I327685

公告本

發明專利說明書

（本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※ 申請案號： 94111205

※ 申請日期： 94.4.8 ※IPC 分類：G03F 9/00 (2006.01)

一、發明名稱：（中文/英文）

利用角落消去及圓化之光學近接校正

OPTICAL PROXIMITY CORRECTION USING CHAMFERS AND ROUNDING AT CORNERS

二、申 請 人：（共 1 人）

姓名或名稱：（中文/英文）

荷蘭商ASML遮蓋器具公司

ASML MASKTOOLS B.V.

代表人：（中文/英文）

A J M 范 赫夫

VAN HOEF, A. J. M.

住居所或營業所地址：（中文/英文）

荷蘭維德哈維市魯恩路6501號

DE RUN 6501, NL-5503 DR VELDHOVEN, THE NETHERLANDS

國 籍：（中文/英文）

荷蘭 THE NETHERLANDS

三、發明人：（共 2 人）

姓 名：（中文/英文）

1. 湯姆士 萊迪基

LAIDIG, THOMAS

2. 馬克斯 法蘭西斯克斯 安東尼斯 尤林基斯

EURLINGS, MARKUS FRANCISCUS ANTONIUS

國 籍：（中文/英文）

1.美國 U.S.A.

2.荷蘭 THE NETHERLANDS

S

四、聲明事項：

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

☑ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號　順序註記】

☑ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2004年04月09日；60/560,615

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號　順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料　【格式請依：寄存機構、日期、號碼　順序註記】

國外生物材料　【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼　順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於光微影，且特定言之係關於利用角落消去及圓化之光學近接技術校正。

【先前技術】

舉例而言，微影裝置可用於積體電路(IC)之製造中。在此情況下，製造中使用之光罩可包含對應於該IC之一個別層之電路圖案，且可將此圖案成像至經一輻射敏感材料(抗蝕劑)層塗覆之基板(例如，矽晶圓)上之目標曝光場(例如，包含一或多個晶粒)上。概言之，單一晶圓包含經由投影系統依次(一次一個)照射之相鄰目標曝光場之整個網路。在一類型微影投影裝置中，藉由將整個光罩圖案一次曝光至該目標曝光場上來照射每一目標曝光場；通常將此裝置稱作為晶圓步進器。在一替代裝置-通常稱作為步進-掃描裝置中，藉由於一給定參照方向("掃描"方向)在投影束下逐漸掃描光罩圖案同時在與此方向平行或反平行之方向上同步掃描該基板台而照射每一目標曝光場。因此，概言之，該投影系統具有一放大係數M(通常<1)，掃描基板台之速度V為係數M倍之掃描光罩台之速度。舉例而言，本文所述關於微影設備之更多資訊可自US 6,046,792中收集獲得，其以引用形式併入本文。

在使用一微影投影裝置之製造過程中，將一光罩圖案成像至至少由一輻射敏感材料(抗蝕劑)層部分覆蓋之基板上。在此成像步驟之前，該基板可經受各種程序，諸如上

底層，抗蝕劑塗覆及軟烘烤。曝光之後，該基板可經受其它程序，諸如後曝光烘烤(PEB)、顯影、硬烘烤及成像特徵之量測/檢測。此程序之陣列用作圖案化一設備(例如，IC)之個別層之基礎。可然後將此圖案化層經受各種製程，諸如蝕刻、離子植入(摻雜)、金屬化、氧化、化學機械研磨等，所有皆用於完成一個別層。若需要數層，則需為每一新層重複整個程序或其變體。最終，設備之陣列存在於該基板(晶圓)上。此等設備然後藉由諸如切割或鋸切等之技術彼此分離，其中該等個別設備可安裝於一載體上，連接至插腳等。

為簡單之目的，投影系統在下文中可稱作為"透鏡"，然而，此術語應廣泛解釋為包含各種類型之投影系統，例如，包括折射光學系統、反射光學系統及反射折射光學系統。該輻射系統亦可包括根據任何此等設計類型運作之組件以導引、成形或控制投影輻射束，且此等組件亦可在下文中(集體或單獨地)稱作"透鏡"。此外，該微影裝置可為具有兩個或兩個以上之基板台(及/或兩個或兩個以上之光罩台)之類型。在此等"多平臺"設備中，可並行使用額外之台，或可於一或多個臺上執行預備步驟而一或多個其它台用於曝光。舉例而言，雙平臺微影裝置在US 5,969,441及WO 98/40791中得以描述，其以引用形式併入本文。

前述之光微影光罩包含對應於待整合至一矽晶圓上之電路組件之幾何圖案。利用CAD(電腦輔助設計)程式產生用以創建此等光罩之圖案，此製程經常稱作為EDA(電子設

計自動化)。多數CAD程式遵循一組預定設計規則以創建功能光罩。此等規則藉由處理及設計限制而設定。舉例而言，設計規則界定在電路設備(諸如閘極、電容器等)之間或互連線之間之空間容限以確保電路設備或線不會以一種不良方式相互作用。該設計規則限制通常稱作為"臨界尺寸"(CD)。一電路之臨界尺寸可定義為一線之最小寬度或兩條線之間之最小空間。因此，CD判定設計之電路之總體大小及密度。

當然，在積體電路製造中之一目標為在晶圓上(經由光罩)如實地複製原始電路設計。然而，由於微影特徵及高解析度系統之日益增大之微觀尺寸，在基板上印刷之所得特徵傾向於具有某些褶皺，意即，應該為直的邊不直。此褶皺係關於在濾波理論中之"振鈴(ringing)"，且為一嘗試加重將小特徵成像所需之高空間頻率之自然副作用。熟習此項技術者熟知引起褶皺之其它因素。圖1說明印刷於基板上經受褶皺問題之特徵。

在此項技術之當前水平中，基於模型之OPC使用下列步驟校正在目標影像與預期影像之間之不匹配。(1)將一目標層分為複數個區。(2)在複數個區之每一區之一"評估點"(常在中心處)處評估一預期影像。(3)基於各個評估，根據在對應區之中心處之各個評估修正將印刷之特徵以使在目標與預期影像之間之不匹配最少。整體如圖1所示，在發生褶皺之低k1系統中，或在褶皺更普遍之系統中，在碰巧沒有將評估點置於在其各個區中之理想表示位置的情形

下，習知基於模型之OPC方法加重褶皺。

更詳言之，圖2說明疊加於一具有褶皺之預期影像22上之目標影像20。將目標影像20分為複數個區24，且對每一區24在評估點26處評估該等影像20、22。每一評估點26位於各個區24之中心處。如圖3所示，基於此等評估，修正目標影像(修正光罩30)。修正光罩考慮在目標影像20與預期影像22之間之不匹配。相對於在複數個區24之每一者之中心處之評估，對目標影像20應用一偏移量Δn，其中n表示對應區24。換言之，如所期待，將所得新邊在原始預期高之每一處向下調整，在原始預期低之每一處向上調整。

圖4說明基於修正光罩30之新預期影像40。藉由與預期影像22對比，在給出實例中，習知基於模型OPC加重新預期影像40之褶皺，其視周圍結構而定提高斷裂或跨連(bridging)之可能性。

原則上可藉由選擇一"較佳"評估點來獲得改良結果，且在此意義上存在某些限制策略。詳言之，可將在角落處或靠近角落處之區之評估點移回遠離彼角落以避免過度校正。此等方法為有益的，但是歸因於在周圍相關特徵與在一特定感興趣邊上觀察之褶皺之間的相互作用的複雜性，此等方法難於實施，除非在簡單的情形下可以實施。

此外，基於模型之OPC使用一天線模型(aerial model)或者一校正模型。一校正模型必須考慮光罩性質、創建光罩之工具之特徵、抗蝕劑性質等。由於此，使用校正模型有許多缺點。其包括廣泛校正，包括創建一光罩及將晶圓曝

光，並包括不能歸於光罩、半導體之任意成像性質或任何相關聯之性質。主要缺點係為了校正一模型，必須已經存在一合理光罩。因此，工業上經常為基於模型之OPC使用天線模型，因為其方便且不依賴現存工具。然而，天線模型不包括產品及製造缺陷，如在使用一校正模型之情形中。

將創建一種用以消除在目標影像與預期影像之間之不匹配，以接近現實生活中之缺陷之方式。

【發明內容】

本文之教示緩和前述之問題且提供一種最佳化一將形成於一基板上之設計之新穎方法。步驟包括：近似圓化該設計之一影像之至少一角落；產生一經近似圓化該至少一角落之該設計之表示；基於該表示產生一用於成像該設計之一光罩之初始表示；及進一步對該光罩之初始表示執行光學近接校正(OPC)。

OPC包括下述步驟：產生根據光罩之初始表示之該設計之一影像；評估在經近似圓化之該設計之表示與該影像之間之偏差；及判定步驟之評估結果是否滿足預定約束。在結果不滿足預定約束情形下，可根據該等結果產生該光罩之下一表示且重複OPC直至偏差滿足預定約束。

