明說明()

基銨(TMAH)溶液。顯影時間約 60 秒。目標為將大量的顯影劑施加於該光罩板上產生一具有固定的補充之現地的搗攪處理。此步驟愈快完成所得到的 CD 的均勻度就愈好。一約 100rpm 的低旋轉速度對於最初弄濕該板子是較佳的，同時仍可允許導因於該板經由該噴嘴路徑的旋轉之均勻的攪拌。該旋轉於顯影劑配送期間被保持，然後在整個搗攪期間被降低至約 15rpm。在用 CO₂ 噴射的去離子水加以沖洗之前，剩餘的顯影劑應在約 1000rpm 的轉速下被甩掉約 5 秒鐘。在此時，在不改變該 1000rpm 的轉速下開始噴灑顯影劑 5 秒鐘。在停止顯影劑配送的同時，CO₂ 噴射的或 CO₂ 再離子化的水被配送約 30 秒鐘，前 15 秒的轉送為約 300rpm，後 15 秒鐘的轉速為 1500rpm。藉由噴灑-搗攪的進一步沖洗被開始，其後接著在 2000-2500rpm 轉速下持續約 90-120 秒的旋轉乾燥步驟。

在光阻上的圖案然後使用一乾蝕刻處理而被轉移至底下的光罩結構。該基材於高密度電漿中於可減少偏差同時仍能保持良好的 CD 均勻性的條件下被蝕刻。該電漿蝕刻是在電感耦合的電漿(ICP)蝕刻工具中使用一三步驟處理實施的：去浮渣(descum)/有機 ARC(BARC)去除；氮氧化鉻(無機 ARC)/鉻蝕刻；及過度蝕刻(overetch)。

電漿蝕刻系統如 Applied Materials 公司所製造的 CENTURA® DPS™ 電漿蝕刻系統可被使用以提供絕佳的結果。一種可允許以分開的電源供應電漿產生及供應基

五、發明說明()

材偏壓的電漿處理系統被稱為解耦合電漿源(DPS)。基材偏壓是用來從電漿中吸引離子及其它高能物質朝向基材表面，以實施非等方向蝕刻。分開供應功率來產生電漿及來產生基材偏壓能夠對電漿密度及對產生在基材表面上的吸引力(DC電壓)有分開來的控制。

Yan Ye 等人在 Proceedings of Eleventh International Symposium of Plasma Processing (1996年五月七日)中提供了對於一包括了解耦合電漿源(DPS)的設備的說明，其被出版在 Electrochemical Society Proceedings (Volume 96-12, pp.222-233, 1996)中，該文章藉由此參照而被併於本文中。在1998年五月十九日頒發給 Hanawa 等人之美國專利第 5,753,044 號包含一 RF 電漿反應器的一般說明，該 RF 電漿反應器能夠對電漿產生及維持及對基材偏壓提供分開來的供應及控制。

該三步驟蝕刻處理的去浮渣(descum)/有機 ARC(BARC)去除步驟將顯影之後仍殘留在開放區域上之任何剩餘光阻去除掉並從開口區域上去除掉有機 ARC(BARC)層。這是藉由使用氧氣電漿來達成的。在該去浮渣/BARC 去除步驟期間一 DC 偏壓被施加至該基材上用將來自於氧電漿的離子加速使它們能以高動能，具方向性及垂直於光罩表面地撞擊該光罩的表面。這是藉由使用氧氣及藉由只對(放置了該光罩板之)下電極充能，產生一具有高 DC 偏壓之電容地耦合的電漿於該電漿與該光罩之間來達成的。典型地，該處理是在約 3mTorr

五、發明說明()

至約 45mTorr 的壓力下於一處理室內實施的。在所作的實驗例子中，處理室壓力約 28mTorr 及氧氣電漿源氣體以約 90sccm 的流速被送入該處理室中。一頻率為 13.56MHz 的 125WRF 功率被施加至該下電極(陰極)。這可提供 DC 偏壓於該光罩基材表面上，同時提供一氧氣電漿於該光罩表面的上方。該光罩板的溫度約為 25°C，室壁溫度約為 40°C。該去浮渣/BARC 去除時間約為 30 秒鐘。因為該去浮渣/BARC 去除處理而損失的光阻約為 750 埃。

該氮氧銻(無機 ARC)/銻罩幕層蝕刻係使用一由氯-氧-氮氣混合物所產生的電漿來完成的。氯：氧：氮氣體混合物的分子比例約 33：117：10。總氣體流率約 160sccm。該 ICP 線圈被充能至約 2MHz 的 500W 用以產生一高密度電漿。該下電極被充能至約 13.56MHz 的 5W，用以產生一約 -50V 的 DC 電壓於該基材上。該光罩板的溫度約為 25°C，而該處理室的室壁溫度約為 70°C。蝕刻終點是用光反射來測定的，且約在 100 秒之內發生。典型地，較高的氧濃度及較低的壓力會造成較大的目標均差(mean-to-target deviation)及低選擇性，雖然對較佳的 CD 均勻度有幫助。熟悉此技藝者可將該處理最佳化以適用於自己所使用的設備。

典型地，該銻層被過度蝕刻超過該終點用以將殘餘的銻從所有的開放區中清除掉。通常，該過度蝕刻步驟為上述銻蝕刻步驟的延續。較長的過度蝕刻步驟的結果

五、發明說明()

是得到較大的目標均差。鉻污點缺陷密度會受到過度蝕刻長度的影響，較長的過度蝕刻處理會讓缺陷密度降低。

在完成鉻層蝕刻之後，一清除及清潔處理被實施用以從該鉻層的表面上去除掉任何的殘留污染物。所使用的清除化學物為過氧化硫其被加熱至 75°C 且被施加於該光罩基材板的表面上。在用過氧化硫處理過之後，該基材板用 CO₂ 噴射的或 CO₂ 再離子化的水加以沖洗。在清除之後，該基材板加受一工業標準 70 : 30H₂SO₄/H₂O₂ 溶液的酸清洗，之後接著一去離子水沖洗。該清除步驟是在由設在美國的 Santa Clara 市的 STEAG-HAMMATECH® 所製造的 Steag ASC500 濕式化學處理站上實施的。

第 11C 圖為使用該 275nmALTA™ 光學成像工具，DX1100 DUV 光阻層 1108，KRF 17G 有機 ARC 層 1106，氮氧化鉻無機 ARC 層 1105，及鉻罩幕層 1104 的組合所獲得之一被形成圖案的光阻層 1108 上的線 1107 的詳細圖式。同時使用有機 ARC 層 1106 及無機 ARC 層 1105 兩者的優點為可改善解析度。藉由使用此光罩製造方法，可製造具有關鍵尺寸為 200nm 的特徵結構的光罩。對於一 132 公釐 x132 公釐 (6 英寸) 的作用面積而言，該關鍵尺寸均勻度 (CD 範圍 / 2) 在 400nm 時典型地小於等於 10nm。

實例二：

第 12A 圖顯示用來製造一光罩幕 (光罩) 的開始結構 1200。在此實施例中，開始結構 1200 為一堆疊的層其從

五、發明說明()

下到上包括一 5000 埃厚之光學地放大的 DUV 光阻層 1208, DX1100; 一 540 埃厚的有機 ARC KRF 17G 層 1206; 一 750 埃厚的罩幕材質層 1204, 其主要為鉻; 及一含氧矽基材 1202。

