201841192

(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 201841192 A

(43)公開日： 中華民國 107 (2018) 年 11 月 16 日

(21)申請案號：107106601 (22)申請日： 中華民國 107 (2018) 年 02 月 27 日

(51)Int. Cl.： *H01J37/26 (2006.01)* *H01J37/28 (2006.01)*
G02B21/00 (2006.01) *G03C5/00 (2006.01)*

(30)優先權：2017/03/09 德國 10 2017 203 879.9

(71)申請人：德商卡爾蔡司ＳＭＴ有限公司 (德國) CARL ZEISS SMT GMBH (DE)
德國

(72)發明人：布達施 麥可 BUDACH, MICHAEL (DE)；雄貝杰 勞夫 SCHOENBERGER, RALF (DE)

(74)代理人：李宗德

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：24 項 圖式數：13 共 44 頁

(54)名稱

分析光罩的缺陷位置的方法與裝置

METHOD AND APPARATUS FOR ANALYZING A DEFECTIVE LOCATION OF A PHOTOLITHOGRAPHIC MASK

(57)摘要

本發明揭示一種分析一微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(230、730)之方法，該方法具有下列步驟：(a)獲得該微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(230、730)之量測資料；(b)從該微影光罩(200、700)的電腦輔助設計(CAD)資料(300)決定該缺陷位置(230、730)的參考資料；(c)使用至少一位置相關修正值來修正該參考資料；及(d)通過比對該量測資料與該已修正參考資料來分析該缺陷位置(230、730)。

The present invention relates to a method for analyzing at least one defective location (230, 730) of a photolithographic mask (200, 700), having the following steps: (a) obtaining measurement data for the at least one defective location (230, 730) of the photolithographic mask (200, 700); (b) determining reference data of the defective location (230, 730) from computer-aided design (CAD) data (300) for the photolithographic mask (200, 700); (c) correcting the reference data with at least one location-dependent correction value; and (d) analyzing the defective location (230, 730) by comparing the measurement data to the corrected reference data.

指定代表圖：

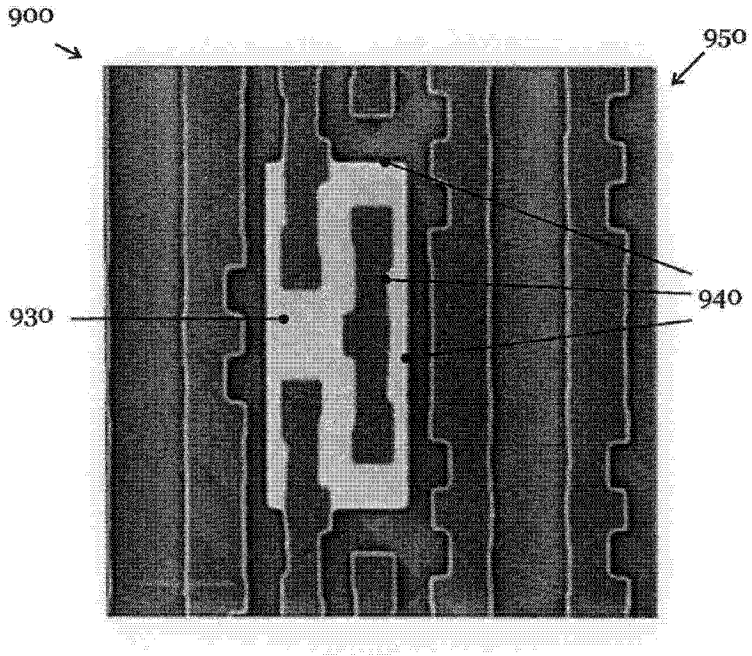


圖 9

符號簡單說明：

900・・・圖式

930・・・輪廓

940・・・外邊界

950・・・影像區段

發明專利說明書

（本說明書格式、順序，請勿任意更動）

【發明名稱】（中文/英文）

分析光罩的缺陷位置的方法與裝置

METHOD AND APPARATUS FOR ANALYZING A DEFECTIVE LOCATION OF A PHOTOLITHOGRAPHIC MASK

【技術領域】

【0001】 本發明係關於用於分析微影光罩的缺陷位置之方法及裝置。

【先前技術】

【0002】 由於半導體行業不斷增長的積體密度，微影光罩必須在晶圓上形成越來越小的結構。為了將小結構尺寸成像在晶圓上，因此需要越來越複雜的處理程序。這些必須特別確保未處理的半導體材料不會由於處理過程，而意外及/或以不受控制的方式改變。

【0003】 就微影技術而言，通過將微影系統的曝光波長轉換為更短波長，以解決積體密度日益增長的趨勢。目前在微影系統中經常做為光源的是 ArF (氟化氬)準分子雷射，其發射波長約為 193nm。

【0004】 目前正在開發使用 EUV (極紫外線)波長範圍(較佳在 10nm 至 15nm 的範圍內)的電磁輻射之微影系統。該 EUV 微影系統基於全新的光束引導概念，該概念無一例外地使用反射光學元件，因為目前無法獲得在該 EUV 範圍內光學透明的材料。發展 EUV 系統所面臨的技術挑戰相當巨大，並且需要相當大的開發努力，才能使該系統達到可用於工業應用的水準。

【0005】 微影光罩、曝光光罩、光罩或僅是光罩對配置在晶圓上的光阻中越來越小的結構的成像有重大的影響。隨著積體密度每次增加，改善

曝光光罩的最小結構尺寸就變得更加重要。因此，微影光罩的製程變得越來越複雜，因此更耗時且最終也更昂貴。由於圖案元素的微小結構尺寸，所以不能不考慮光罩生產期間的缺陷，這些必須盡可能修正。

【0006】 在修正微影光罩的缺陷之前，必須先找出缺陷並分析。缺陷分析的一種形式是確定缺陷的輪廓。為了確定缺陷的輪廓，通常將光罩的缺陷區域與沒有缺陷的裝罩上等同區域(equivalent region)進行比較。相當於缺陷區域的等同區域是與缺陷區域具有相同圖案元素排列的微影光罩區域，而在等同區域中沒有缺陷。

【0007】 圖 1 上方的部分影像顯示掃描電子顯微鏡的截面或像場，其具有延伸到吸收體結構中多個圖案元素上的缺陷。在左下方的外圍區域中，標記了表示等同區域或參考區域的矩形，其尺寸大於缺陷但不具有缺陷。圖 1 下方如箭頭所示的局部影像係無缺陷參考區域與掃描電子顯微鏡所記錄到的缺陷區域的重疊(superposition)。從兩影像區段的重疊中，可以通過較亮的顏色確定缺陷的完整輪廓。

【0008】 在圖 1 的範例中，合適的參考區域有利地與缺陷一起存在於掃描電子顯微鏡記錄的相同影像場中。如果不是這種情況，可以在光罩上的不同位置搜索和使用參考區域。然而，手動搜尋合適的參考區域相當耗時。此外，掃描電子顯微鏡的操作者可能會選錯選擇具有相似外觀的圖案元素結構之參考區域。此外，有可能在光罩上沒有與缺陷區域具有相同圖案元素的第二區域，這可能妨礙檢查缺陷，或者至少變得更難檢查。

【0009】 下面提到的專利文獻描述減輕上述問題的方法：EP 983 193 A1、US 2003 / 0 174 876 A1、US 5 849 440 與 US 5 916 716。

【0010】 然而，這些文獻並未涉及修復微影光罩的缺陷。

【0011】 因此，本發明的根本問題之一是指定一種用於分析微影光罩的缺陷位置之改良方法及改良裝置。

【發明內容】

【0012】 根據本發明的一示範具體實施例，由如申請專利範圍第 1 項之方法來解決此問題。在一具體實施例中，用於分析至少一微影光罩的缺陷位置之方法包括下列步驟：(a) 獲得該微影光罩的至少一缺陷位置之量測資料；(b) 從該微影光罩的電腦輔助設計(CAD，computer-aided design)資料決定該缺陷位置的參考資料；(c) 使用至少一位置相關修正值來修正該參考資料；及(d) 通過比對該量測資料與該已修正參考資料來分析該缺陷位置。