近似圓化之判定可基於預定規則之衍生物，其可用於界定一截線之尺寸。此外，圓化可藉由自一消去選擇切塊之大小並根據切塊之大小消去至少一角落以近似圓化來加以近似。

當消去之角落與另一角落相鄰時，可有必要進一步進行調整，諸如減少第一消去及第二消去之至少一者之大小以使得該第一消去及該第二消去不會相交。或者，按比例地減少該第一消去及該第二消去之大小以使得該第一消去及該第二消去不會相交。

另一種新穎概念包括一用以增強OPC之方法。其步驟包括基於光罩製造約束判定光罩之初始表示的角落的圓化；且基於應用角落圓化之初始表示產生一修正光罩表示。每一角落之圓化具有一預定半徑。

因此可將歸因於成像約束之角落圓化與歸因於光罩製造約束之光罩角落圓化兩者包括在內。

額外之目的、優勢及新穎特徵將部分闡述於下面之描述中，且部分對於熟習此項技術者在檢視下文及附圖後將易於瞭解或可由實例之運作或生產中學得。藉由在所附申請專利範圍中特別指出之方法、手段及其組合之使用或實踐可實現或獲得本教示之目標及優勢。

【實施方式】

在2004年3月30日申請之第60/557,833("`833"專利申請案)號相關之美國專利申請案(標題為"Apparatus, Method and Program Product for Suppressing Waviness of Features to be printed using Photolithographic Systems")中描述了藉由相應地調整一光罩以克服在預期影像中之不一致性之新穎概念。該案之全文以引用的方式併入本文中。

發明者進一步設計出藉由針對已知之印刷製造限制來補

償該目標影像以減少一預期影像之褶皺及其它負面影響之新穎概念。相關於一此限制，還設計出一種方法以印刷超過一預定銳度之角落。舉例而言，圖5A說明一理想特徵50，且圖5B說明印刷之實際特徵52或特徵之預期影像52。理想特徵50具有一無窮大銳度之理想角落54，但是由於製造及實體限制，事實上不可達成理想角落54之形狀。

在`833申請案中描述用以補償在模型OPC中目標影像中之角落圓化之新穎方法。此等方法包括對在靠近一角落或在一角落處之評估應用調整係數。或者，可完全消除靠近一角落或位於一角落處之評估點。因為角落通常具有某些圓化，所以調整係數將此考慮在內，且相應地對該目標影像進行調整。

在本發明中，另一新穎方法為修正該目標影像以模擬在每一角落處之圓化。在印刷製程中角落通常經受某些圓化，且OPC處理由於嘗試校正此不可避免之圓化而引入不良結果("環形"、"頸"、及"跨連")。儘管該`833申請案教示方法，藉由此方法可選擇性的忽略歸因於角落圓化之不匹配，但本發明以近似不可避免之角落圓化之方式改變該目標，且然後應用OPC以嘗試複製此修正目標。

使用截線(serif)之基於規則型OPC具有許多發展。第5,663,893、5,707,765及6,670,081號美國專利提供使用截線之OPC之例示性描述。此等專利之全文以引用的方式併入本文中。

通常截線為位於一電路特徵之角落上之子微影方形特

徵。其用以"銳化"在晶圓上之最終轉印設計之角落，用以改良在實際電路設計與在光阻層上之最終轉印電路圖案之間之對應性。已知在凸面頂點處之"正"截線調整在頂點處之光罩之曝光能量以防止角落之丟失。在凹面頂點處之"負"截線移除在凹面頂點處之光罩圖案之一部分以嘗試在最終圖案中保持該凹面頂點之精確表示。基於為最佳化截線而發展之規則，有"角落銳度"限制之一般理解。

在使用截線之典型OPC中，給定截線(正及負兩者)之每一邊相對於一給定截線之所有其它邊為可調整的，以允許修正該截線之總體尺寸。同時，每一截線可獨立於所有其它截線得以修正。如`081專利之解釋，此等截線之修正藉由預定規則得以控制，該等預定規則由使用者根據將產生之特徵圖案而選擇/定義。熟知此等規則根據不同電路設計特徵將會不同。當然，此等規則亦可為固定尺寸及間隔臨限值之截線類型。

圖6A及6B說明將使用截線印刷之圖案。為說明及解釋之目的，誇示該等截線之位置及尺寸。每一截線具有一"重疊部分"及一"延伸部分"。負截線之與該特徵之背景重疊之部分為該重疊部分(圖6A)，而正截線之與該實際特徵重疊之部分為該重疊部分(圖6B)。截線之重疊可定義為"短重疊"O_S及"長重疊"O_L。相似地，延伸可定義為"短延伸"E_S及"長延伸"E_L。使用任何用於確定截線之尺寸及定位截線之基於規則之方法，可為一給定角落界定每一截線。

本發明已發現最佳消去(意即，角落切去)可以與最佳截

線尺寸相同之方式得到。最佳消去規則可與用於截線校正之理想規則不同，但是該等規則在形式上相似。返回參看圖5B，假設角落56之圓化已經使用截線得以最小化(如前述)且剩餘的為不能消除之剩餘角落圓化。如圖5B所示，藉由在OPC之前消去角落54'以近似或模擬此期望之圓化，將不會導致在嘗試消除角落圓化過程中後續之OPC處理與相鄰區域之校正的折衷處理。

如圖5B所示，角落圓化採取一光滑曲線之形式。習知EDA軟體很難或不可能處理此形狀。該角落可在"多邊形"近似中以一連串直線邊近似。在此多邊形之簡單性與其近似理想曲線圖式之精確性之間可找到折衷。發明者發現單一對角線邊，在每一端處具有對稱45度角，在多數情形下係一較佳折衷。將幾何形狀限制為處於45度之倍數的角度之邊在光罩製造中具有實際優勢，此係因為多數寫光罩機器必須使用一"階梯"圖案近似其它角度。然而，應瞭解較大數目之對角線邊，且在某些情形下不為45度之角，可較佳近似真實之角落圓化，且在特定環境下可為較佳的。

假定單一消去邊之情形，不限制其角度，消去切塊可為三角形，選擇其以使得其一邊等於短重疊O_S，且另一邊等於長重疊O_L。當創建此消去時，忽略E_S及E_L之值，其係界定一截線所必要的。由於兩條原始目標邊之長度不同，O_S及O_L通常長度不同，沿較短邊之重疊較短。此近似在此等情形下發現之實際角落圓化之不對稱曲線。為將該角度限制於45度(如在本發明之較佳實施例中)，該三角形之兩邊

必須具有相同之長度，且選擇該較短長度O_S。

藉由兩條相對長之線連接以使得一角落之角落圓化(及近似其之消去)不會干擾一相鄰角落的角落圓化之角落具有等於某標稱消去量之O_S與O_L兩者。然而，當在相鄰角落之間之線相對較短時，如在線端，有時稱作"U"型邊，一角落之消去會干擾一相鄰角落之消去。圖7A說明此概念。

通常，截線之規則在將一截線置放在一凸面角落與一凹面角落上是不同的。拿凸面規則作為實例，考慮一40 nm之"標稱"截線尺寸規則(對應於一消去尺寸規則)。然而，如圖7B所示，在短"U型邊"上，可減少消去以僅切去該線端之四分之一。當然，可修正此等規則以使得消去可切去該線之線端二分之一以下之任何部分，以保持一"真實"U型邊。

此可以藉由"ps_adj"(正截線調整規則)參數與對消去之"並列重疊"之調整來達成，該調整線性依賴於U型邊之長度。舉例而言，標稱消去寬度可為40 nm，且該並列重疊調整可自在邊長度160 nm處之0 nm至在邊長度80 nm處之-20 nm線性變化。此為在80 nm與160 nm之間之任何線寬產生該線寬W之1/4之消去。在此範圍之一端處，160 nm寬度之線未接收到調整，且該40 nm標稱消去尺寸恰為160 nm線寬之1/4。在此範圍之另一端處，80 nm寬之線接收到對40 nm標稱消去尺寸之-20 nm之調整，產生20 nm之消去，其再次為線寬之1/4。

圖8說明一目標影像800(虛線)、截線802(對角影線)及在

待印刷之特徵之每一角落處所得之相關消去804。僅為說明及解釋目的將截線802及消去804尺寸誇大，且對給定圖案可能並非最佳。另外，在相同影像中說明截線802及消去804以簡單演示上述用於判定消去804之尺寸之概念。

圖9說明使用在專利號為`833中描述之中位值評估及根據本文所討論之新穎概念執行之校正所得之模擬結果。圖10說明僅使用在專利號為`833中描述之中位值評估執行之校正所得之模擬結果。在圖9中，目標影像由900(虛線)表示，經校正之光罩圖案由902(對角影線)表示且預期印刷結果由904(水平影線)表示。在圖10中，目標影像由1000(虛線)表示，經校正之光罩圖案由1002(對角影線)表示且預期印刷結果由1004(水平影線)表示。