第 12B 圖顯示該被形成有圖案的光阻層 1208 (在將該圖案經由底下的有機 ARC 層 1206, 及含鉻層 1204 加以轉移之前) 的一示意剖面圖, 其中該圖案為線 1207 與間距 1211, 該線的寬度約為 0.3 微米及介於線之間的間距約 0.3 微米。圖案形成是藉由使用一直接刻寫連續波雷射, 特別是, 上文中提及的 ETEC System 公司購得的 257nm 罩幕刻寫連續波雷射工具該來完成的。圖案形成方法係如先前所述之光阻成像方法。該等焦劑量需要依據該有機 ARC 層的厚度而稍作調整, 但這可藉由很少的實驗來決定。

在光阻的曝光(成像)之後, 該形成有影像的光阻接受賢前所述之曝光後烘烤(PEB)及如前所述地被顯影。

在光阻上的圖案然後藉由使用之前提及的設備用一乾蝕刻處理而被轉移至底下的光罩結構上。

如先前在實例 1 中所述的, 該去浮渣(descum)/有機 ARC(BARC)去除步驟被實施。

鉻層蝕刻及清儲與清潔處理以實例 1 中所述的方式被實施。

第 12C 圖為使用該 275nm ALTA™ 光學成像工具, DX1100 DUV 光阻層 1208, KRF 17G 有機 ARC 層 1206,

五、發明說明()

及鉻罩幕層 1204 的組合所獲得之一被形成圖案的光阻層 1208 上的線 1207 的詳細圖式。藉由使用此光罩製造方法，可製造具有關鍵尺寸為 200nm 的特徵結構的光罩。對於一 132 公釐 x132 公釐(6 英寸)的作用面積而言，該關鍵尺寸均勻度(CD 範圍/2)在 400nm 時典型地小於等於 10nm。

*關於實例 1 或實例 2，度量(metrology)可在光阻的圖案形成之後實施，或可在圖案已經由含鉻罩幕層被轉移之後才實施。在光阻形成圖案之後實施度量有助於提供較佳的解析度，因為使用於後續的圖案轉移中之蝕刻條件可被調整以提供較佳的解析度。當光阻圖案是有缺陷時，將一有缺陷的圖案從一有圖案的光阻經由數個底下的層加以轉移所生之可觀的成本可藉由在光阻的圖案形成之後實施度量來避免掉。

藉由使用一有機 ARC 而非一無機 ARC，或一有機 ARC 層覆蓋在一無機 ARC 層上，在光阻基部的化學反應即可被消除，使得在形成有圖案的光阻的基部不會有"腳"的形成。這在讓度量可在光阻形成圖案之後實施而非在含鉻層被形成圖案之後實施上是特別有幫助的。如上所述的，這在光罩製造上可提供可觀的成本節省，因為度量良可被用來決定整體的處理尺寸誤差發生之處，指出哪一個處理步驟變數需要調整以確保製造出一令人滿意的光罩。又，該度量亦可被用來決定哪些光罩在光阻形成圖案之後是有缺陷的，使得在對這些光罩進一步投資更

五、發明說明()

多的處理時間及物質之前可將它們丟棄。最後，更具價值的是，當在光阻上的圖案變形被去除之後，在形成圖案的光罩本身上的解析度即可獲得改善。

實例 3：

在 PAB 及 PEB 及關鍵尺寸敏感性及均勻性之間的相互關係的發展期間，申請人發現成像之前(曝露於圖案照射之前)之鍍了光阻的光罩可獲得一增長的架上壽命。這些鍍了光阻之基材之增長的架上壽命是非常重要的，因為這些基材的製造商是不同於將基材曝露於照射下以產生一光阻影像的製造商。

第 3 圖顯示形成於鉻上以 nm 為單位之關鍵尺寸的圖表 300，該關鍵尺寸是在一鍍了光阻(其為公司設在美國奧勒岡州 Hillsboro 市的 Tokyo Ohka America 所售之 193nm 化學地加強的光阻)之光罩基材在成像的照射曝光之前於室溫下被貯存在環境氛圍中的關鍵尺寸。在光阻施加之後所使用的 PAB 為 90°C 持續 60 秒。成像係使用由 Cannon 公司所售之曝光工具來實施的；該工具提供 193nm 幅射。在照射之後使用的 PEB 為 110°C 持續 60 秒。該圖案係使用由光罩阻製造商處獲得之 2.38% 顯影劑來顯影。接下來，在光阻上的圖案如之前所述地被去浮渣，且使用參照第 11A 至 11C 圖中所述之乾蝕刻處理而被轉移至一底下的鉻層。該圖案關鍵尺寸(以 nm 為單位)的檢視被實施並製成第 3 圖的圖表 300。圖 3 上的資料，軸 304 上所示的是以 nm 為單位之關鍵尺寸，軸 302 所示的是以

五、發明說明()

小時為單位的時間。該鍍了光阻且經過烘烤的基材在貯存了 10 個小時之後，所量的 CD 從 400nm 增加至近 470nm，所有其它處理變數皆維持不變。

第 4 圖顯示形成於鉻上以 nm 為單位之關鍵尺寸的圖表 400，該關鍵尺寸是在一 DX1100 DUV 光阻被施用於與第 3 圖相同的光罩基材上時的關鍵尺寸，其是在貯存之前於 105°C 的 PAB 溫度下實施約 9 分鐘的時間。在最長達 3565 天的不同貯存時間之後，使用上文提及之 257nmALTA 光學成像工具於測試樣本上實施成像處理。在 88°C 的 PEB 實施 7 分鐘之後，該光阻被顯影，去浮渣且在光阻上的圖案被乾蝕刻用以被轉移至底下的光罩基材上。該光罩的平均 CD 被測量。在該光罩基材的光阻塗佈之後立即實施成像時，平均 CD 上的增加並不會超過 20nm。此改良係由於使用(DX1100 DUV 式)的光阻及 PAB 處理的組合。

以上所述之較佳實施例並不是要限制本發明的範圍，熟悉此技藝者在瞭解本文的揭示內容後可擴展這些實施例至本發明於下文的申請專利範圍所請求的範圍。

四、中文發明摘要(發明之名稱:)

使用直接刻寫連續波雷射來光學地
將一光罩形成圖案之方法

本案的一主要實施例係關於一種使用一直接刻寫連續波雷射來光學地製造一光罩的方法，其包含施用一有機抗反射鍍層於一包括了一含鉻層之光罩的表面上；施用一被化學地加強的 DUV 光阻於該有機抗反射鍍層上；在一特定的溫度範圍內後烘烤該 DUV 光阻；將該 DUV 光阻的一表面曝露在該直接刻寫連續波雷射下；及在一特定的溫度範圍內烘烤該已成像的 DUV 光阻，等一系列的步驟。該直接刻寫連續波雷射最好是在 244nm 或 257nm 的波長下操作。在另一實施例中，該有機抗反射鍍層可被施用在一覆蓋在該含鉻層上之無機抗反射鍍層上。

英文發明摘要(發明之名稱:)

METHOD OF OPTICALLY PATTERNING A PHOTOMASK USING A DIRECT
WRITE CONTINUOUS WAVE LASER

One principal embodiment of the disclosure pertains to a method of optically fabricating a photomask using a direct write continuous wave laser, comprising a series of steps including: applying an organic antireflection coating over a surface of a photomask which includes a chrome-containing layer; applying a chemically-amplified DUV photoresist over the organic antireflection coating; post apply baking the DUV photoresist over a specific temperature range; exposing a surface of the DUV photoresist to the direct write continuous wave laser; and, post exposure baking the imaged DUV photoresist over a specific temperature range. The direct write continuous wave laser preferably operates at a wavelength of 244 nm or 257 nm. In an alternative embodiment, the organic antireflection coating may be applied over an inorganic antireflection coating which overlies the chrome containing layer.