【0013】 因為 CAD 資料在光罩製程期間所歷經的系統性變更在缺陷位置檢測期間要全面(globally)考量且要局部(locally)考量，讓缺陷分析能夠更精確地執行。首先，因此降低缺陷的錯誤偵測率，進而降低光罩檢測的複雜度。第二，能夠以更精準的方式修復已識別的缺陷，進而提高光罩生產率。

【0014】 此外，由於在 CAD 資料的幫助下進行缺陷檢測(晶粒至資料庫(die-to-database)檢測)，所以在無可使用等同區域或無參考區域之下還是可檢測微影光罩的缺陷位置。此外，可省去手動搜索參考區域以及錯誤地比較缺陷位置與具有相似圖案元件圖案的光罩部分。

【0015】 此外，由於已經取消上述手動搜索參考區域，所以使用 CAD 資料來確定用於修正參考資料的位置相關修正值將有助於更好地進行自動化分析過程。

【0016】 最後，當使用 CAD 資料與缺陷位置進行比較時，省略了所使用參考區域的生產不準確性(關鍵點：「線邊緣粗糙度」)和有關參考區域的資料記錄之測量不準確性。通過使用 CAD 資料而不是參考區域，如此可達成較低的檢測缺陷位置結果變化。

【0017】 在本申請案內「位置相關」性質意味著修正值在微影光罩的區域上不是恆定的，而是取決於觀察到的光罩位置。

【0018】 在一進一步具體實施例中，用於分析至少一微影光罩的缺陷位置之方法包括下列步驟：(a) 獲得該微影光罩的至少一缺陷位置之量測資料；(b) 從該微影光罩的電腦輔助設計(CAD，computer-aided design)資料決定該缺陷位置的參考資料；(c) 從該量測資料與該參考資料決定該至少一缺陷位置的輪廓(contour)；及(d) 通過使用至少一位置相關修正值來修正該至少一缺陷位置的輪廓，以分析該缺陷位置。

【0019】 在根據本發明的第二具體實施例中，該位置相關修正值並不用於修正該參考資料，而是用於修正一缺陷位置輪廓或一光罩缺陷的輪廓，該輪廓已經從該量測資料與該參考資料決定。如此，該第二具體實施例將一(全域(global))偏置(bias)套用至該參考資料，以即將一或多個位置相關修正值套用至用一缺陷或該缺陷位置所決定的輪廓。

【0020】 上述根據本發明的方法之優點也至少部分適用於第二示範具體實施例。當不可能直接取得該參考資料時，此第二具體實施例就特別有用。

【0021】 獲得該微影光罩的至少一缺陷位置的量測資料可包括使用粒子光束來掃描該至少一缺陷位置。

【0022】 獲得該量測資料可進一步包括：從用於該微影光罩的檢測工具獲得該至少一缺陷位置的座標。該粒子光束可包括一電子束。

【0023】 在從檢測工具獲得坐標的基礎上，可使用粒子束，較佳為電子束，詳細分析微影光罩的缺陷位置和缺陷位置周圍的區域。

【0024】 根據本發明的方法可進一步包括下列步驟：從該量測資料產生一量測資料影像。該量測資料影像可包括該量測資料在監視器上的二維呈現。

【0025】 決定參考資料可包括：從該 CAD 資料擷取包括該微影光罩的至少一缺陷位置之區段。

【0026】 關於擷取該 CAD 資料的該區段，可使用由檢測工具所供應

的該缺陷位置之座標。而也可根據由該粒子束所掃描的該光罩區域，決定該所需 CAD 資料的區段。

【0027】 決定參考資料可包括從該 CAD 資料合成一參考影像。

【0028】 根據本發明的方法可以基於資料，即量測資料、參考資料和修正參考資料，或基於影像，即量測資料影像、參考影像和修正參考影像來執行。

【0029】 從 CAD 資料產生或合成一參考影像在業界內通常稱為「成像(rendering)」。

【0030】 合成該參考影像可包括考慮在光罩製程期間 CAD 資料所經歷的該參考影像系統變化。

【0031】 在轉移到光罩期間，數個因子造成 CAD 資料的變化：曝光步驟、光阻的顯影、吸收劑結構的圖案元素蝕刻、與所產生圖案元素的成像或測量。此列舉項目並非窮盡。例如，首先提到的三個因子會導致在光罩上生成的圖案元素產生圓角。上述因子進一步負責偏差的產生，即 CAD 資料和量測資料的結構元素之尺寸偏差。

【0032】 合成該參考影像可進一步包括產生該參考影像的至少一結構元素之光邊界。

【0033】 由於用電子束曝光而產生的影像具有材料對比和拓撲對比(topography constrast)，該拓撲對比較佳產生於結構元素的邊緣及/或彎角上。由於這個原因，掃描電子顯微鏡(SEM，scanning electron microscope)影像中的結構元素通常具有較佳用於重疊期間對準兩影像的光邊界。由於上述原因，成像結構元素的光邊緣不對應於從 CAD 資料生成的結構元素邊緣。

【0034】 所述至少一結構元素可包括來自以下群組中的元素：該微影光罩的圖案元素、該微影光罩的標記、與該微影光罩的至少一缺陷位置之缺陷。

【0035】 光罩的標記可用來相對於缺陷位置調整粒子束。

【0036】 合成該參考影像可進一步包括在光罩生產過程期間描述微影光罩曝光過程的點擴散函數(point spread function)之參數。

【0037】 點擴散函數(PSF，point spread function)經常用於描述在曝光過程中粒子束與光阻及/或光罩的吸收及/或相移材料之相互作用。

【0038】 該點擴散函數可包括至少兩高斯分佈的相加。第一高斯分佈可以描述配置在微影光罩上及/或微影光罩內的光阻中粒子束的粒子前向散射，並且至少一第二高斯分佈可以描述配置在微影光罩上及/或微影光罩內光阻中粒子束的粒子後向散射。

【0039】 該點擴展函數可進一步設計成考慮到相對於微影光罩平面中第一方向和第二方向的偏置不對稱性，其中該第一方向和該第二方向較佳形成直角。上述兩或多個高斯分佈的組合可將該 CAD 資料的結構元素與該光罩之間的此偏置不對稱性列入考慮。

【0040】 該點擴散函數的此設計使其可將在缺陷位置分析中一光罩的圖案元素之生產期間將該 CAD 資料的局部不對稱性變化列入考慮。

【0041】 該至少一位置相關修正值可將量測資料與該缺陷位置上的 CAD 資料的關鍵尺寸(CD，critical dimension)間之差異列入考慮。

【0042】 由於修正值在光罩上並非被視為恆定，而是取決於光罩上的位置，因此可以在傳送到光罩上期間，針對 CAD 資料的上述系統變化執行局部調適。因此，可改善缺陷區域的量測資料與針對缺陷區域所產生的該已修正參考資料之對應關係。

【0043】 一用於分析微影光罩缺陷位置的方法還可包括下列步驟：通過最小化量測資料影像的結構元素之 CD 與該微影光罩的至少一缺陷位置之每一者的該參考影像之 CD 間之差異，以確定該至少一位置相關修正值。

【0044】 最小化量測資料影像與參考影像的結構元素 CD 間之差異可在至少一缺陷位置周圍的該微影光罩區域內進行，其中該區域排除該至

少一缺陷位置，並且其中該區域大於該至少一缺陷位置。

【0045】 從影像比較當中可排除具有一缺陷的該缺陷位置區域。這可能是有利的，因為在缺陷區域內已經存在設計偏差，並且該缺陷可能是影像比較的干擾。

【0046】 最小化該量測資料影像與該參考影像的結構元素 CD 間之差異可包括，決定在該至少一缺陷位置周圍區域內的點擴散函數之參數，因此，該量測資料影像與該參考影像的結構元素的 CD 間之差異變得最小。