選擇在每一圖中以A-E表示之區域以比較跨連、頸(或夾縮)、褶皺、線光滑性及平均線寬之作用。最佳如圖9中A及B所示，與圖10中之相同區域比較，減少了跨連。最佳如圖9中C所示，與圖10中之相同區域比較，減少了褶皺。最佳如圖9中C及D所示，與圖10中之相同區域比較，平均線寬及線光滑性較佳。最佳如圖9中E所示，與圖10中之相同區域比較，減少了頸。

即使上述經近似圓化之修正目標影像為一較佳近似，但是該目標影像仍為一理想表示。請考慮下述之進一步增強。

用以創建上述影像之模型OPC迴圈如下：(1)定義對應於目標之光罩表示，(2)計算影像(空間影像或在抗蝕劑中)，

(3)判定在影像與目標之間之偏差，(4)修正光罩，(5)重複步驟直到影像令人滿意。藉由修正目標影像以消去角落，此模型OPC迴圈(如上述)確實產生一較佳影像。然而，可將模型OPC進一步修正以考慮在目標上、光罩上或兩者上之實際角落圓化。

可將一光罩構造功能及/或目標影像修正功能併入模型OPC迴圈中以計入光罩圓化，其實際上在所有具有角落之特徵之微影印刷中不可避免地發生。圖11說明併入此等兩個概念之模型OPC迴圈之例示性流程圖。在步驟1100中，定義一初始目標影像，諸如由圖8所說明之目標影像800。在步驟1101中，選擇光罩之初始估計與在步驟1101之前定義之目標相等。可將步驟A及步驟B併入在步驟1100之後，其中選擇一理想目標(意即，具有尖銳角落之目標)且對該目標影像之各個角落分別應用近似圓化或消去。以此方式產生一可更實際達成之目標。此目標之近似圓化之步驟說明投影系統充當一低通濾波器且因此不能夠將尖銳角落成像之先驗知識。

在步驟1102中，可對光罩之初始估計應用圓化以計入在一實際光罩上之特徵之角落之實際圓化(步驟1102)。該圓化通常歸因於光罩製造約束。熟習此項技術者易於瞭解此等製造約束。在步驟1104中，基於在步驟1102中產生之光罩表示來產生一影像，且在步驟1106中，判定在該產生之影像與該表示之間之偏差。基於預定約束，判定該影像是否令人滿意(步驟1108)。設定預定約束及判定一影像是否

令人滿意之方式已為微影技術領域所熟知之技術。若影像為可接受的，則結束該製程(步驟1110)且可基於用以產生步驟1104之影像的該光罩之表示來產生一光罩。或者，若該影像不令人滿意，則可根據熟知之OPC技術修正光罩之表示(步驟1112)。重複步驟1102-1108直至該影像令人滿意。

圖12演示在步驟B(圖11)之目標修正與光罩表示之修正(步驟1102)之間之相似性。特定言之，圖12說明一藉由消去以模擬圓化而修正之目標影像1200及在步驟1104中應用圓化而修正之光罩表示1202。為說明及解釋之目的，將目標1200相對於目標影像1202稍微放大。藉由對該光罩表示應用圓化，可近似角落不完整性之較佳表示。此外，光罩表示之實際圓化補充被應用近似圓化之目標影像。換言之，光罩表示之實際圓化可稱為圓化目標影像之消去角落。

圖12亦說明每一角落以預定半徑r圓化之另一概念。如本文所述，圓化之作用是已知的且對多數類型之印刷通常可近似。舉例而言，發明者發現對一典型光罩製造過程半徑可預期在40-80 nm之間(在主光罩量測)。當然，根據光罩特徵及光罩製造過程之複雜度或光罩寫入器系統參數可選擇不同量值之半徑。

圖13說明通常在圖11之步驟1102中應用圓化之流程圖。通常，在步驟1300中檢查每一角落，且在步驟1302中應用一預定半徑之圓化。在步驟1304中，產生一修正之光罩表

示(見1202，圖12)且基於此影像進行OPC。圖14進一步說明此概念。經圓化1404之角落1400在晶圓級基本上對應於該目標影像之消去1402之大小。

因此，可使用經近似圓化之目標影像之修正與歸因於光罩製造約束之光罩表示的修正以模擬圓化兩者或一者以最佳化最終光罩。

圖15示意性描述一適於與經本發明輔助設計之光罩使用之微影投影裝置。該裝置包含：

-一輻射系統Ex、IL，用以提供一輻射投影束PB。在此特定情形下，該輻射系統亦包含一輻射源LA；

-一第一載物台(光罩台)MT，其具有一光罩固持器以固持一光罩MA(例如一主光罩)，且連接至第一定位構件以相對於物件PL精確定位該光罩；

-一第二載物台(基板台)WT，其具有一基板固持器以固持一基板W(例如一塗覆抗蝕劑之矽晶圓)，且連接至第二定位構件以相對於物件PL精確定位該基板；

-一投影系統("透鏡")PL(例如，一折射、反射或反射折射光學系統)，用以將光罩MA之照射部分成像至基板W之一目標部分C(例如，包含一或多個晶粒)上。

如本文所述，該裝置為透射類型(意即，具有一透射光罩)。然而，通常其亦可為反射類型，例如具有一反射光罩。或者，該裝置可採用另一種圖案化構件作為使用光罩之替代；實例包括可程式化鏡面陣列或LCD矩陣。

源LA(例如，一汞燈或準分子雷射)產生一輻射束。舉例

而言，將此束直接或者穿過諸如束放大器Ex之調整構件後饋入一照明系統(照明器)IL。照明器IL可包含調整構件AM用以設定在束中之強度分佈之外徑及/或內徑範圍(通常分別稱為σ-外及σ-內)。此外，其通常包含各種其它組件，諸如一積光器IN及一聚光器CO。以此方式，照射在光罩MA上之束PB在其橫截面上具有所要之均一性及強度分佈。

關於圖15請注意源LA可在該微影投影裝置之外殼內(例如，當源LA為一汞燈時經常如此)，但是其亦可遠離該微影投影裝置，其產生之輻射束被導引入該裝置(例如在合適之導引鏡面協助下)；當源LA為一準分子雷射(例如，基於KrF、ArF或F_2之雷射)時經常為後者之情形。本發明涵蓋至少兩種此等情形。

束PB隨後截取光罩MA，光罩在一光罩台MT上得以固持。橫穿光罩MA之後，束PB穿過透鏡PL，其將束PB聚焦於基板W之一目標部分C上。於第二定位機構PW(及干涉量測構件IF)之輔助下，可精確地移動基板台WT(例如)以在束PB之路徑上定位不同目標部分C。相似地，例如在自光罩庫以機械方式取得光罩MA後或在掃描期間，可使用該第一定位機構以相對於束PB之路徑精確定位光罩MA。一般而言，載物台MT及WT之移動將借助於未在圖15中明確描述之長衝程模組(粗定位)及短衝程模組(精細定位)來實現。然而，在晶圓步進器(與步進-掃描工具相對)之狀況下，光罩台MT可僅與一短衝程致動器相連，或可為固定的。

所描述之工具可以兩種不同模式使用：

-在步進模式中，光罩台MT保持基本上靜止，且將整個光罩影像一次投影(意即，單"閃光")至一目標部分C上。隨後，基板台WT在x及/或y方向移位以藉由束PB照射不同的目標部分C。

-在掃描模式中，適用基本上相同之情形，除了給定目標部分C不是單"閃光"曝光。實情為，光罩台MT為在一給定方向(所謂"掃描方向"，例如y方向)上以速度*v*可移動的，以使得引起投影束PB掃描一光罩影像；同時，基板台WT在相同或相反方向上以速度$V=Mv$同時移動，其中M為透鏡PL之放大倍數(通常$M=1/4$或1/5)。以此方式，可曝光一相對較大之目標部分C，而不會損害解析度。

本文揭示之概念可模擬或數學模型化用於將子波長特徵成像之任何一般成像系統，且可對於可產生具有一愈來愈小尺寸之波長之新興成像技術尤其有用。已使用之新興技術包括EUV(遠紫外線)微影，其使用ArF雷射可產生193 nm之波長，甚至使用氟雷射可產生157 nm之波長。此外，EUV微影藉由使用同步加速器或藉由以高能量電子撞擊材料(固體或電漿)而產生在20-5 nm之範圍中之光子而可產生20-5 nm之範圍中之波長。因為多數材料在此範圍中為吸收性的，所以可由鉬及矽之多層堆疊之反射鏡面產生照明。多層堆疊鏡面具有40層鉬及矽對，其中每一層之厚度為四分之一波長。甚至以X射線微影可產生更小之波長。通常，使用同步加速器產生X射線波長。因為多數材料在