六、申請專利範圍

1. 一種使用直接刻寫連續波雷射來光學地將一光罩形成圖案的方法，該方法至少包含：
 - a) 施加一有機抗反射鍍層於一含金屬層上；
 - b) 施加以化學地加強的(chemically amplified)之正調的或負調的 DUV 光阻於該有機抗反射鍍層上；
 - c) 在 105°C 至 115°C 的溫度範圍內對該 DUV 光阻進行施用後烘烤；
 - d) 將該 DUV 光阻的一表面曝露於該直接刻寫連續波雷射的照射下；及
 - e) 在 70°C 至 90°C 的溫度範圍內對該 DUV 光阻進行曝光後烘烤。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該有機抗反射鍍層包含一物質其係選自於由一含有一 DUV 染料的負光阻，一由丙烯聚合物或共聚物所製備的聚合物質，一結合了一酸或熱酸產生劑及一光酸產生劑錯合物之黏合劑樹脂，一具有側酚基團的黏合劑樹脂，及它們的組合所組成的組群中。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中該有機抗反射鍍層包含一物質其係選自於由羥基烷基丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯，羥基環烷基丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯，羥基烷基環烷基丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯，縮水甘油甲基丙烯酸酯，及它們的組合所構成的組群中。

六、申請專利範圍

- 4.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中該化學地加強的 DUV 光阻包含一噹鹽金屬鹵化物錯合物。
- 5.如申請專利範圍第 1、2、3 或 4 項所述之方法，其中該直接刻寫連續波雷射是在 244nm 或 257nm 的波長下操作的。
- 6.如申請專利範圍第 5 項所述之方法，其中該波長為 257nm。
- 7.如申請專利範圍第 5 項所述之方法，其中該曝光後烘烤是在該 DUV 光阻曝露於照射下之後至少一小時之後實施的。
- 8.一種使用直接刻寫連續波雷射來光學地將一光罩形成圖案的方法，該方法至少包含：
 - a)施加或產生一無機抗反射鍍層於一合金屬層上；
 - b)施加一有機抗反射鍍層於該無機抗反射鍍層上；
 - c)施加以化學地加強的正調或負調 DUV 光阻於該有機抗反射鍍層上；
 - d)在 105°C 至 115°C 的溫度範圍內對該 DUV 光阻施以施用後烘烤；
 - e)將該 DUV 光阻的一表面曝露於該直接刻寫連續波雷射的照射下；及

六、申請專利範圍

- f)在 70°C 至 90°C 的溫度範圍內對該 DUV 光阻施以曝光後烘烤。
- 9.如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該無機抗反射鍍層係選自於由氮氧化鉻，氮化鈦，氮化矽，矽化鉬，及它們的組合所構成的組群中。
- 10.如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該有機抗反射鍍層包含一物質其係選自於由一含有一 DUV 染料的負光阻，一由丙烯聚合物或共聚物所製備的聚合物質，一結合了一酸或熱酸產生劑及一光酸產生劑錯合物之黏合劑樹脂，一具有側酚基團的黏合劑樹脂，及它們的組合所組成的組群中。
- 11.如申請專利範圍第 10 項所述之方法，其中該有機抗反射鍍層包含一物質其係選自於由羥基烷基丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯，羥基環烷基丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯，羥基烷基環烷基丙烯酸酯或甲基丙烯酸酯，縮水甘油甲基丙烯酸酯，及它們的組合所構成的組群中。
- 12.如申請專利範圍第 8 項所述之方法，其中該化學地加強的 DUV 光阻包含一噲鹽金屬鹵化物錯合物。
- 13.如申請專利範圍第 8、9、10 或 11 項所述之方法，其

六、申請專利範圍

中該直接刻寫連續波雷射是在 244nm 或 257nm 的波長下操作的。

14.如申請專利範圍第 13 項所述之方法，其中該波長為 257nm。

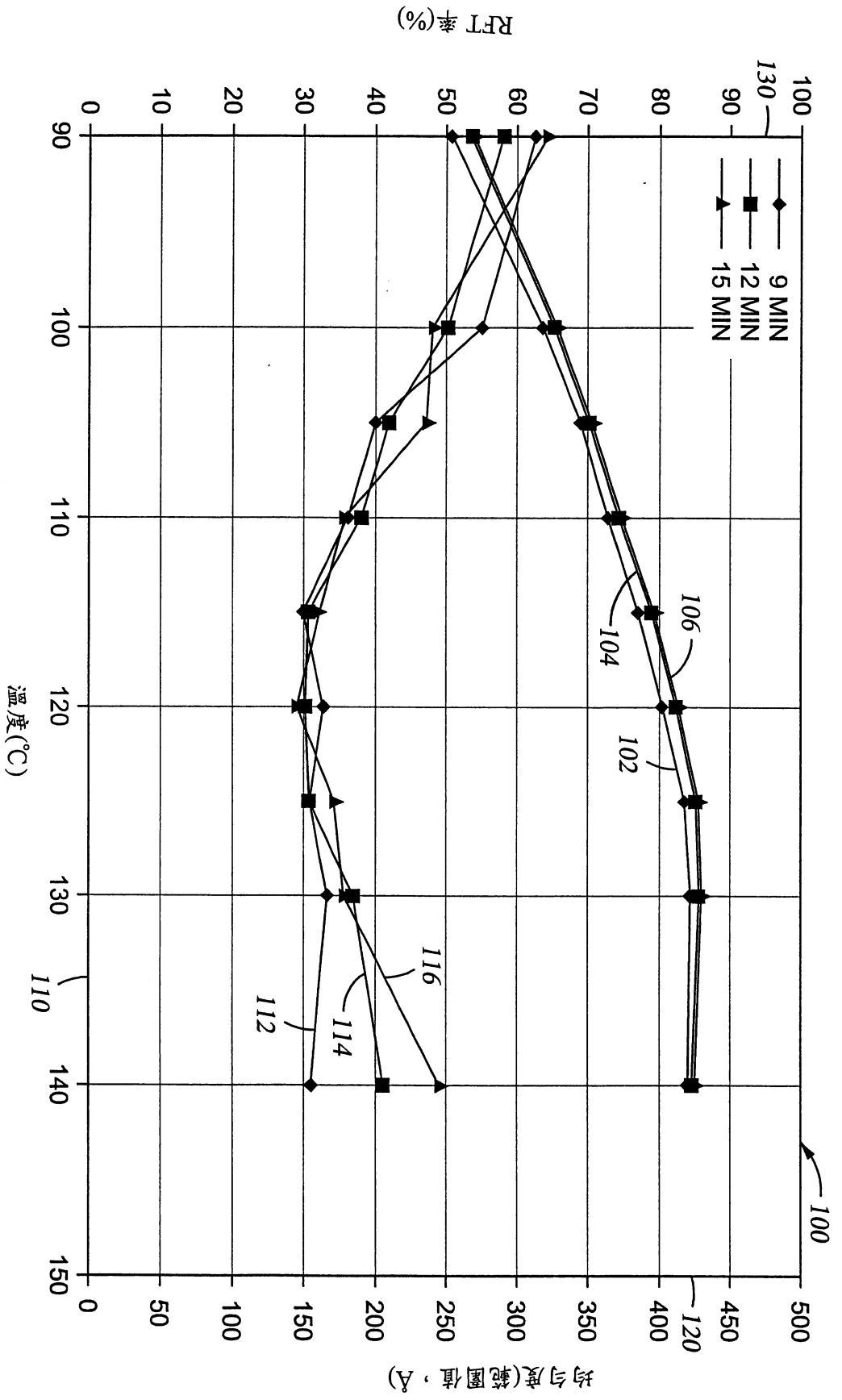
15.如申請專利範圍第 13 項所述之方法，其中該曝光後烘烤是在該 DUV 光阻曝露於照射下之後至少一小時之後實施的。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