【0047】 由於將描述該光罩製程的點擴散函數之參數設置為位置相關且針對每個缺陷位置單獨局部確定，所以最佳化每個缺陷的量測資料影像與該相關聯參考影像間之對應關係。如此，可精確檢測並精準修復一缺陷。

【0048】 在說明的示範具體實施例中，決定該位置相關修正值乃是缺陷位置檢測程序內的第一步驟。

【0049】 決定該至少一位置相關修正值可包括執行最小化該量測資料影像中該結構元素的CD與該參考影像中該結構元素的CD之間差異的一演算法。

【0050】 若一缺陷位置太大以至於填充最大區域的程度達到量測資料影像結構元素的未受干擾 CD 判斷為不可能或出現疑問的程度，則使用缺陷位置旁邊的區域來最小化量測資料影像結構元素與參考影像結構元素之間的 CD 差異。例如通過影像記憶體內所儲存最大數量的影像點或像素，以決定該最大區域。在觀察規定的成像像差時，還可以通過用於分析微影光罩的設備之粒子束最大偏轉性，以進一步限制該最大區域。

【0051】 根據本發明的方法可進一步包括下列步驟：決定該微影光罩之上至少一圖案元素及/或一標記的 CD 分佈。

【0052】 該過程代表最小化該量測資料影像與該參考影像的結構元素之 CD 的替代方案。其需要在檢測該光罩的該(等)缺陷位置之前，量測一

光罩之上的 CD 分佈。另一方面，此替代方案允許在執行該缺陷標記的分析處理之前，確認該修正值的分佈。

【0053】 此外，根據本發明的方法包括下列步驟：從該至少一圖案元素及/或該標記的 CD 分佈，決定該至少一位置相關修正值；及借助於該 CD 的已生成分佈，產生一已修正參考影像。

【0054】 決定該至少一位置相關修正值可包括決定該點擴散函數的位置相關參數。

【0055】 修正該參考資料可包括藉由使用該至少一位置相關修正值來修正該參考影像，以建立一已修正參考影像。

【0056】 位置相關修正值可分析描述為二維函數。然而，這通常足以將光罩分成合適的區域，例如分成矩形和正方形，並且足以將該所定義區域內的修正值假定為恆定。舉例來說，可在分析光罩的缺陷位置之前，量測光罩之上的一圖案元素及/或一標記的關鍵尺寸分佈。因此可根據確定的 CD 分佈、哪個 CD 內的光罩區域，定義該位置相關修正值是恆定的。因此，例如計算出該光罩不同區域的修正值，並儲存在表格中。在光罩的缺陷位置檢測程序開始時，分別從表格中取出局部有效的一或多個修正值，並用此值修正該參考資料或該參考影像。

【0057】 分析該缺陷位置可包括重疊該量測資料影像與該已修正參考影像，並識別該等重疊影像之間的差異。識別重疊影像之間的差異可包括通過從該量測資料影像減去該已修正參考影像，以產生一差異影像。重疊該量測資料影像與該已修正參考影像可進一步包括以像素方式來決定該至少一缺陷位置的至少一缺陷之區域。

【0058】 分析該至少一缺陷位置可包括決定該至少一缺陷位置的至少一缺陷之輪廓。分析該至少一缺陷位置進一步可包括決定該至少一缺陷位置的至少一缺陷之修復形狀。

【0059】 決定該輪廓可包括重疊該缺陷位置的參考資料與該缺陷位

置的該量測資料，並識別該已重疊參考資料與該量測資料之間的差異。識別該已重疊參考資料與該量測資料間之差異可包括通過從該量測資料影像減去該參考影像，以產生一差異影像。重疊該量測資料影像與該參考影像可進一步包括以像素方式(pixel-wise manner)來決定該至少一缺陷位置的至少一缺陷之一。修正該輪廓可包括以像素方式，使用該至少一位置相關修正值來修正該輪廓。

【0060】 在此具體實施例中，該位置相關修正值並不套用於該參考資料，而是套用至該缺陷位置的輪廓或該缺陷的輪廓。

【0061】 決定該至少一位置相關修正值可包括：定義該至少一缺陷位置的量測資料與該缺陷位置的參考資料間之品質數據(figure of merit)；及通過變動該至少一缺陷位置的量測資料，以最小化該品質數據。

【0062】 該品質數據可包括該量測資料的關鍵尺寸(CD)以及該參考資料的關鍵尺寸(CD)，並且最小化該品質數據可包括將該量測資料的該 CD 調適成該參考資料的該 CD。

【0063】 該品質數據可包括一量測資料影像的至少一結構元素之 CD 與一參考資料影像的至少一結構元素之 CD，並且最小化該品質數據可包括將該量測資料影像的至少一結構元素之 CD 調適成該參考資料影像的至少一結構元素之 CD。

【0064】 該品質數據可包括一量測資料影像的結構元素與該參考資料影像的結構元素間之一間隔(spacing)，並且最小化該品質數據可包括最大化該量測資料影像的結構元素與該參考資料影像的結構元素之重疊。

【0065】 該品質數據可包括一點擴散函數的參數，並且最小化該品質數據可包括改變該點擴散函數的等參數，如此該量測資料維持與該至少一缺陷位置四周一區域內的該參考資料的相對關係。

【0066】 決定該至少一位置相關修正值可包括：最小化該至少一缺陷位置四周的微影光罩區域內之該品質數據，其中該區域排除該至少一缺陷

位置，並且其中該區域大於該至少一缺陷位置。

【0067】 根據本發明的方法可進一步包括下列步驟：使用被決定用於該至少一缺陷的輪廓，或使用被用至少一位置相關修正值修正的一輪廓，以修復該缺陷位置的該至少一缺陷。修復該至少一缺陷位置的至少一缺陷可包括：沈積吸收及/或相移材料到該微影光罩的一基材上或在極紫外線(EUV)波長範圍內的一微影光罩之一包覆層上，及/或從該微影光罩的基材或從在極紫外線(EUV)波長範圍內的微影光罩之一包覆層來移除吸收及/或相移材料。修復該至少一缺陷位置的至少一缺陷可進一步包括在該缺陷位置上提供至少一粒子束與至少一前體氣體(precursor)。此外，該至少一粒子束可包括一電子束，並且該電子束不僅用於修復，也用於掃描該至少一缺陷位置。

【0068】 根據不同態樣，一電腦程式包括指令，當該等指令由一電腦系統執行時，使得該電腦系統執行上面指定態樣的該等方法步驟。

【0069】 再者，在不同示範具體實施例中，藉由如申請專利範圍第23 項之設備來解決上述問題。在一具體實施例中，用於分析至少一微影光罩的缺陷位置之設備包括：(a) 獲得構件，用於獲得該微影光罩的該至少一缺陷位置之量測資料；(b) 決定構件，用於從該微影光罩的電腦輔助設計(CAD)資料決定該缺陷位置的參考資料；(c) 修正構件，用於使用至少一位置相關修正值來修正該參考資料；及(d) 分析構件，用於通過比對該量測資料與該已修正參考資料來分析該缺陷位置。

【0070】 最後，在進一步示範具體實施例中，一種分析至少一缺陷位置的設備包括：(a) 獲得構件，用於獲得該至少一缺陷位置之量測資料；(b) 決定構件，用於從該微影光罩的電腦輔助設計(CAD)資料決定該缺陷位置的參考資料；(c) 決定構件，從該量測資料與該參考資料決定該至少一缺陷位置的輪廓；(d) 分析構件，通過使用至少一位置相關修正值來修正該輪廓以分析該缺陷位置。

【圖式簡單說明】

【0071】 以下將連同參考附圖的詳細說明來描述本發明的目前最佳示範具體實施例，其中：

圖 1 顯示上半部影像例示微影光罩的掃描電子顯微鏡(SEM)影像之剖面，其中缺陷位置位於複數個圖案元素上方的延伸並且在左下部分內具有以矩形表示的一無缺陷參考區域；及