X射線波長處為吸收性的，所以薄片吸收材料界定了特徵印刷(正抗蝕劑)或不印刷(負抗蝕劑)之處。

雖然本文所揭示之概念可用於成像至一諸如矽晶圓之基板上，但應瞭解所揭示之概念可用於任何類型之微影成像系統，例如用於在非矽晶圓之基板上成像之彼等系統。

本文所揭示之概念可用作一模擬器，意即，作為一可在一電腦系統上實施之電腦程式產品。電腦系統之軟體功能涉及程式設計，包括可執行程式碼，其可用於實施上述之成像模型。軟體程式碼由通用電腦執行。在運作過程中，將程式碼及可能關聯之資料紀錄儲存在一通用電腦平臺內。然而，在其它時候，該軟體可儲存於其它位置及/或加以傳送以載入合適之通用電腦系統中。因此，前述之實施例包括以一或多個由至少一機器可讀取媒體承載之程式碼之模組形式存在的一或多個軟體產品。電腦系統之處理器執行此程式碼以使該平臺實質上是以本文所論述及說明之實施例中所執行的方式實施目錄及/或軟體下載功能。

如本文所使用，諸如電腦或機器"可讀取媒體"之術語指參與提供指令至一處理器而得以執行之任何媒體。此媒體可具有許多形式(包括但不限於)：非揮發性媒體、揮發性媒體及傳輸媒體。舉例而言，非揮發性媒體包括光碟或磁碟，諸如前述作為伺服器平臺中之一者操作的任何電腦中之任何儲存設備。揮發性媒體包括動態記憶體，諸如此電腦平臺之主記憶體。實體傳輸媒體包括同軸電纜；銅導線及光纖，包括有包含一電腦系統中之匯流排之導線。載波

傳輸媒體可具有電或電磁訊號、或聲波或光波的形式，諸如在射頻(RF)及紅外(IR)資料傳遞過程中產生之彼等物。因此，通常電腦可讀取媒體之形式包括(例如)：一軟性磁碟、一可撓性碟、硬碟、磁帶、任何其它磁性媒體、CD-ROM、DVD、任何其它光學媒體、諸如穿孔卡、紙帶、具有孔圖案之任何其它實體媒體之較少使用媒體、一RAM、一PROM及EPROM，一快閃EPROM，任何其它記憶體晶片或儲存匣、一傳送資料或指令之載波、傳送該載波之電纜或鏈路、或電腦可從中讀取程式碼及/或資料之任何其它媒體。在載運一或多個指令之一或多個序列至處理器以用於執行中，可涉及多種此等形式之電腦可讀取媒體。

雖然前面已描述稱作為最好模式之實施例及/或其它實例，但應瞭解可在其中進行各種修改且本文所揭示之主旨可在多種形式及實例中實施，且本教示可應用於眾多應用中，本文僅描述了一部分。希望藉由下述申請專利範圍主張屬於本教示之真實範疇之任何及所有應用、修改及變更。

【圖式簡單說明】

圖1說明印刷於一基板上經受褶皺之例示性特徵。

圖2說明一例示性目標影像及經受褶皺之對應預期影像。

圖3說明圖2之目標及預期影像及一基於圖2影像之評估之例示性修正光罩。

圖4說明基於圖3之修正光罩之例示性預期影像。

圖5A說明將印刷之理想特徵，且圖5B說明將印刷之對應實際特徵。

圖6A說明相對於一特徵之負截線之重疊部分，且圖6B說明相對於該特徵之正截線之重疊部分。

圖7A說明在相鄰角落處消去之可能干擾，且圖7B說明解決該干擾之消去調整。

圖8說明一目標影像之模擬，應用至該目標影像之截線及該目標影像之消去。

圖9說明使用經調整以消去每一角落之修正目標影像之中位值評估執行之模擬。

圖10說明與圖9中相同之模擬，但是係對一未修正之目標影像。

圖11說明模型OPC迴圈之例示性流程圖。

圖12說明一藉由消去以模擬圓化而修正之目標影像，及一在步驟中應用圓化而修正之目標影像。

圖13說明通常在圖11之對應步驟中應用圓化之流程圖。

圖14說明一在晶圓級經圓化之角落。

圖15示意性地描述適於與經本發明輔助設計之光罩使用之微影投影裝置。

【主要元件符號說明】

20	目標影像
22	預期影像
24	區
26	評估點

30	修正光罩
40	新預期影像
50	理想特徵
52	實際特徵
54	理想角落
54'	角落
56	角落
800	目標影像
802	截線
804	消去
900	目標影像
902	經校正之光罩圖案
904	預期印刷結果
1000	目標影像
1002	經校正之光罩圖案
1004	預期印刷結果
1200	目標影像
1202	光罩表示
1400	角落
1402	消去
1404	圓化
AM	調整構件
C	目標部分
CO	聚光器

E_L	長延伸
E_S	短延伸
Ex、IL	輻射系統
IF	干涉量測構件
IN	積光器
LA	輻射源
MA	光罩
MT	第一載物台/光罩台
O_L	長重疊
O_S	短重疊
PB	輻射投影束
PL	投影系統、物件
PW	第二定位機構
W	基板
WT	第二載物台/基板台

五、中文發明摘要：

本發明提供一種最佳化一將形成於一基板上之設計之方法。該方法包括近似圓化該設計之一影像之至少一角落；產生一經近似圓化該至少一角落之該設計之表示；基於該表示產生一用於成像該設計之一光罩之初始表示；及進一步對該光罩之初始表示執行光學近接校正(OPC)。