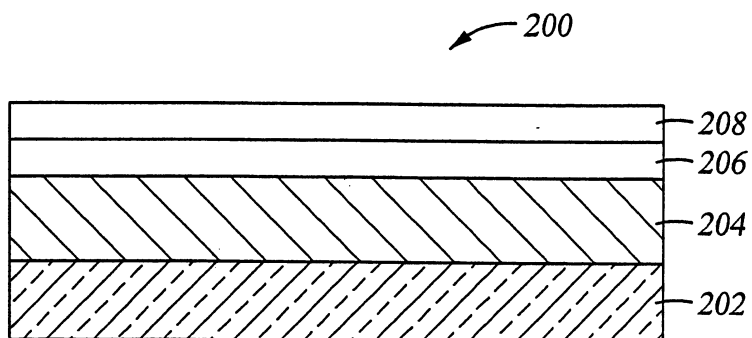
訂

線

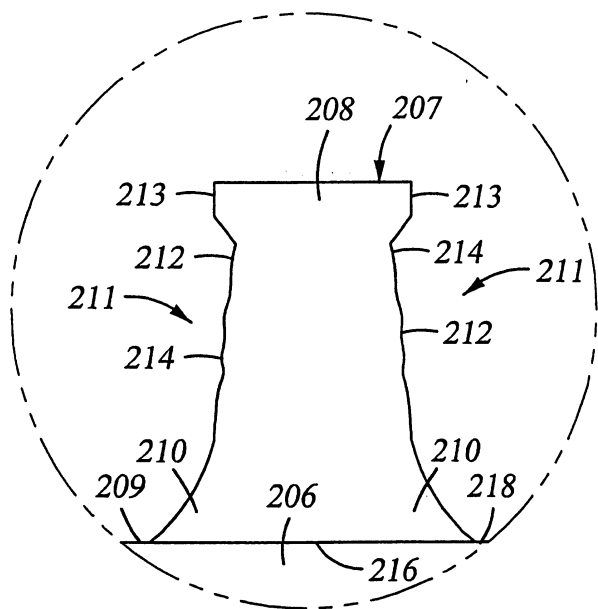
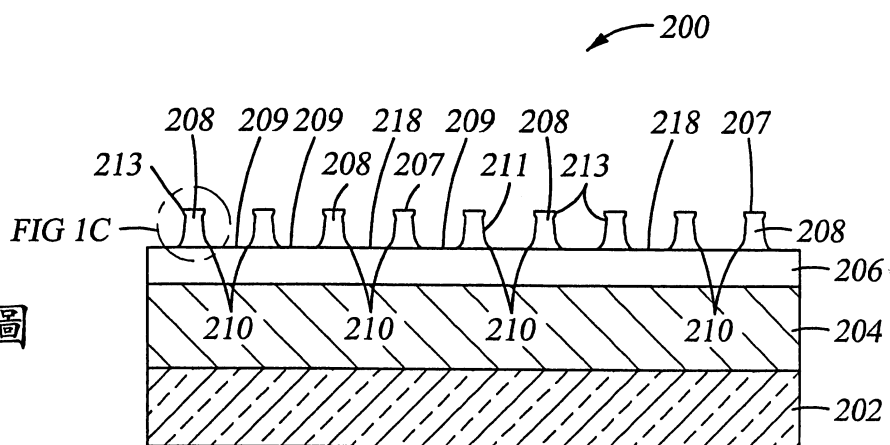