下半部影像呈現該上半部影像的參考區域(由箭頭符號表示)疊加該上半部影像的微影光罩之缺陷位置。

圖 2 呈現具有一缺陷位置的微影光罩之 SEM 記錄剖面的平面圖；

圖 3 呈現圖 2 內包括該缺陷位置的部分該微影光罩剖面之 CAD 資料平面圖；

圖 4 顯示從圖 3 中該 CAD 資料合成的參考影像；

圖 5 例示光罩製程的原理；

圖 6 圖解呈現微影光罩的關鍵尺寸(CD)變化；

圖 7 呈現來自光罩的剖面，例示具有缺少吸收材料形式缺陷的一缺陷位置；

圖 8 顯示圖 4 中已經用位置相關修正值修正過的參考影像；

圖 9 描述圖 8 的該已修正參考影像與圖 2 的該量測資料影像重疊；

圖 10 描述圖 4 的該參考影像與圖 2 的該量測資料影像重疊；

圖 11 顯示通過設備的圖解剖面，藉此可分析並修復微影光罩的缺陷位置；

圖 12 描述根據本發明方法的第一具體實施例之流程圖；及

圖 13 顯示根據本發明方法的第二示範具體實施例之流程圖。

【實施方式】

【0072】 以下更詳細解釋根據本發明方法及根據本發明設備的較佳具體實施例。這些實施例參考二元透射式微影光罩的不透明缺陷分析範例進行討論。然而，根據本發明的方法之應用以及根據本發明的設備之應用並不受限於二元透射式微影光罩。而是可用來分析任何反射式與透射式光罩。此外，本文所述的方法和本文所述的設備可用於檢測壓印微影的模板缺陷。此外，如果基材在缺陷位置附近具有至少一結構元素並且根據設計資料執行該缺陷位置的檢測，則根據本發明的設備和根據本發明的方法可用於分析基材上的缺陷。

【0073】 圖 2 顯示微影光罩 200 的掃描電子顯微鏡(SEM)影像之剖面。光罩 200 包括一基材 210 和圖案元素 220。光罩 200 可為任何透射式或反射式微影光罩。圖案元素 220 可包括吸收材料，例如鉻或鋁。或者，圖案元素 220 可包括相移材料，例如石英。圖案元素 220 進一步可能包括不僅將光化光的相位偏移一定義角度，而且還吸收規定百分比入射輻射的材料。舉例來說，鉬摻雜的氮氧化矽層表現出所述性質。

【0074】 光罩 200 的圖案元素 220 具有關鍵尺寸(CD) 225。關鍵尺寸描述與圖案元素 220 必須仍舊滿足規定規格的規定設定點值之最大橫向偏差。

【0075】 微影光罩 200 進一步具有擁有一缺陷 240 的一缺陷位置 230。在圖 2 例示的範例中，缺陷位置 230 與缺陷 240 具有相同尺寸。這是由於缺陷位置 230 大體上為矩形。為了分析目的，缺陷 240 已故意沈積在光罩 200 上，並且明顯不同於圖 1 所例示缺陷位置的外部輪廓。

【0076】 缺陷位置 230 的缺陷 240 具有與微影光罩 200 的圖案元素 220 相同之材料成分。此外，圖 2 中範例內的缺陷位置 230 之高度大體上對應至圖案元素 220 的高度。若要套用本說明書所定義的方法來分析微影光罩 200 的一定義位置 230，可不需要滿足這些條件。

【0077】 在圖 2 例示的範例中，缺陷位置 230 與複數個圖案元素 220

相鄰。這在分析缺陷位置 240 時構成了額外的複雜性。然而，本申請案中所述的方法也可用於檢測僅與一圖案元素 220 (圖 2 中未例示)相鄰的孤立缺陷位置或缺陷位置。所討論的方法可用來分析任何材料成分與輪廓的缺陷位置 230。

【0078】 圖 2 例示的範例顯示過量吸收材料的缺陷。業界內將此缺陷稱為不透明缺陷。本申請案內呈現的方法也可用於分析缺少吸收材料的缺陷(業界內稱為明確缺陷) (圖 2 中未例示)。再者，所述方法也可用於分析一光罩基材(圖 2 未例示)的缺陷。

【0079】 在圖 2 的範例中，一電子束掃描該缺陷位置 230 四周的一區域 250 (即圖 2 所示的成像場，或該已指示的成像區域)，以獲得缺陷 240 的量測資料。以下也將區域 250 稱為量測資料影像 250。類似於圖 1 的情況，該電子束沿著圖案元素 220 與缺陷位置 230 的邊界產生一光邊界 260。該光邊界為一掃描電子顯微鏡(SEM)內該影像成形的結果。由於電子束的拓撲對比度，成像結構的邊緣或彎角都由光邊界加強。這也適用於可位於光罩 200 上用來找出缺陷結構 230 (圖 2 內未例示)的標記。

【0080】 通過使用雷射光束(圖 2 未例示)掃描缺陷位置 230，可獲得缺陷位置的量測資料。此外，可以用原子力顯微鏡(AFM)掃描缺陷位置 230，以獲得缺陷位置 230 的量測資料(圖 2 未例示)。

【0081】 圖 3 呈現圖 2 所示微影光罩 200 的部分剖面區域之 CAD 資料 300。圖 3 透過黑色區域 310 例示光罩 200 的基材 210。圖 3 內透過白色結構 320 呈現光罩 200 的圖案元素 220。圖案元素 320 具有 CD 325。CAD 資料 300 不具有圖 2 的缺陷位置 230 或缺陷 240。

【0082】 圖 4 顯示從圖 3 中 CAD 資料 300 合成或「成像(rendered)」的一參考影像 400。該合成處理將 CAD 資料 300 的該等結構元素或圖案元素 320 轉換成結構元素或圖案元素 420，如同利用光罩生產過程在微影光罩 200 的基材 210 上生產那樣。圖案元素 420 具有圓角 440，不同於圖案元素

320。在圖 4 的參考影像 400 中，圖案元素 420 具有 CD 425。此外，光邊界 460 加入參考影像 400 的圖案元素 420 中，以模擬使用電子束的成像過程。

【0083】 圖 5 的圖式 500 圖解例示一光罩生產過程。運用該光罩製程，在光罩 200 的基材 210 上生成具有 CAD 資料 300 的規定關鍵尺寸(CD) CD_D 325 之圖案元素 320。為此，一光阻層塗抹至光罩 200 的吸收層。然後使用電子束將該光阻層曝光。圖 5 的上半部影像呈現通過該電子束施加至該光阻層的劑量分佈 510。劑量分佈 510 的臨界值 520 定義該光阻開始在光罩 200 的基材 210 上產生圖案元素 220 之劑量。在圖 5 例示的範例中，根據圖案元素 320 的設計，光罩 200 上的 CD_M 225 小於 CD_D 325。根據設計圖案元素 320 的 CD_D 325 與光罩 200 的圖案元素 220 之實際實現 CD_M 225 間之差異如上述稱為偏置(bias)550。

【0084】 通常使用點擴散函數(PSF)執行光罩生產過程的模擬。經常地，點擴散函數通過添加兩個高斯分佈來描述(參見在第一部分中指定的 EP 2 983 193)：

$$f(r)=\frac{1}{\pi(1+\eta)}\left(\frac{1}{\alpha^2}e^{\frac{-r^2}{\alpha^2}}+\frac{\eta}{\beta^2}e^{\frac{-r^2}{\beta^2}}\right) \qquad (1)$$

其中 r 表示相對於電子束中心的點之徑向位置，α 表示入射電子束的半高全寬，β 表示反向散射電子的半高全寬，η 表示入射和反射輻射分佈的強度比。

【0085】 若偏置 550 未在該光罩平面內旋轉對稱，則可選擇上述兩高斯分佈的重疊。本說明書中的第一等式(1)描述 x 方向內的偏置 550，並且第二等式(1)可描述參考影像 400 中 y 方向內的偏置 550。該兩軸較佳彼此垂直，不過並非絕對需要。x 軸和 y 軸相對於參考影像的方位可用任意方式選擇。若需要，可以組合等式(1)的三或更多個函數，以考慮偏置 550 的不對稱性。