六、英文發明摘要：

十一、圖式：

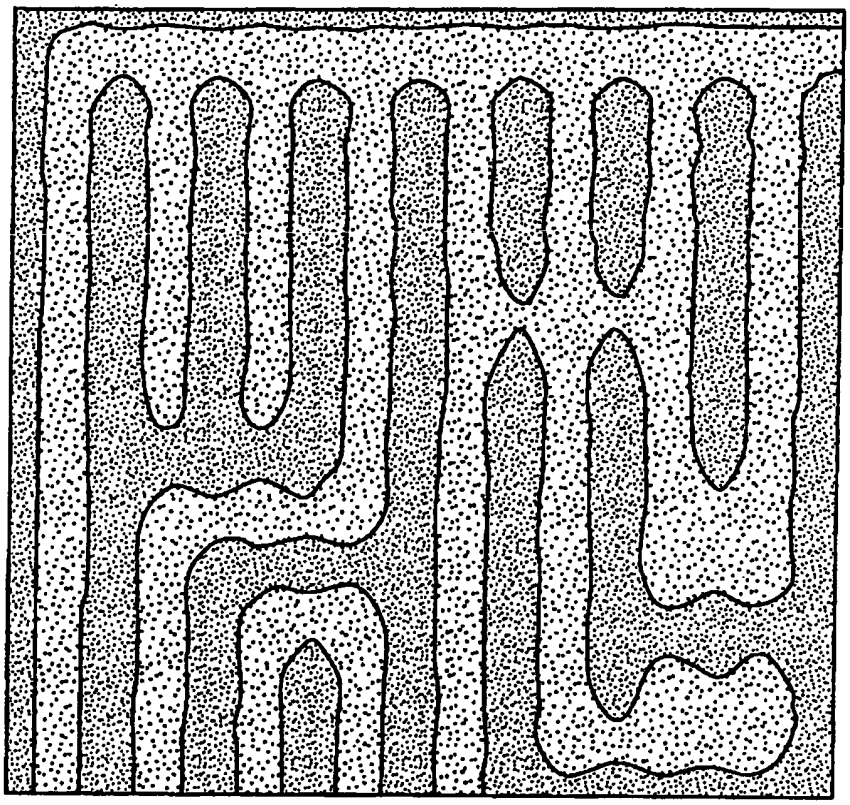


圖 1

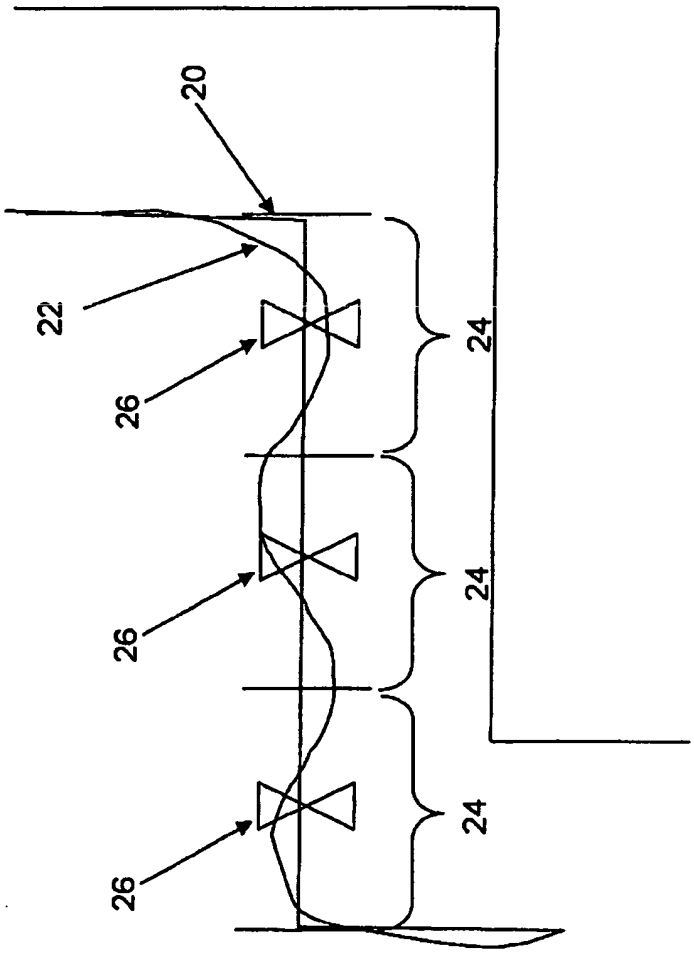


圖 2

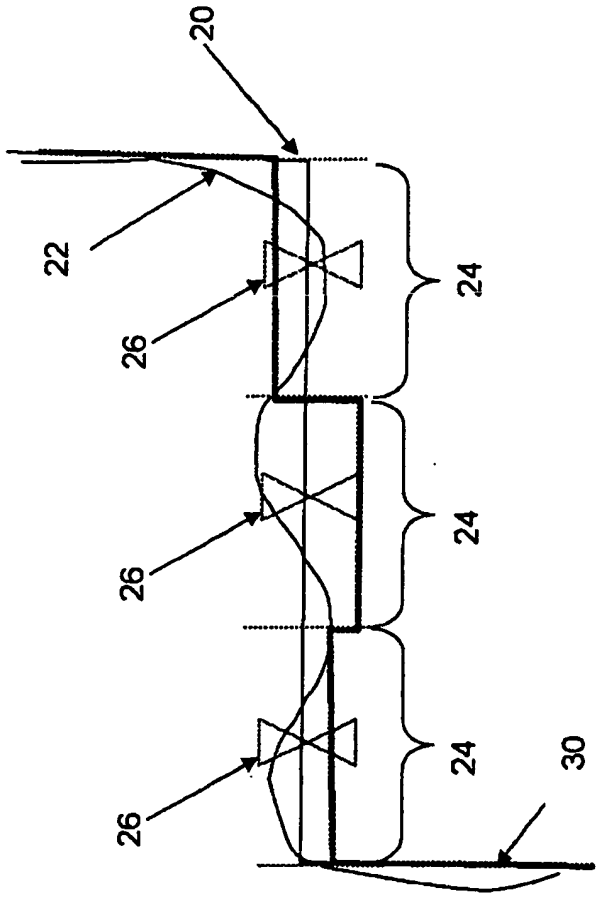


圖 3

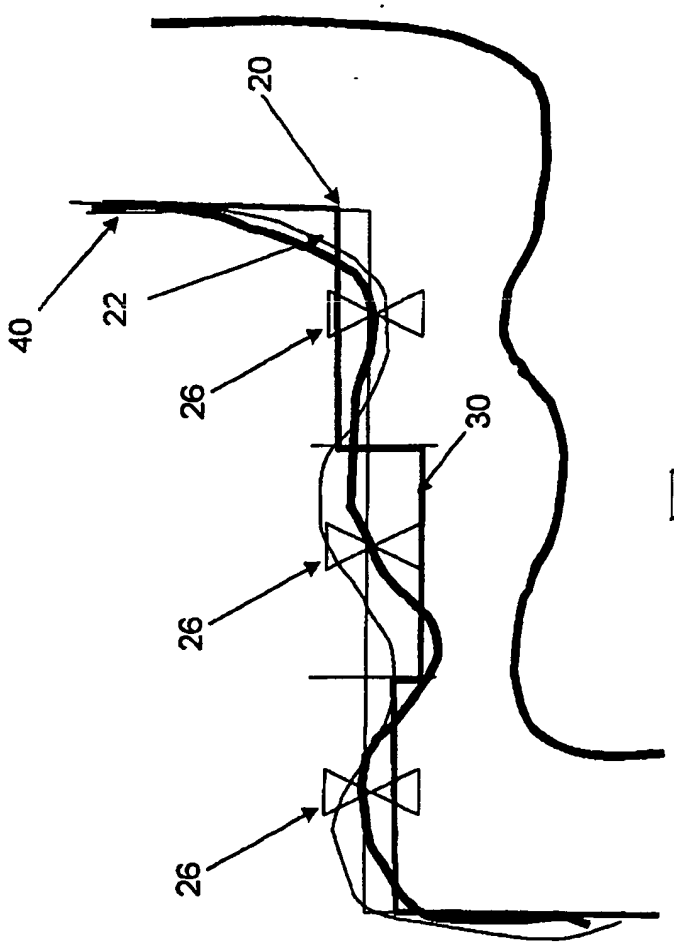


圖 4

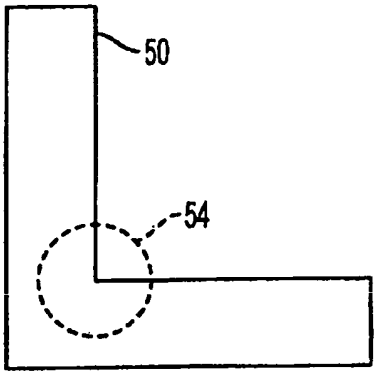


圖 5A