第 1 圖

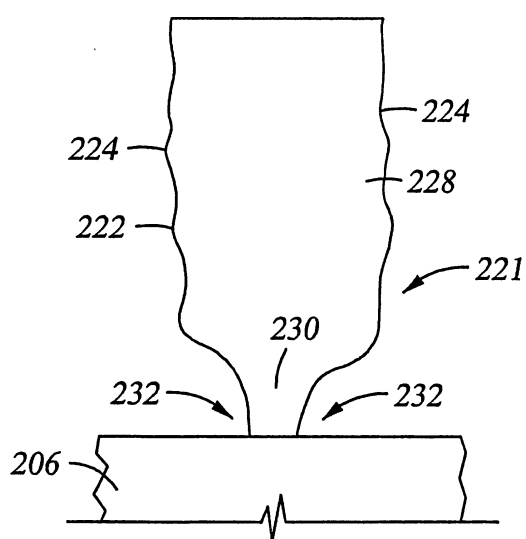
第 2A 圖



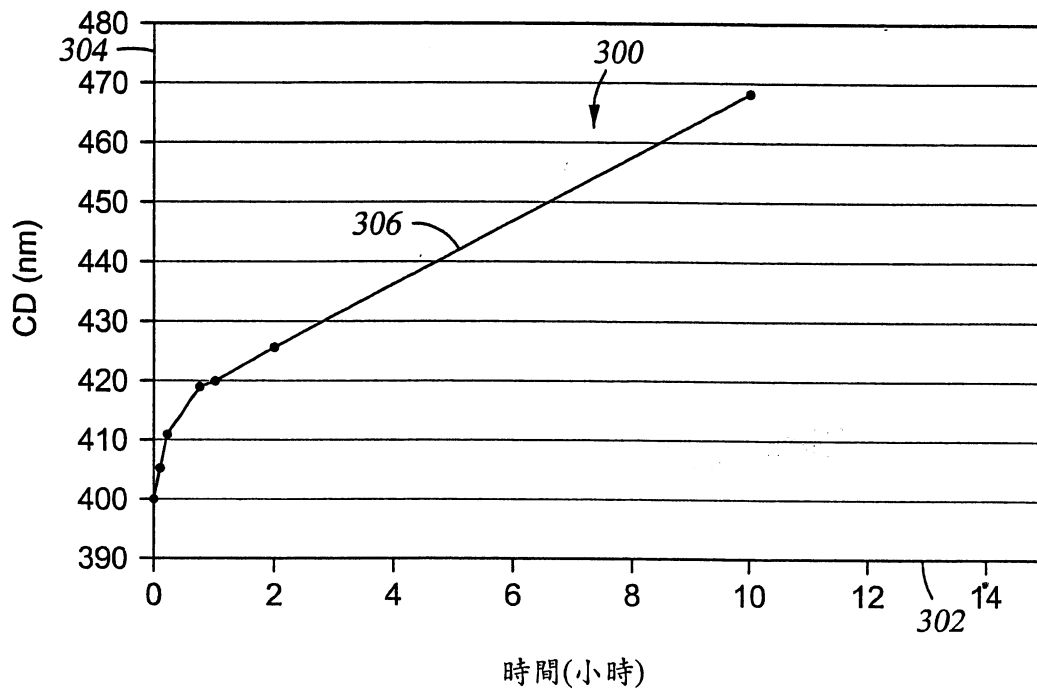
第 2B 圖



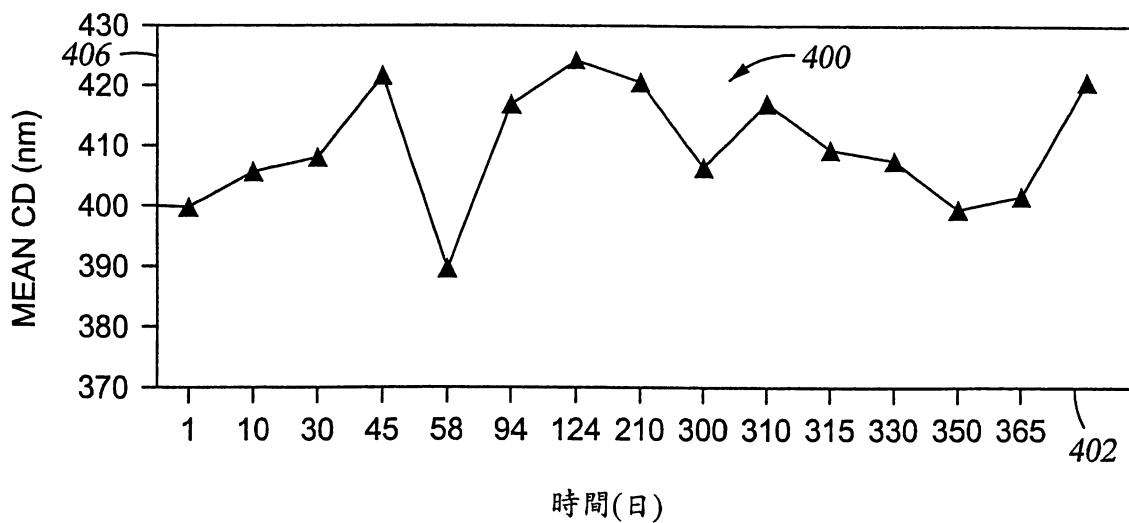
第 2C 圖



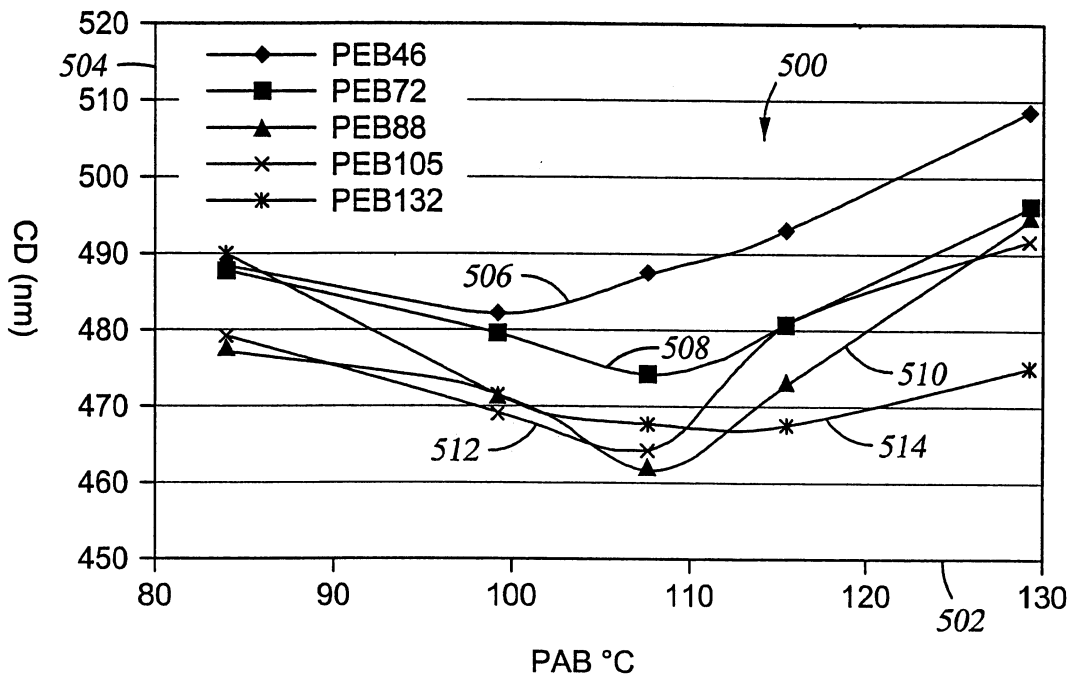
第 2D 圖



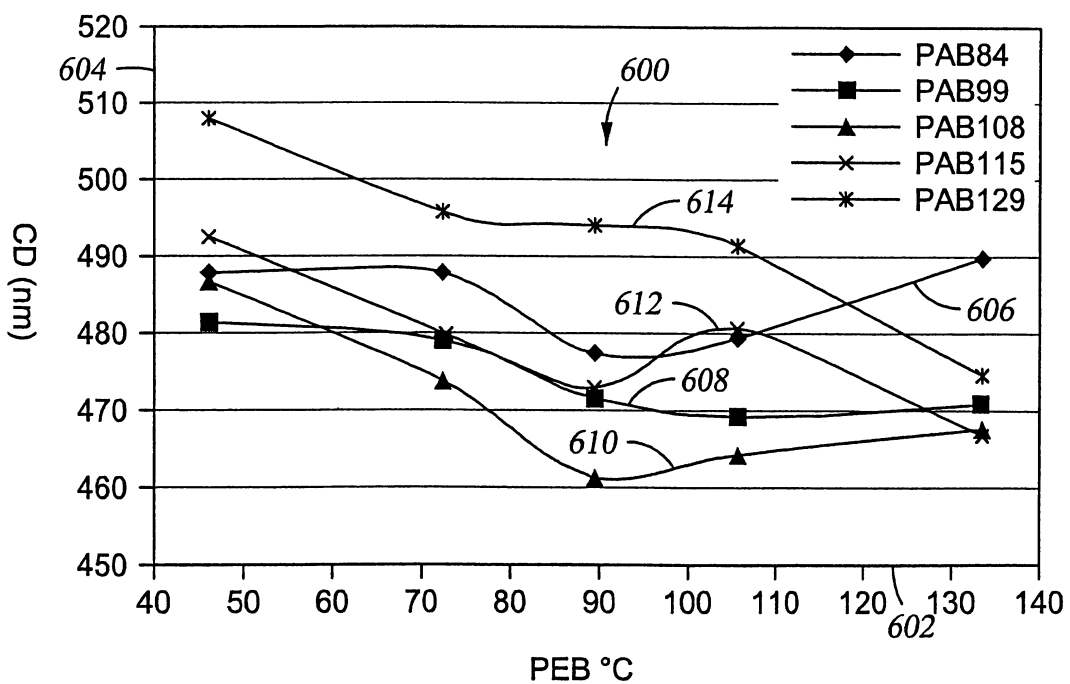
第 3 圖



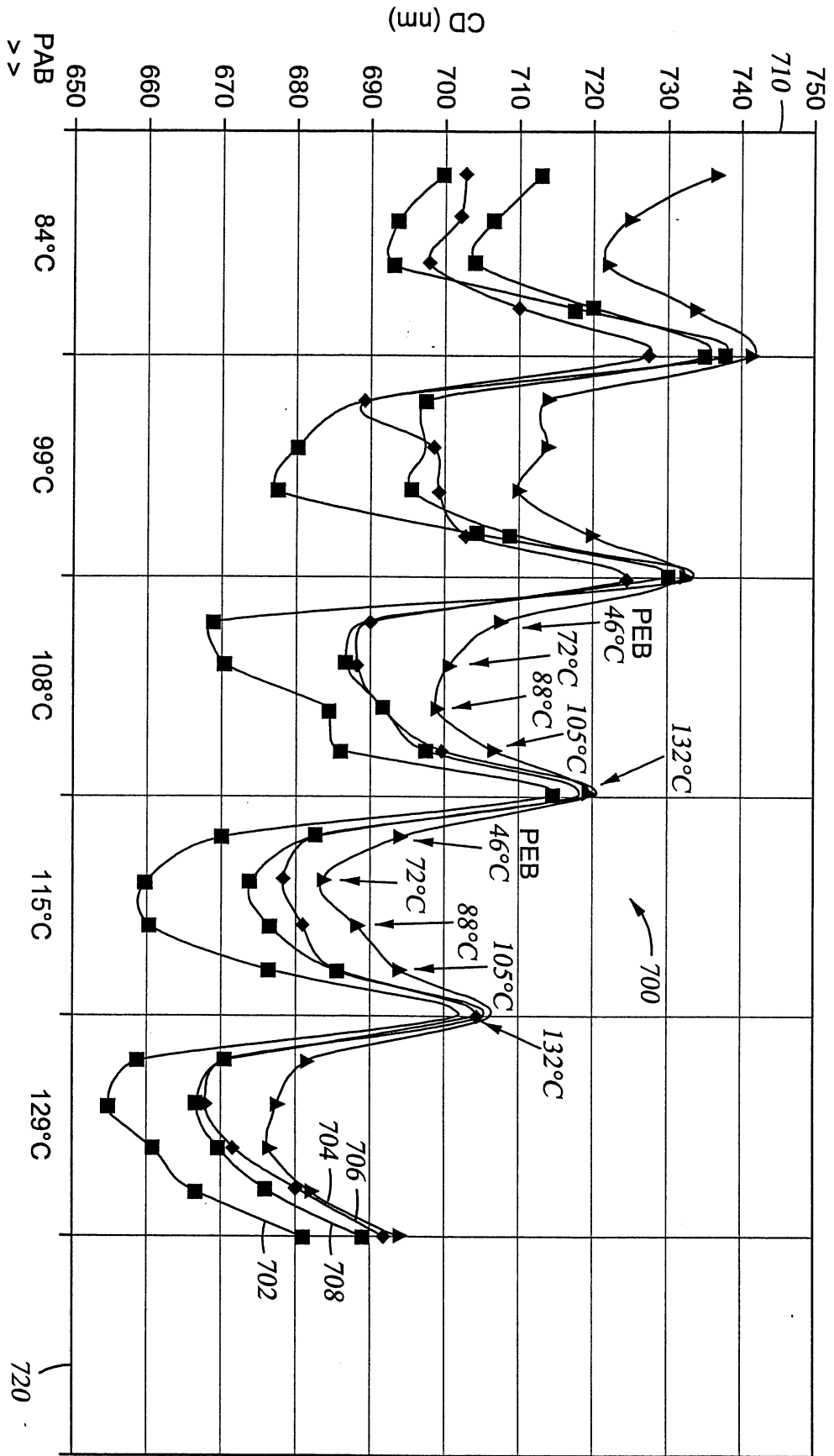
第 4 圖



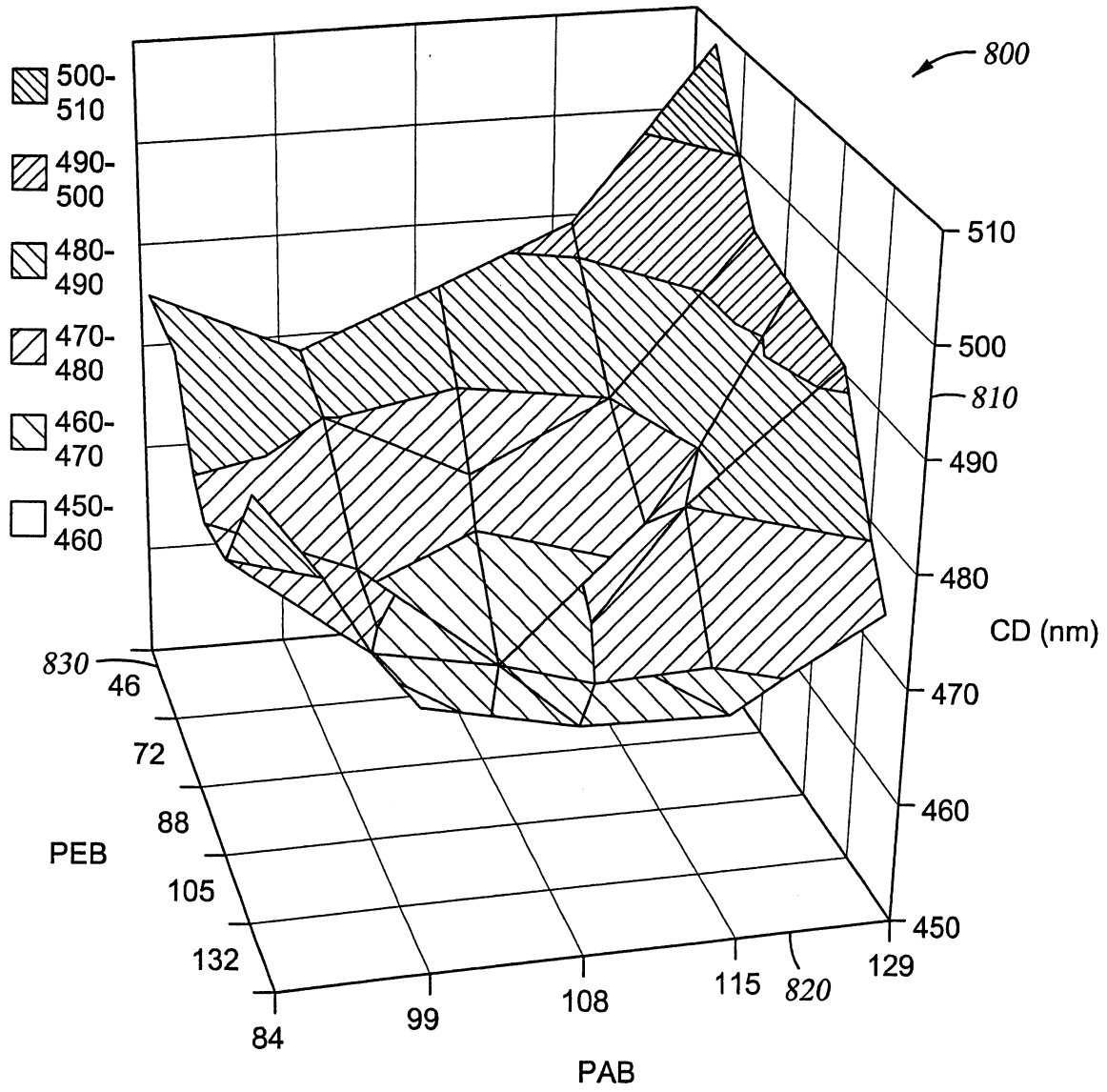
第 5 圖



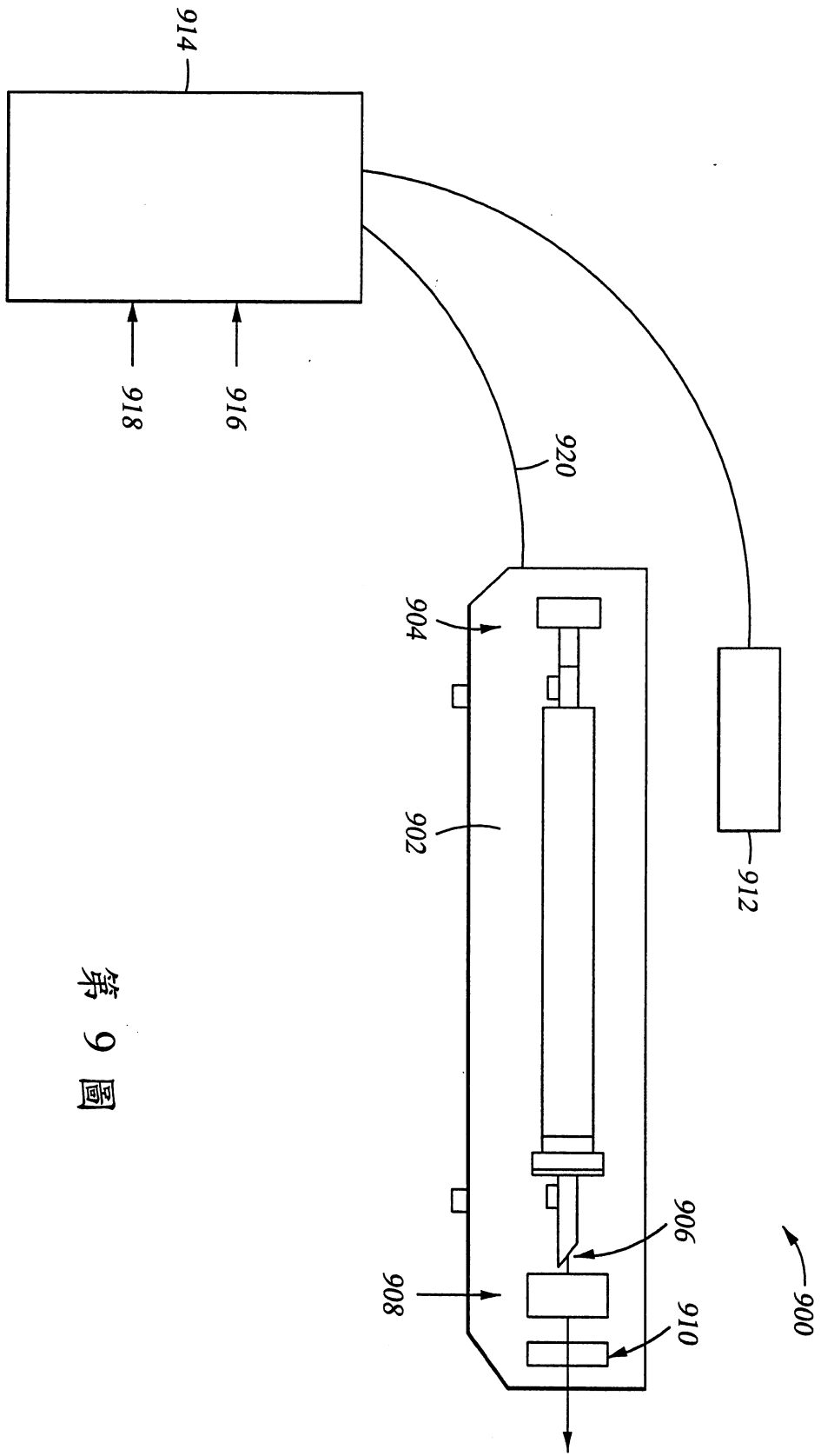
第 6 圖



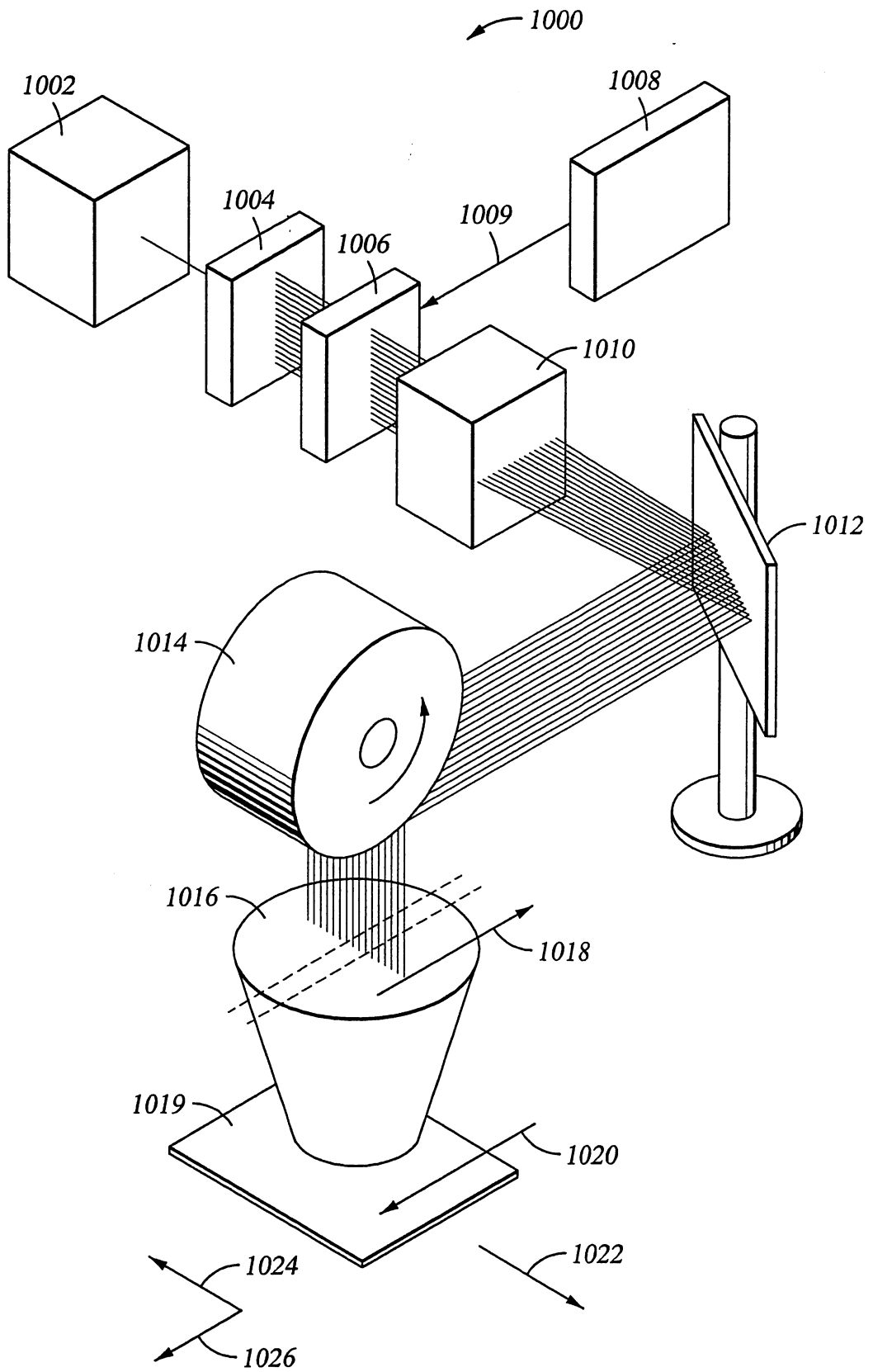