【0086】 為了讓參考影像 400 能夠與量測資料影像 250 重疊，需要用偏置 550 修正參考影像 400。以下將說明示範具體實施例，以說明如何實現

這一點。

【0087】 針對從 CAD 資料 300 合成參考影像 400，必須用足夠精準度來決定等式(1)的該點擴散函數中該高斯分佈之參數 α、β 和 η，否則已合成參考影像 400 的結構元素 420 將具有與光罩 200 的結構元素 220 不同的偏置。偏置並未調整至光罩 200 的偏置 550 之參考影像的重疊會導致缺陷位置 230 的錯誤局部化以及微影光罩 200 的缺陷 240 之錯誤局部化。已經用此方式決定的該局部化為基礎之缺陷 240 的任何修復都會產生不佳的結果。

【0088】 然而，對於使參考影像 400 與量測資料影像 250 重合的情況，用單個整體偏置(single global bias)500 對參考影像 400 進行修正通常是不夠的。圖 6 顯示整個微影光罩 200 的平面圖。圖 6 的曲線 610 例示，在整個光罩面積之上，光罩 200 具有結構元素 220 的 CD 225 之系統性變化。在用「0」指定的線區域中，光罩 200 具有根據設計的圖案元素 320 之尺寸，即 $CD_D = CD_M$。在圖 6 例示的範例中，光罩 200 下半部中的偏置 550 在往左下角方向以負號逐漸增加。在光罩 200 的右上角方向內，偏置 550 比在相反方向上增加得更強。偏置 550 在此方向內的增加額外具有正符號。圖 6 的數值指示以奈米為單位的 CD_M 變化。光罩 200 之上 CD 的變化通常由光罩生產期間的一或多個不完美處理所引起。

【0089】 除了圖 6 內光罩 200 的圖案元素 220 中 CD_M 的相當系統性變化以外，該 CD_M 還可能在光罩 200 (圖 6 內未例示)之上具有相當小面積的隨機變化。

【0090】 為了改善參考影像 400 與量測資料影像 250 的對應性，確定局部或位置相關修正值，以考慮在針對光罩 200 上特定缺陷位置 230 的修正參考影像生產期間 CD_M 的變化。

【0091】 可以有兩方式有效決定位置相關修正值。首先如圖 6內 所示，可量測通過光罩 200 的該 CD 變化或更精準的該 CD_M 變化。這可例如

使用 SEM 來完成。然後根據 CD_M 的分佈確定位置相關修正值的分佈。該位置相關修正值可儲存在電腦系統的非揮發性記憶體內的一表格中。在針對特定缺陷位置 230 的分析處理開始時，從該表格中獲取對應的一或多個修正值，並且根據該修正值從參考影像 400 產生一已修正的參考影像。在討論的示範具體實施例中，該點擴散函數的該位置相關參數，即α (x,y)、β(x,y)和 η(x,y)，都為參考影像 400 的該位置相關修正值。參數α (x,y)、β(x,y)和 η(x,y)的偏差 δα (x,y)、δβ(x,y)和 δη(x,y)來自生成參考影像 400 的平均值 <α >、<β>和<η>，用來產生一已修正的參考影像。在替代具體實施例中，這些偏差用來確定一或多個位置相關修正值，如此修正從參考影像 400 以及量測資料影像 250 所決定的一缺陷位置 230 之輪廓。

【0092】 如圖 6 所例示，該位置相關修正值通常在光罩 200 之上逐漸改變。為此，通常足以將光罩 200 分成其中該點擴散函數的參數可假定為恆定之區域，即α (x,y) -> α (i)、β(x,y) -> β(i)和 η(x,y) -> η(i)。此簡化降低產生一已修正參考影像或修正缺陷位置 230 的輪廓之複雜度。

【0093】 在第二示範具體實施例中，藉由已經從參考影像 400 與量測資料影像 250 的最有可能對應關係確定的該修正值，可決定該位置相關修正值。為此，參考影像 400 的圖案元素 420 之 CD 425 與量測資料影像 250 的 CD 225 間之差異最小化。此最佳化處理針對等式(1)的點擴散函數提供局部參數α (i)、β(i)和 η(i)。

【0094】 圖 7 顯示微影光罩 700 的 SEM 記錄之剖面 760 或影像場 760。光罩 700 包括一基材 710 和圖案元素 720。圖案元素 720 具有一缺陷位置 730，缺陷位置 730 包括缺少吸收材料的一缺陷 740。

【0095】 為了從一參考影像決定該位置相關或局部修正值，則選擇影像場 760 之內完全包圍缺陷位置 730 並且顯著大於缺陷位置 730 的一區域 750。影像場 760 的區域 750 也稱為量測資料影像 750。通過最小化局部量測資料影像 750 內光罩 700 的圖案元素 720 之 CD_M 725 與該參考影像的 CD_D

425 間之差異，可決定該參考影像的該局部修正值。在此最佳化處理中，未檢測缺陷位置 730。缺陷位置 730 內含與光罩 700 中圖案元素 720 的預期佈局之偏差。缺陷 740 可影響 CD_M 7 25 與該參考影像中該圖案元素的該 CD 比較期間之該最小化處理結果。

【0096】 圖 8 呈現含一基材 810、已修正圖案元素 820 與已修正 CD 825 的一已修正參考影像 800。已修正參考影像 800 對應圖 4 內的參考影像 400，其已經用指派給缺陷位置 230 的一局部修正值來修正。使用已修正參考影像 800 取代圖 1 給定的該參考區域，作為分析光罩 200 的缺陷位置 230 之比較標準。為此，已修正參考影像 800 重疊在量測資料影像 250 上。

【0097】 圖 9 的圖式 900 顯示含微影光罩 200 的缺陷 240 之缺陷位置 230 的輪廓 930。缺陷位置 230 或缺陷 240 的輪廓 930 為已修正參考影像 800 與量測資料影像 250 重疊之結果。在影像區段 950 內清晰界定出缺陷 240 的輪廓 930 之外邊界 940。缺陷位置 230 的已確定輪廓 930 可直接用於修復缺陷位置 230 的缺陷 240。若需要，可決定缺陷 240 的輪廓 930 之高度。例如使用原子力顯微鏡(AFM)可量測該缺陷的輪廓 930 之高度。

【0098】 圖 10 的圖式 1000 呈現含微影光罩 200 的缺陷 240 之缺陷位置 230 的輪廓 1030。在本說明書用於分析一缺陷 230 所討論該方法的第二示範具體實施例中，例示於圖 10，缺陷位置 230 或缺陷 240 的輪廓 1030 為參考影像 400 與量測資料影像 250 重疊之結果。已經在第二步驟使用位置相關修正值來修正缺陷 240 的輪廓 1030 之外邊界 1040。在此修正步驟之後，缺陷位置 230 的輪廓 1030 可用於修正缺陷位置 230 的缺陷 240。類似於上面圖 9 範圍內的陳述，若需要，可決定缺陷 240 (圖 10 內未顯示)的已修正輪廓 1030 之高度。

【0099】 利用蝕刻缺陷 240 的過多材料，可消除該缺陷 240。這可例如用聚焦電子束誘導蝕刻(FEBIE)處理來執行。使用以電子束以及一或多個前體氣體執行之沈積處理，可修復缺陷位置 730 的缺少吸收材料之缺陷 740。

【0100】 圖 11 呈現通過可執行根據本發明方法的設備 1100 之剖面。圖 11 的裝置 1100 顯示一已修改(modified)的 SEM 1100。該已修改 SEM 1100 包括當成基本組件的一粒子槍 1102 和一柱體(column)1107，其中配置電子光學設備或光束光學設備 1110。電子槍 1102 產生電子束 1105，並且電子或光束光學設備 1110 聚焦電子束 1105 並引導從柱體 1112 輸出至光罩 200 或 700 上，如此當成一光束成形設備 1110。柱體 1107 進一步包括一掃描單元 1115，其設計用來掃描光罩 200、700 的表面上之電子束 1105。如此，掃描單元 1115 滿足光束引導設備 1115 的功能。通過掃描缺陷位置 230、730 之上的電子束 1105，可獲得缺陷位置 230、730 的缺陷 240、740 之量測資料。