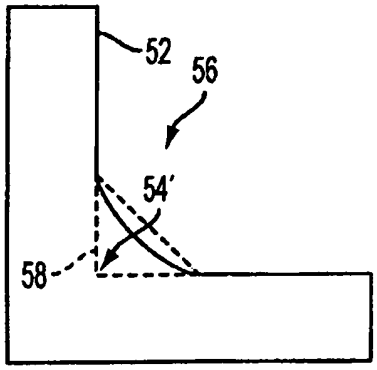


圖 5B

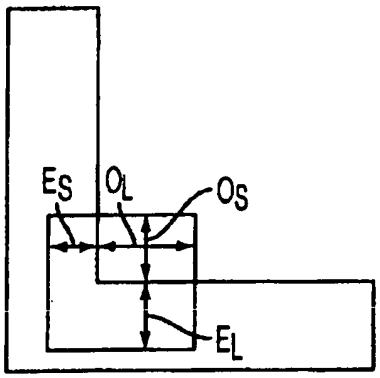


圖 6A

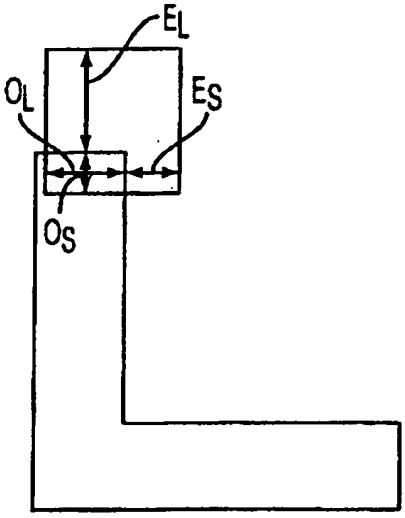


圖 6B

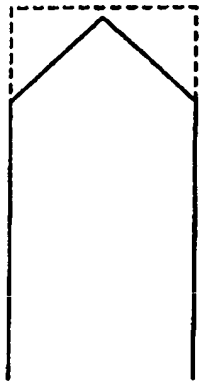


圖 7A

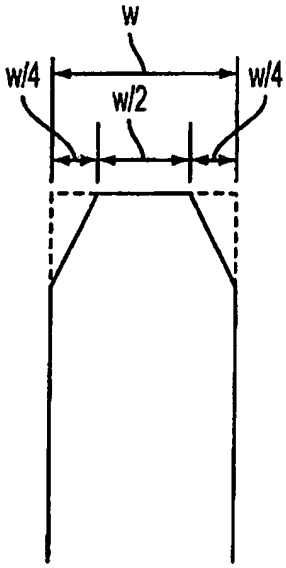


圖 7B

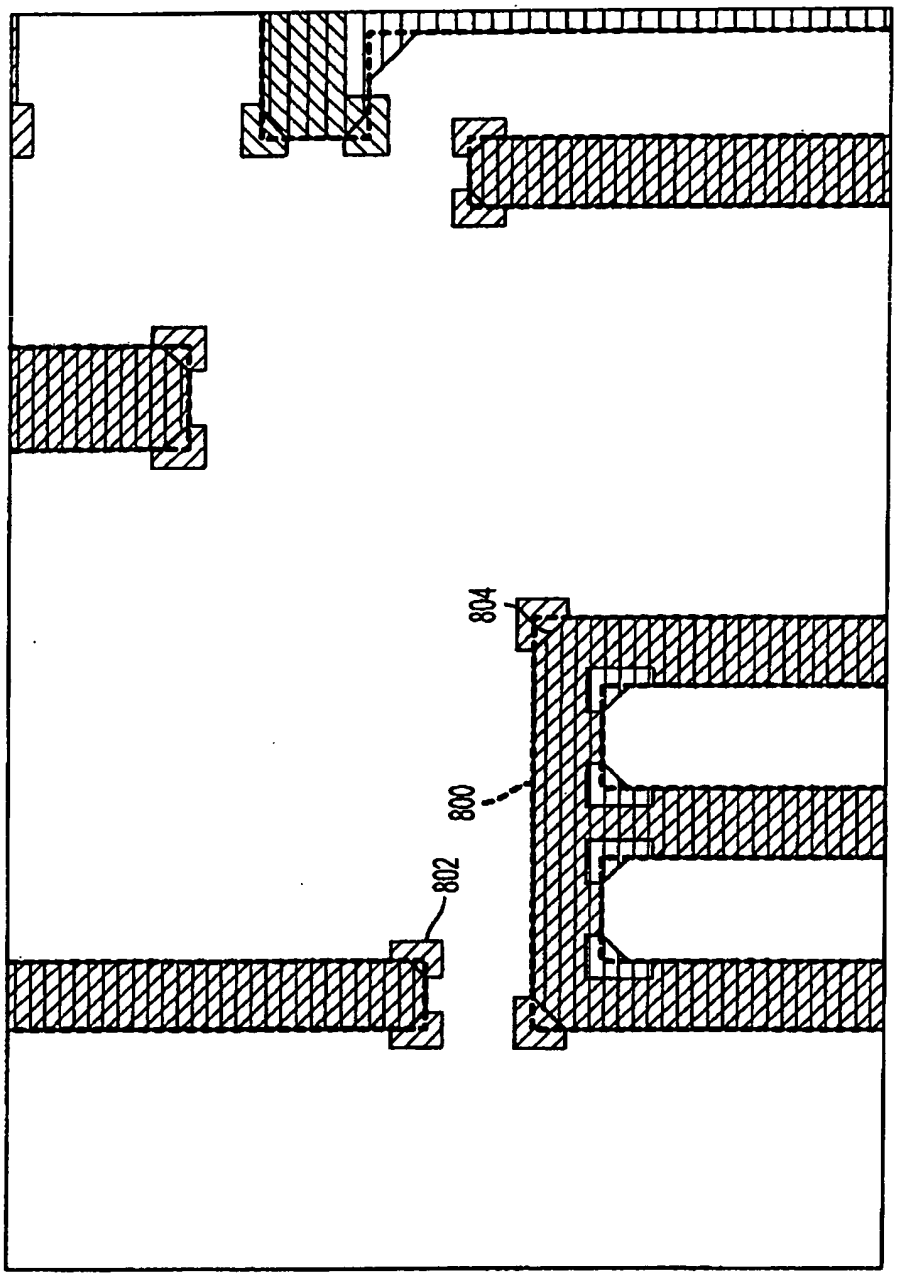


圖 8