第 7 圖



第 8 圖

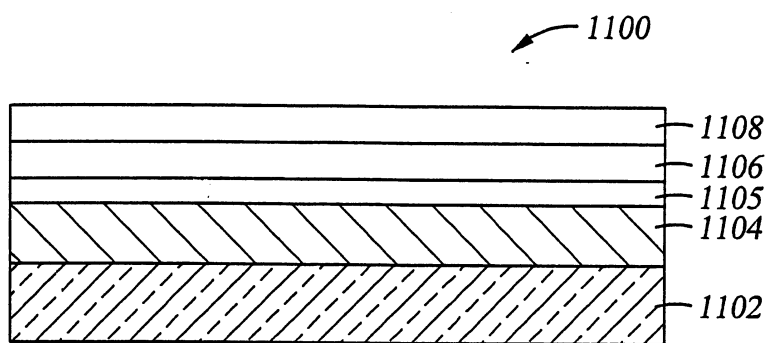


第 9 圖

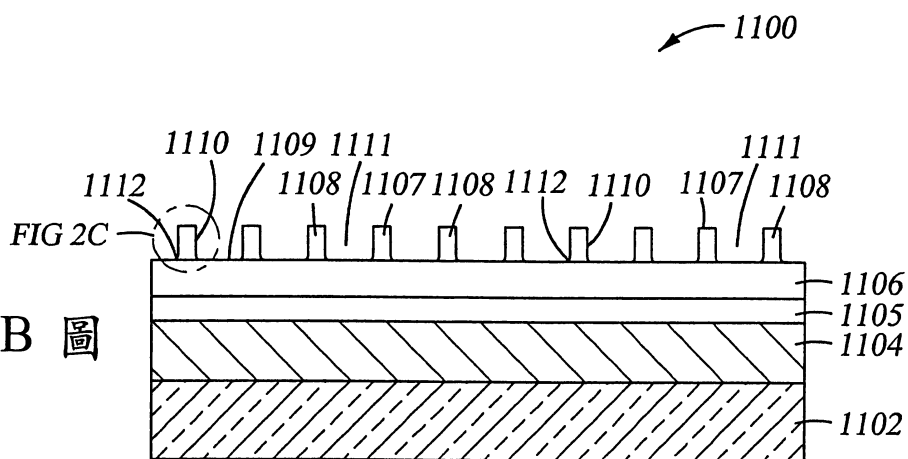


第 10 圖

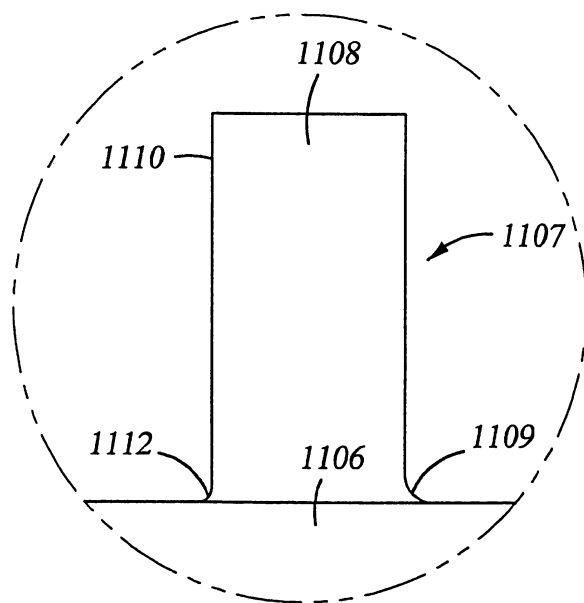
第 11A 圖



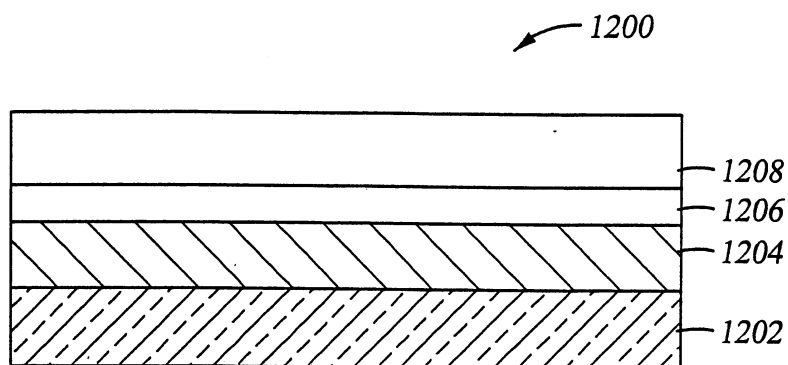
第 11B 圖



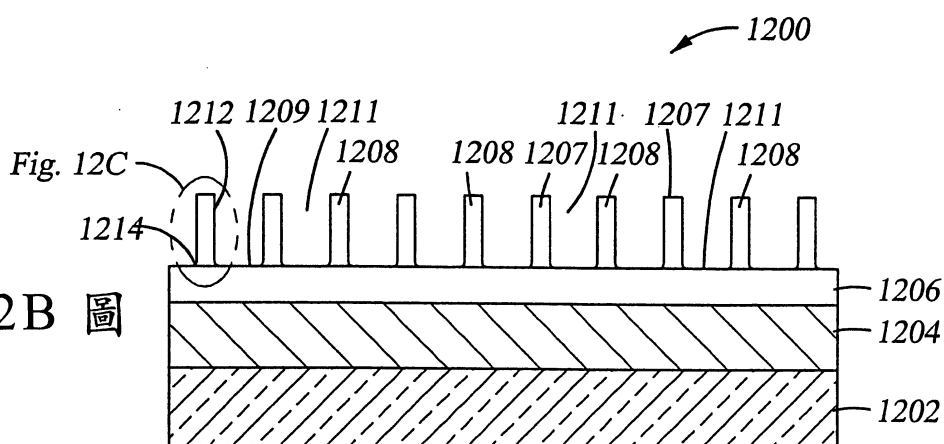
第 11C 圖



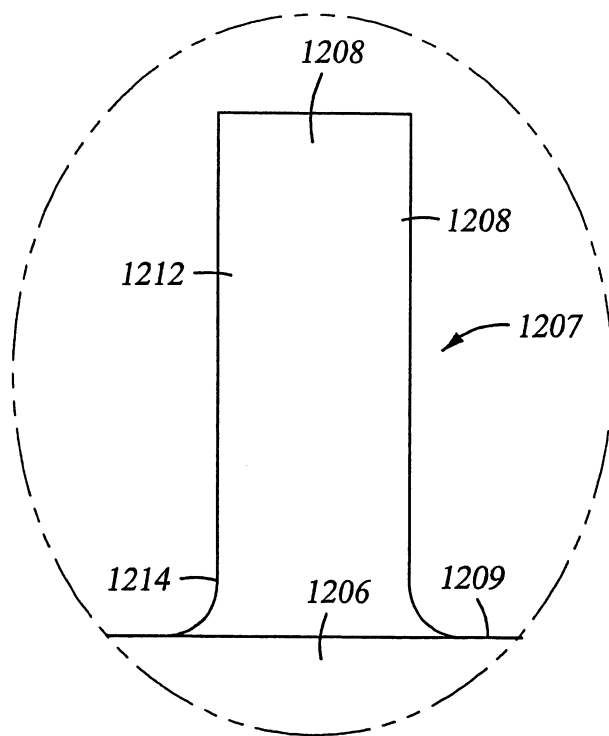
第 12A 圖



第 12B 圖



第 12C 圖



本 告

申請日期	91.7.23
案 號	91116412
類 別	G03F1/00

92 6 9

A4
C4