【0101】 光罩 200、700 配置在物鏡台或樣品台 1103 上。如圖 11 中箭頭所示，樣品台 1103 可相對於 SEM 1100 的電子束 1105，在三個空間方向上移動。

【0102】 設備 1100 包括用於通過入射電子束 1105 偵測在測量點 1117 處產生的二次電子及/或背散射電子之偵測器 1120。偵測器 1120 受到控制裝置 1180 的控制。此外，1100 的控制裝置 1180 接收偵測器 1120 的量測資料。控制裝置 1180 可從該量測資料產生量測資料影像 250，該量測資料影像呈現在監視器 1190 上。選擇性地及/或額外地，設備 1100 可具有柱體 1107 內在電子束 1105 四周環形排列的偵測器，用來偵測由光罩 200、700 (圖 11 未例示)反向散射的二次電子及/或電子。

【0103】 再者，設備 1100 可包括在測量點 1117 的區域中提供低能離子之離子源，在缺陷位置 230、730 的量測處理、一蝕刻處理或一沈積處理期間，該低能離子防止光罩 200、700 或其表面累積形成負表面電荷(圖 11 內未例示)。借助於離子源，有可能以局部和受控的方式減小光罩 200、700 的負電荷，並因此抵消電子束 1005 的橫向空間解析度降低。

【0104】 在執行局部蝕刻處理或沈積處理之前、期間以及之後，設備 1100 的電子束 1105 可另外用來分析缺陷 230、730。

【0105】 控制裝置 1180 包括一電腦系統 1185。電腦系統 1185 包括一介面 1187。電腦系統 1185 可透過此介面連接至一檢測工具(圖 11 未例示)。電腦系統 1185 可接收已經透過介面 1187 利用該檢測工具所量測的缺陷 240、740 之位置或座標。電腦系統 1185 或控制裝置 1180 可根據缺陷位置 230、730 之該已接收座標，以控制電子束 1105。電腦系統 1185 可透過介面 1187，進一步接收已經儲存在電腦系統 1185 的非揮發性記憶體(圖 11 內未例示)內之微影光罩 200、700 的 CAD 資料 300。

【0106】 電腦系統 1185 或控制裝置 1180 設計成使用掃描單元 1115 掃描光罩 200、700 之上的電子束 1105。掃描單元 1015 控制已修改 SEM 1100 的柱體 1107 內之偏轉元件，這在圖 11 未例示。電腦系統 1185 或控制裝置 1180 進一步包括一設定單元，以便設定並控制已修改 SEM 1000 的許多參數。該設定單元可設定的參數可為例如：放大倍數、電子束 1105 的焦點、象散校正裝置(Stigmator)的一或多個設定值、電子束位移、電子源的位置及/或一或多個光闌(stops)(圖 11 未例示)。

【0107】 電腦系統 1185 可利用合成或成像(rendering)CAD 資料 300，以決定來自 CAD 資料 300 的參考資料或參考影像 400。電腦系統 1185 可進一步確認該參考資料或參考影像 400 的一位置相關修正值。電腦系統 1185 可從該位置相關修正值以及該參考資料或參考影像 400，產生已修正的參考資料或一已修正參考影像 800。此外，電腦系統 1185 設計成利用重疊已修正參考影像 800 與量測資料影像 250，確認缺陷 240 的輪廓 930。缺陷 240、740 可根據已確認輪廓 930 來修復。電腦系統 1185 也可從參考影像 400 和量測資料影像 250，決定缺陷位置 230 或缺陷 240 的輪廓 1030。此外，設備 1100 的電腦系統 1185 可使用一或多個位置相關修正值來修正已決定的輪廓 1030。

【0108】 若需要，可確定缺陷 240、740 的修復形狀。針對輪廓 930 或已修正輪廓 1030，至此確定其高度分布(height profile)。該高度分布可如

上述使用 AFM 來量測。針對此目的，該已修改 SEM 可內含一或多個 AFM (圖 11 未例示)。修復形狀指示出電子束 1105 作用在缺陷 240、740 的一位置之時間長度、次數以及時間間隔。修復形狀額外包含關於缺陷 240、740 個別位置上所提供一或多種蝕刻氣體或一或多種沈積氣體的氣流率之資訊。

【0109】 電腦系統 1185 可使用該修復形狀來控制該活化粒子或電子束 1105，以及用於該缺陷修復的許多氣體成份之氣流率。這表示電腦系統 1185 可控制修復形狀的設計。在替代具體實施例中，修復形狀的設計實現於設備 1100 之外(圖 11 內未例示)。

【0110】 用於分析缺陷位置 230、730 的設備 1100 也可用來修正或修復缺陷 240 和 740。為此，設備 1100 較佳包括複數個不同的儲存容器，用來儲存不同氣體或前體氣體。在圖 11 的示範設備 1100 例示三個容器 1140、1150 和 1160。然而，設備 1100 也可只有兩個或三個以上的儲存容器 1140、1150、1160，以處理光罩 200 和 700。

【0111】 第一儲存容器 1140 儲存前體(precursor)氣體或沈積氣體，其可用來協同已修改 SEM 1100 的電子束 1105，將吸收材料沈積在光罩 700 的清晰缺陷 740 上。舉例來說，第一儲存容器 1140 可具有羰基金屬(metal carbonyl)，例如六羰基鉬($Mo(CO)_6$)或六羰基鉻($Cr(CO)_6$)形式的前體氣體。

【0112】 第二儲存容器 1150 內含第一蝕刻氣體。舉例來說，第二儲存容器 1050 可內含二氟化氙(XeF_2)或含氯蝕刻氣體，例如亞硝醯氯(NOCl)，硝醯氯(NO_2Cl)或硝酸氯($ClNO_3$)。

【0113】 圖 11 所例示範例中的第三儲存容器 1160 儲存可加入第二儲存容器 1150 中該蝕刻氣體的氣體。第三儲存容器 1160 內的該氣體可包括例如水蒸氣(H_2O)或過氧化氫(H_2O_2)。

【0114】 每一儲存容器 1140、1150、1160 都配置有自己的閥門 1142、1152、1162，以控制每時間單位所提供的氣體粒子數量，或在要修復的光

罩 200、700 表面上電子束 1105 要入射位置 1117 上之氣流率。閥門 1142、1152、1162 可設計成氣流或質流控制器的形式。

【0115】 此外，三個儲存容器 1140、1150、1160 都具有專屬送氣裝置 1144、1154 和 1164，其末端為噴嘴 1146、1156 和 1166，靠近光罩 200、700 上電子束 1105 的入射點 1117。在藉由圖 11 中範例所例示的設備 1100 內，閥門 1142、1152、1162 安裝在儲存容器 1140、1150、1160 附近。在替代具體實施例中，閥門 1142、1152、1162 可配置在對應噴嘴 1146、1156、1166 (圖 11 未顯示)附近。每一儲存容器 1140、1150、1160 都可具有用於個別溫度設定與控制的專屬元件。該溫度設定幫助冷卻與加熱每一儲存的前體材料。此外，送氣裝置 1144、1154、1164 可同樣具有設定與監控反應位置 1117 上所提供氣體溫度的專屬元件(圖 11 同樣未顯示)。

【0116】 圖 11 的設備 1100 具有一泵浦系統 1170，以產生並維持反應室 1175 內所需的真空。在執行一局部電子束誘導蝕刻處理之前，反應室 1175 具有在高真空範圍($< 10^{-6}$ mbar)的下端範圍內之殘餘氣體壓力。

【0117】 此外，設備 1100 可包括一吸入(suction)式提取設備(圖 11 內未顯示)。該吸入式提取設備與泵浦系統 1170 結合，使得在蝕刻氣體或沈積氣體分解期間產生並且非局部化學反應所需的碎片 (fragments)或成份基本上可在起點上從設備 1100 的反應室或真空室 1175 中提取出來。因為不需要的氣體成份會在擴散並進入之前，會從設備 1100 的真空室 1175 出來通過電子束 1105 的入射點 1117 局部泵送到光罩 200、700 上，而藉由引發局部化學蝕刻反應大幅防止真空室 1175 受到污染。