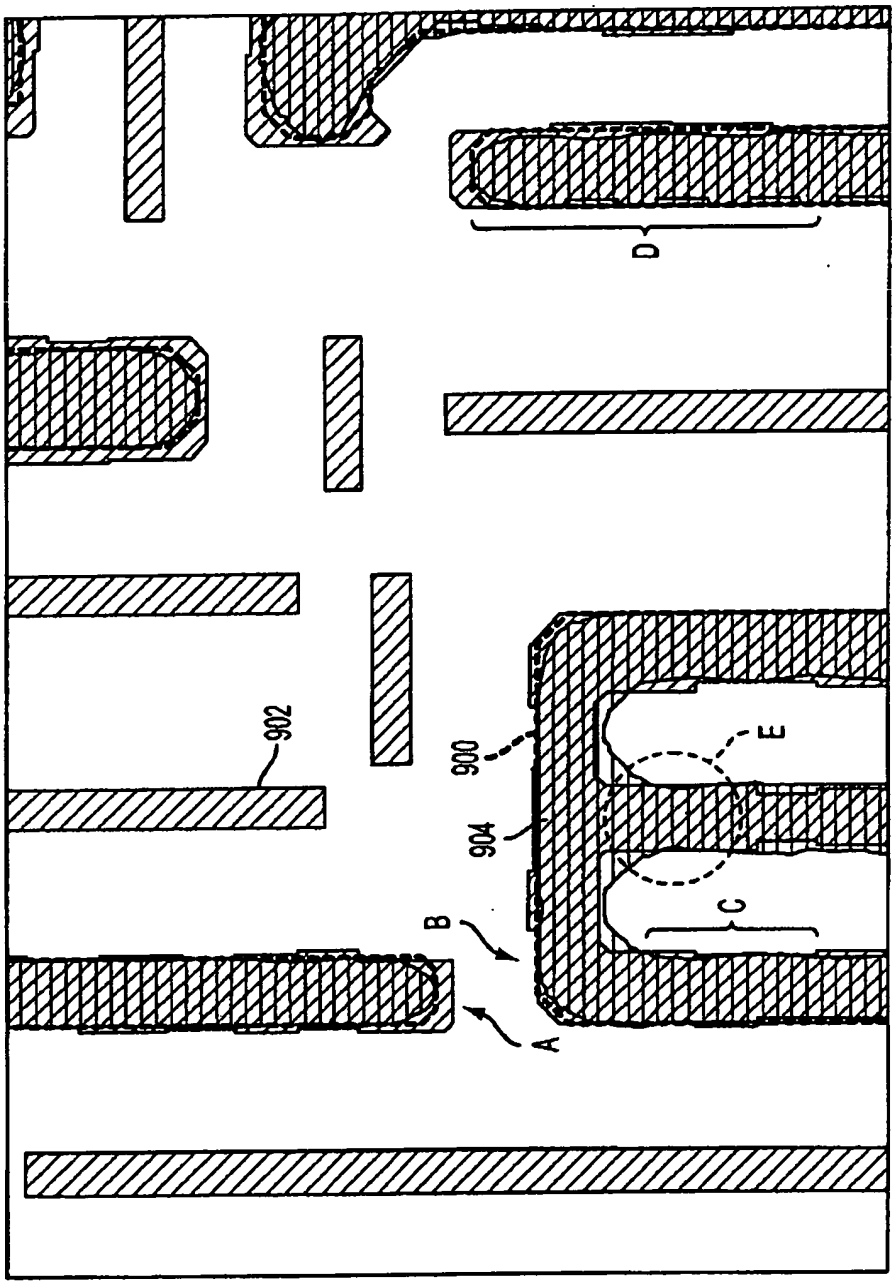


圖 9

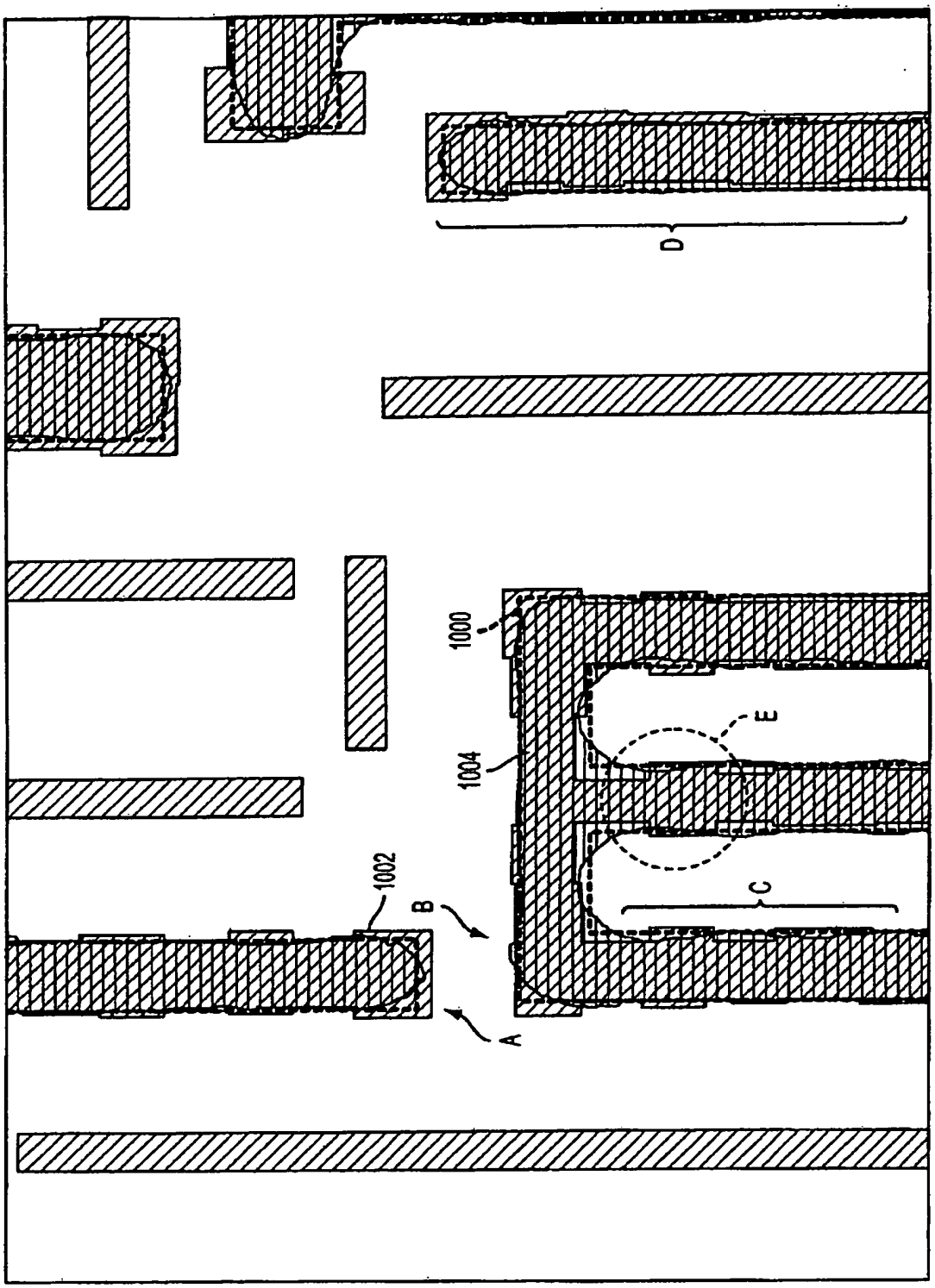


圖 10

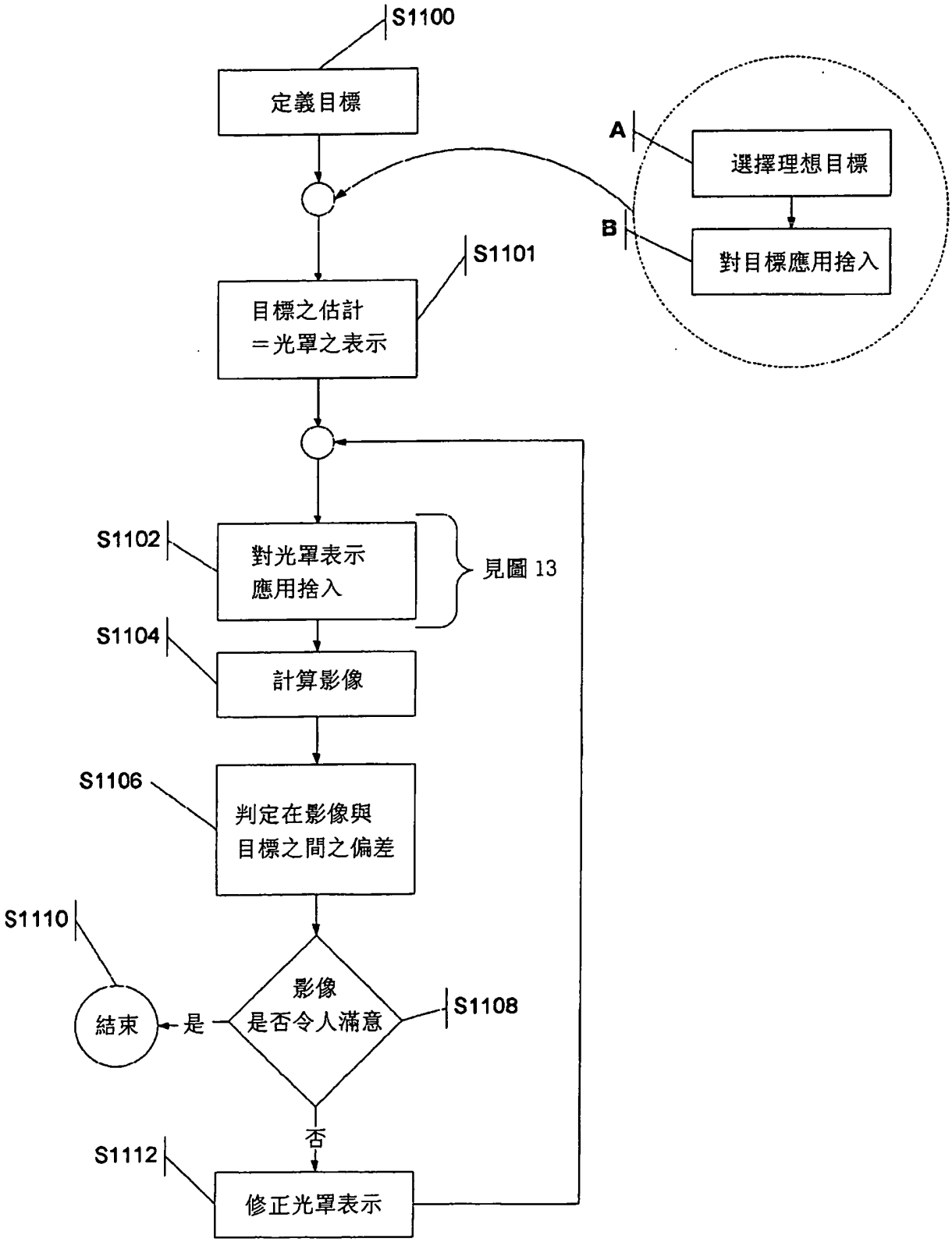

S1100
定義目標
A
選擇理想目標
B
對目標應用捨入
S1101
目標之估計
＝光罩之表示
S1102
對光罩表示
應用捨入
見圖 13
S1104
計算影像
S1106
判定在影像與
目標之間之偏差
S1110
結束
是
影像
是否令人滿意
S1108
否
S1112
修正光罩表示