第 91116412 號專利案 92 年 6 月修正

(以上各欄由本局填註)

~~新~~ 發明 專 利 說 明 書 565740

一、 發明 名稱	中 文	使用直接刻寫連續波雷射來光學地 將一光罩形成圖案之方法
	英 文	METHOD OF OPTICALLY PATTERNING A PHOTOMASK USING A DIRECT WRITE CONTINUOUS WAVE LASER
二、 發明 創作	姓 名	1. 史考特佛勒 Scott Fuller 2. 梅爾文 W. 蒙哥馬利 Melvin W. Montgomery 3. 傑夫瑞 A. 艾貝多 Jeffrey A. Albelo 4. 艾力克斯伯斯朋 Alex Buxbaum
	國 籍	1. 美國 2. 美國 3. 美國 4. 美國
三、申請人	住、居所	1. 美國俄勒岡州波特蘭西北科奈 2268 號 2268 NW Kearney, Portland, OR 97210, U.S.A. 2. 美國華盛頓州卡馬斯西北貝思街 4421 號 4421 NW Bass Street, Camas, WA 98607, U.S.A. 3. 美國俄勒岡州席爾司伯勒西北頓卡斯特斜坡 2470 號 2470 NW Doncaster Terrace, Hillsboro, OR 97124, U.S.A. 4. 美國俄勒岡州波特蘭南休姆街 3304 號 3304 S. Hume Street, Portland, OR 97219, U.S.A.
	代 表 人 姓 名	美商·應用材料股份有限公司 APPLIED MATERIALS, INC. 美國 美國加州聖大克勞拉市波爾斯大道 3050 號 3050 Bowers Avenue, Santa Clara, CA 95054, U.S.A. 瓊西 J. 史維尼 Joseph J. Sweeney

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製