【0118】 圖 12 呈現根據本發明的第一具體實施例之用於分析微影光罩 200、700 的一缺陷位置 230、730 之流程圖 1200。該方法從步驟 1210 開始。在步驟 1220，獲得微影光罩 200、700 的一缺陷位置 230、730 之量測資料。通過掃描缺陷位置 230、730 之上設備 1100 的電子束 1105，可獲得該量測資料。設備 1100 或電腦系統 1185 可從檢測工具接收缺陷位置 230、

730 的位置或座標。

【0119】 在下一步驟 1230，從微影光罩 200、700 的電腦輔助設計(CAD)資料 300 決定參考資料或一參考影像 400。此步驟可由設備 1100 的電腦系統 1185 來執行。文中所需的 CAD 資料可儲存在電腦系統 1185 的非揮發係記憶體內。另外，電腦系統 1185 可透過連接 1187 從外部來源接收 CAD 資料 300。

【0120】 在步驟 1240，使用至少一位置相關修正值來修正該參考資料或考影像 400。此步驟同樣可由設備 1100 的電腦系統 1185 來執行。藉由設備 1100 的電子束 1105 可決定該位置相關修正值，其中由控制裝置 1180 或該電腦系統控制設備 1100。

【0121】 其次，在步驟 1250，通過比對將該量測資料或量測資料影像 250 與該已修正參考資料或已修正參考影像 800，以分析缺陷位置 230、730。該分析程序提供缺陷 240 的輪廓 930。此步驟同樣可由設備 1100 的電腦系統 1185 來執行。該方法終止於步驟 1260。

【0122】 最後，圖 13 顯示根據本發明的第二示範具體實施例之用於分析微影光罩 200、700 的一缺陷位置 230、730 之流程圖 1300。該方法從步驟 1310 開始。兩步驟 1320 和 1330 都與圖 12 中的兩步驟 1220 和 1230 一致。

【0123】 在步驟 1240，從該參考資料或參考影像 400 與該量測資料或量測資料影像 250 產生缺陷位置 240 的輪廓 1030。此步驟同樣可由設備 1100 的電腦系統 1185 來執行。

【0124】 其次，在步驟 1350，通過使用一或多個修正值來修正至少一缺陷位置 240 的輪廓 1030，以執行分析。可如圖 12 範圍內的解釋來決定該位置相關修正值。之後，該方法終止於步驟 1360。

【0125】 在不脫離本發明精神或必要特性的情況下，可以其他特定形式來體現本發明。應將所述具體實施例各方面僅視為解說性而非限制性。

因此，本發明的範疇如隨附申請專利範圍所示而非如前述說明所示。所有落在申請專利範圍之等效意義及範圍內的變更應視為落在申請專利範圍的範疇內。

【符號說明】

200	微影光罩
210	基材
220	圖案元素
225	關鍵尺寸
230	缺陷位置
240	缺陷
250	量測資料影像
260	光邊界
300	CAD 資料
310	黑色區域
320	白色結構
325	CD
400	參考影像
420	圖案元素
425	CD
440	圓角
460	光邊界
500	圖式
510	劑量分佈
520	臨界值
550	偏置

610	缺陷
700	微影光罩
710	基材
720	圖案元素
725	CD
730	缺陷位置
740	缺陷
750	量測資料影像
760	影像場
800	已修正的參考影像
810	基材
820	圖案元素
825	CD
900	圖式
930	輪廓
940	外邊界
950	影像區段
1000	圖式
1030	輪廓
1040	外邊界
1100	設備
1102	粒子槍
1105	電子束
1107	柱體
1110	光束成形設備
1112	柱體

1115	掃描單元
1117	量測點
1120	偵測器
1140	儲存容器
1142	閥門
1144	送氣裝置
1146	噴嘴
1150	儲存容器
1152	閥門
1154	送氣裝置
1156	噴嘴
1160	儲存容器
1162	閥門
1164	送氣裝置
1166	噴嘴
1170	泵浦系統
1175	反應室
1180	控制裝置
1185	電腦系統
1187	介面
1190	監視器
1200	流程圖
1300	流程圖

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

【序列表】(請換頁單獨記載)

201841192

發明摘要

※ 申請案號：107106601

※ 申請日：107 年 02 月 27 日　　※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

分析光罩的缺陷位置的方法與裝置

METHOD AND APPARATUS FOR ANALYZING A DEFECTIVE LOCATION OF A PHOTOLITHOGRAPHIC MASK

【中文】

本發明揭示一種分析一微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(230、730)之方法，該方法具有下列步驟：(a) 獲得該微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(230、730)之量測資料；(b) 從該微影光罩(200、700)的電腦輔助設計(CAD)資料(300)決定該缺陷位置(230、730)的參考資料；(c) 使用至少一位置相關修正值來修正該參考資料；及(d) 通過比對該量測資料與該已修正參考資料來分析該缺陷位置(230、730)。

【英文】

The present invention relates to a method for analyzing at least one defective location (230, 730) of a photolithographic mask (200, 700), having the following steps: (a) obtaining measurement data for the at least one defective location (230, 730) of the photolithographic mask (200, 700); (b) determining reference data of the defective location (230, 730) from computer-aided design (CAD) data (300) for the photolithographic mask (200, 700); (c) correcting the reference data with at least one location-dependent correction value; and (d) analyzing the defective location (230, 730) by comparing the measurement data to the corrected reference data.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 9。

【本代表圖之符號簡單說明】：

900	圖式
930	輪廓
940	外邊界
950	影像區段

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無。

申請專利範圍

1. 一種用於分析微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(230、730)之方法，其中該方法包括下列步驟：

a 獲得該微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(230、730)之量測資料；

b 從該微影光罩(200、700)的電腦輔助設計(CAD)資料(300)來決定該缺陷位置(230、730)的參考資料；

c 使用至少一位置相關修正值來修正該參考資料；及

d 通過比對該量測資料與該已修正參考資料來分析該缺陷位置(230、730)。

2. 一種用於分析微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(230、730)之方法，其中該方法包括下列步驟：

a 獲得該微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(200、730)之量測資料；

b 從該微影光罩(200、700)的電腦輔助設計(CAD)資料(300)來決定該缺陷位置(230、730)的參考資料；

c 從該量測資料及該參考資料來決定該至少一缺陷位置(230、730)的一輪廓(1030)；及

d 通過使用至少一位置相關修正值來修正該至少一缺陷位置(230、730)的該輪廓(1030)，以分析該缺陷位置(230、730)。

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之方法，其中獲得該微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(230、730)之量測資料包括：使用一粒子束(1005)掃描該至少一缺陷位置(230、730)。

4. 如前述申請專利範圍任一項之方法，進一步包括下列步驟：從該量測資料產生一量測資料影像(250)。

5. 如前述申請專利範圍任一項之方法，其中決定參考資料包括：從包括該微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(230、730)之 CAD 資料(300)來擷取一區段(section)。

6. 如前述申請專利範圍任一項之方法，其中決定參考資料包括：從該 CAD 資料(300)合成一參考影像(400)。

7. 如前述申請專利範圍任一項之方法，其中合成該參考影像(400)包括：考慮在一光罩製程期間 CAD 資料(300)所經歷的該參考影像(400)系統性變化。

8. 如申請專利範圍第 6 或 7 項之方法，其中合成該參考影像(400)進一步包括：產生該參考影像(400)內的至少一結構元素(420)的一光邊界(460)。

9. 如前述申請專利範圍之方法，其中該至少一結構元素(420)包括來自下列的一元素：該微影光罩(200、700)的一圖案元素(220、720)、該微影光罩(200、700)的一標記、與該微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(230、730)之一缺陷(240、740)。