圖 11

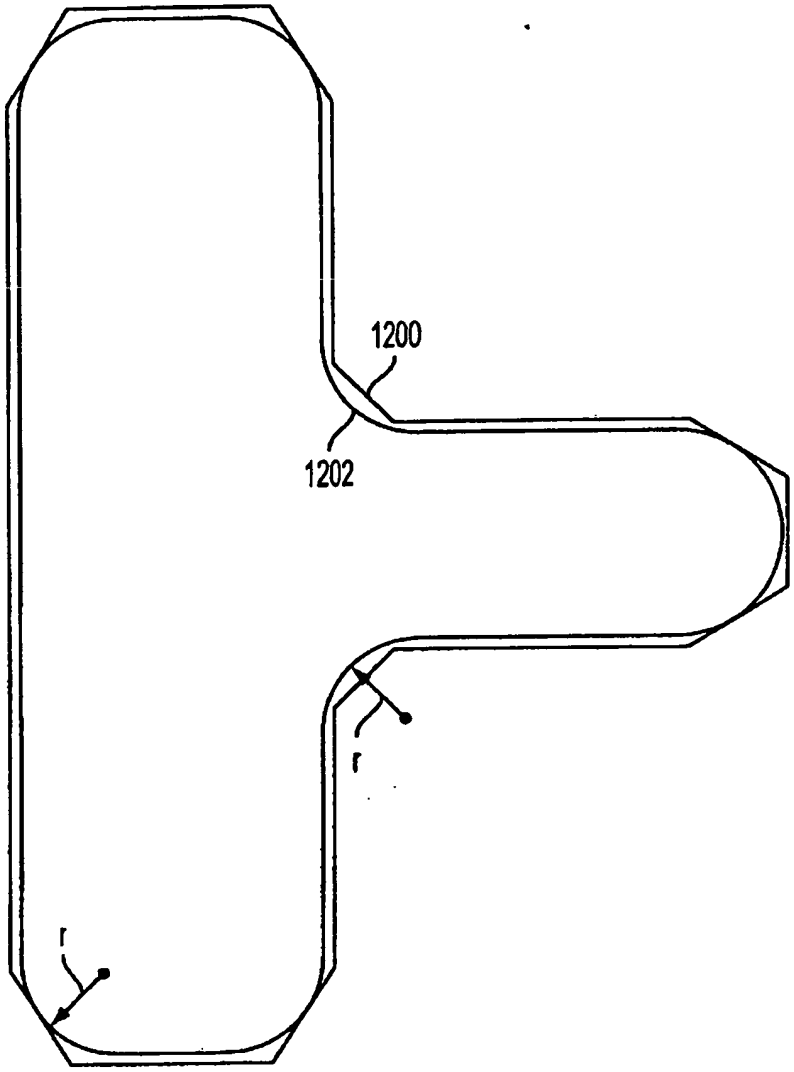


圖 12

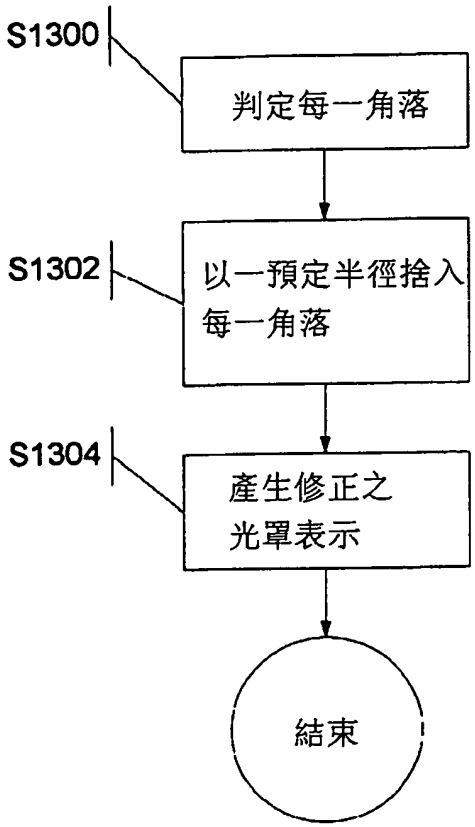


圖 13

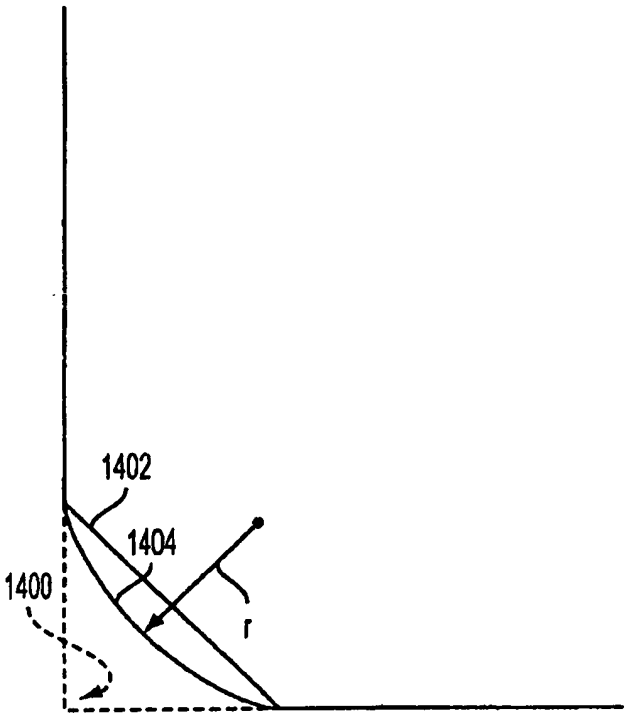


圖 14

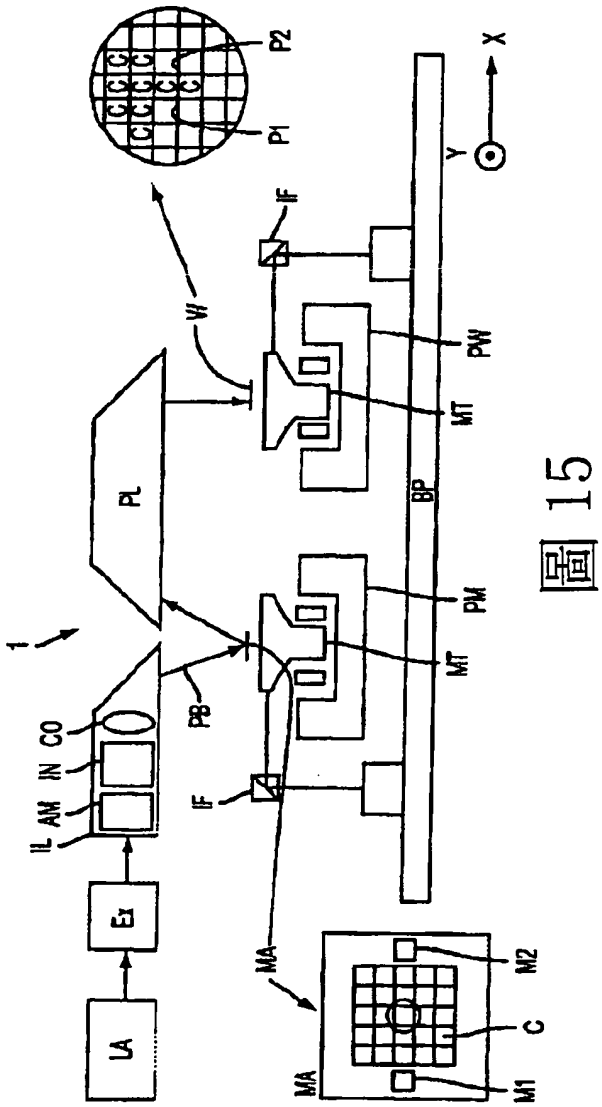


圖 15

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（11）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

50	理想特徵
52	實際特徵
54	理想角落
54'	角落
56	角落

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

（無）

99年2月26日修正本

十、申請專利範圍：

1. 一種最佳化一將形成於一基板上之設計之方法，其包括下列步驟：

(a)當定位於一光罩上對應於至少一角落的一位置時，基於關於一個次微影輔助特徵的一預定規則之一衍生物，判定該設計之一影像之該至少一角落的近似圓化，以銳化將形成在該基板上的該設計之該角落；

(b)對該至少一角落的該近似圓化產生該設計之一表示；

(c)基於該表示，產生一用於成像該設計之一光罩之初始表示；及

(d)進一步對該光罩之初始表示執行光學近接校正(OPC)。

2. 如請求項1之最佳化該設計之方法，其中步驟(d)進一步包含下列步驟：

(e)產生一根據該光罩之初始表示之該設計之影像；

(f)評估在步驟(b)中產生之該表示與在步驟(e)中產生之該影像之間之偏差；

(g)判定步驟(f)之該評估結果是否滿足預定約束；

(h)在該結果不滿足預定約束之情形下，根據該等結果產生該光罩之一下一表示；及

(i)重複步驟(f)-(h)直至該偏差滿足預定約束。

3. 如請求項1之方法，其進一步包含下列步驟：

(i)基於該近似圓化自一消去選擇一切塊之大小；及

(ii)根據該切塊之大小消去該至少一角落以近似圓化。

4. 如請求項3之方法，其中該等預定規則界定一截線之尺寸。

5. 如請求項3之方法，進一步包含自該消去選擇該切塊之形狀的步驟。

6. 如請求項5之方法，其中該切塊之形狀之至少兩個角相等。

7. 如請求項3之方法，其中自該消去之該切塊之大小為基於以一預定大小之增量形成角度之消去。

8. 如請求項7之方法，其中該預定大小為45度。

9. 如請求項1之方法，其進一步包含消去該設計之該至少一角落以近似該圓化之步驟。

10. 如請求項1之方法，其中該圓化之近似對應於基於一組預定處理係數之最小圓化。

11. 如請求項3及9中任一項之方法，其中該消去對應於一對應於該設計之一第一角落之第一消去，其進一步包含下列步驟：

(i)判定自對相鄰於該第一角落之一第二角落之一第二消去之一第二切塊的大小；及

(ii)減少該第一消去與該第二消去中至少一者之大小以使得該第一消去與該第二消去不會相交。

12. 如請求項3及9中任一項之方法，其中該消去對應於一對應於該設計之一第一角落之第一消去，其進一步包含下列步驟：

(i)判定自對相鄰於該第一角落之一第二角落之一第二消去之一第二切塊的大小；及

(ii)按比例地減少該第一消去與該第二消去之大小以使得該第一消去與該第二消去不會相交。

13. 如請求項3之方法，其中該等預定規則涉及截線選擇，其進一步包含下列步驟：

基於一使用該等預定規則選擇之截線之重疊值，選擇該消去之大小。

14. 如請求項2之最佳化該設計之方法，其進一步包含下列步驟：

(i)基於光罩製造約束，判定該光罩之初始表示之角落之圓化；及

(ii)基於應用角落圓化之該初始表示，產生一修正光罩表示。

15. 如請求項14之最佳化該設計之方法，其中每一角落之圓化具有一預定半徑。

16. 一種電腦可讀取媒體，其上具有可執行碼，其中藉由至少一可程式化電腦之執行該碼引起該至少一可程式化電腦執行如請求項1至15中至少任一項之一連串步驟以最佳化將形成於該基板上之該設計。