10. 如申請專利範圍第 6 至 9 項中任一項之方法，其中合成該參考影像(400)進一步包括：決定在一光罩製程期間描述該微影光罩(200、700)的曝光製程的一點擴散函數之參數。

11. 如前述申請專利範圍任一項之方法，其中該至少一位置相關修正值係考慮該量測資料的一關鍵尺寸(CD)(225)與該缺陷位置(230、730)處的該CAD 資料(300)之間的差異。

12. 如申請專利範圍第 4 至 11 項任一項之方法，進一步包括下列步驟：針對該微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(230、730)的每一者，藉由最小化該量測資料影像(250)的結構元素(220)之 CD (225)與該參考影像(400)的結構元素(420)之 CD (425)間之差異，以決定該至少一位置相關修正值。

13. 如前述申請專利範圍之方法，其中最小化該量測資料影像(250)的結構元素(220)之 CD (225)與該參考影像(400)的結構元素(420)之 CD (425)間之差異進行於在該至少一缺陷位置(230、730)周圍的微影光罩(200、700)的一區域(250、750)內，其中該區域(250、750)排除該至少一缺陷位置(230、730)，並且其中該區域(250、750)大於該至少一缺陷位置(230、730)。

14. 如前述申請專利範圍之方法，其中最小化該量測資料影像(250)的結構元素(220)之 CD (225)與該參考影像(400)的結構元素(420)之 CD (425)間之該差異包括：決定在該至少一缺陷位置(230、730)周圍的區域(250、750)內的點擴散函數之該等參數，使得該量測資料影像(250)與該參考影像(400)的該等結構元素 CD 間之的差異變得最小。

15. 如申請專利範圍第 12 至 14 項中任一項之方法，其中決定該至少一位置相關修正值包括：執行最小化該量測資料影像(25)的結構元素(220)

的 CD (225)與該參考影像(400)的結構元素(420)的 CD (425)間之差異的一演算法。

16. 如申請專利範圍第 12 至 15 項中任一項之方法，進一步包括下列步驟：決定該微影光罩(200、700)之上至少一圖案元素(220)及/或一標記的 CD (225)之分佈。

17. 如前述申請專利範圍之方法，進一步包括下列步驟：從該至少一圖案元素(220)及/或該標記的 CD (225)之分佈，決定至少一位置相關修正值，並且借助於該 CD (225)的已生成分佈，產生一已修正參考影像(800)。

18. 如申請專利範圍第 6 至 17 項中任一項之方法，其中修正該參考資料包括：藉由使用該至少一位置相關修正值來修正該參考影像(400)，以形成一已修正參考影像(800)。

19. 如申請專利範圍第 1 或 3 至 18 項中任一項之方法，其中分析該至少一缺陷位置(230、730)包括：決定該至少一缺陷位置(230)的至少一缺陷(240)之一輪廓(930)。

20. 如前述申請專利範圍之方法，其中決定該輪廓(930)包括：重疊該缺陷位置(230、730)的已修正參考資料與該缺陷位置(230、730)的量測資料，並識別出該已重疊已修正參考資料與該量測資料之間的差異。

21. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中決定該輪廓(1030)包括：重疊該缺陷位置(230、730)的參考資料與該缺陷位置(230、730)的量測資料，並

識別出該已重疊參考資料與該量測資料之間的差異。

22. 一種電腦程式，其包括指令，當該等指令由一電腦系統執行時，使得該電腦系統(1085)執行如申請專利範圍第 1 至 21 項中任一項之該等方法步驟。

23. 一種用於分析微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(230、730)之設備(1100)，其包括；

a 獲得構件，用於獲得該微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(230、730)之量測資料；

b 決定構件，用於從該微影光罩(200、700)的電腦輔助設計(CAD)資料(300)決定該缺陷位置(230、730)的參考資料；

c 修正構件，用於使用至少一位置相關修正值來修正該參考資料；及

d 分析構件，用於通過比對該量測資料與該已修正參考資料來分析該缺陷位置(230、730)。

24. 一種用於分析微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(230、730)之設備(1100)，其包括；

a 獲得構件，用於獲得該微影光罩(200、700)的至少一缺陷位置(230、730)之量測資料；

b 決定構件，用於從該微影光罩(200、700)的電腦輔助設計(CAD)資料(300)決定該缺陷位置(230、730)的參考資料；

c 決定構件，用於從該量測資料以及該參考資料決定該至少一缺陷位置(230、730)的一輪廓(1030)；及

d 分析構件，用於通過使用至少一位置相關修正值來修正該輪廓(1030)以分析該缺陷位置(230、730)。

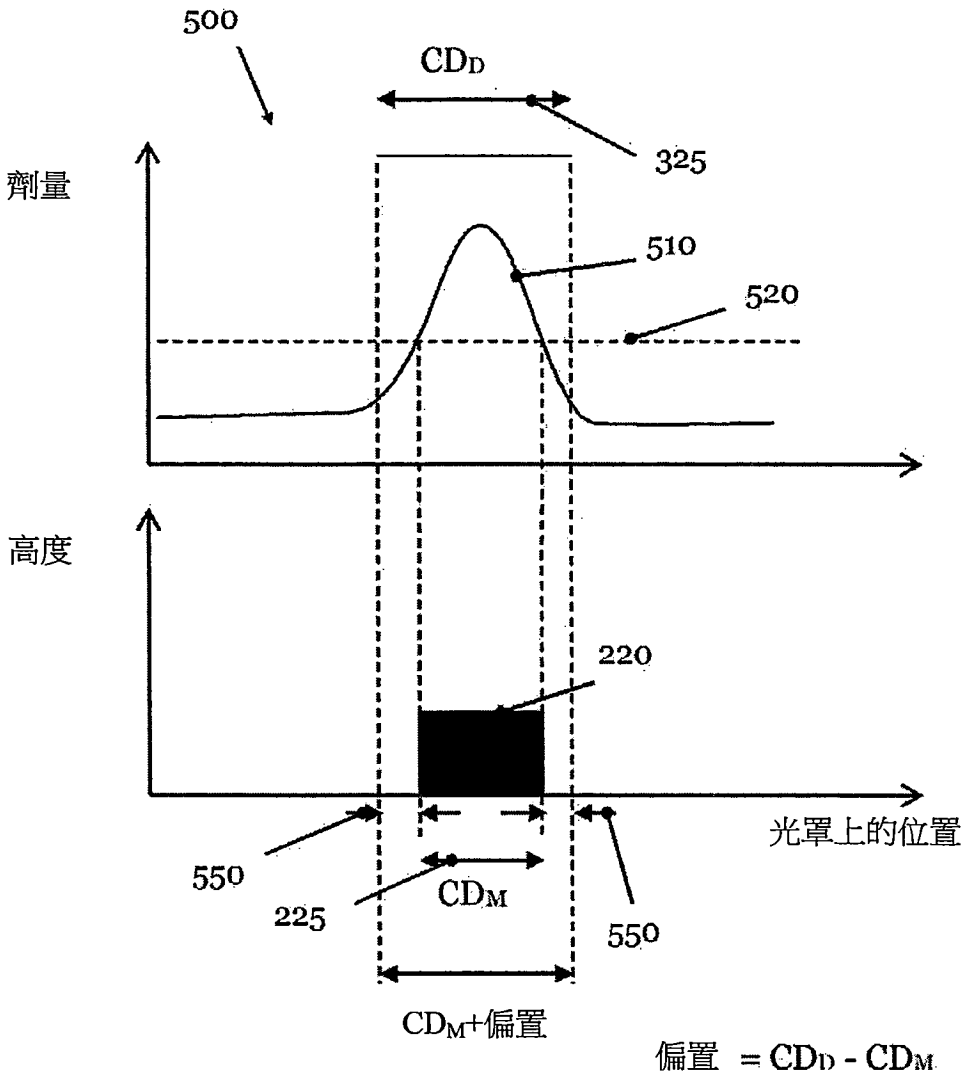

500
CDD
325
劑量
510
520
高度
220
光罩上的位置
550
225
CDM
550
CDM+偏置
偏置 = CDD - CDM

圖 5(先前技術)

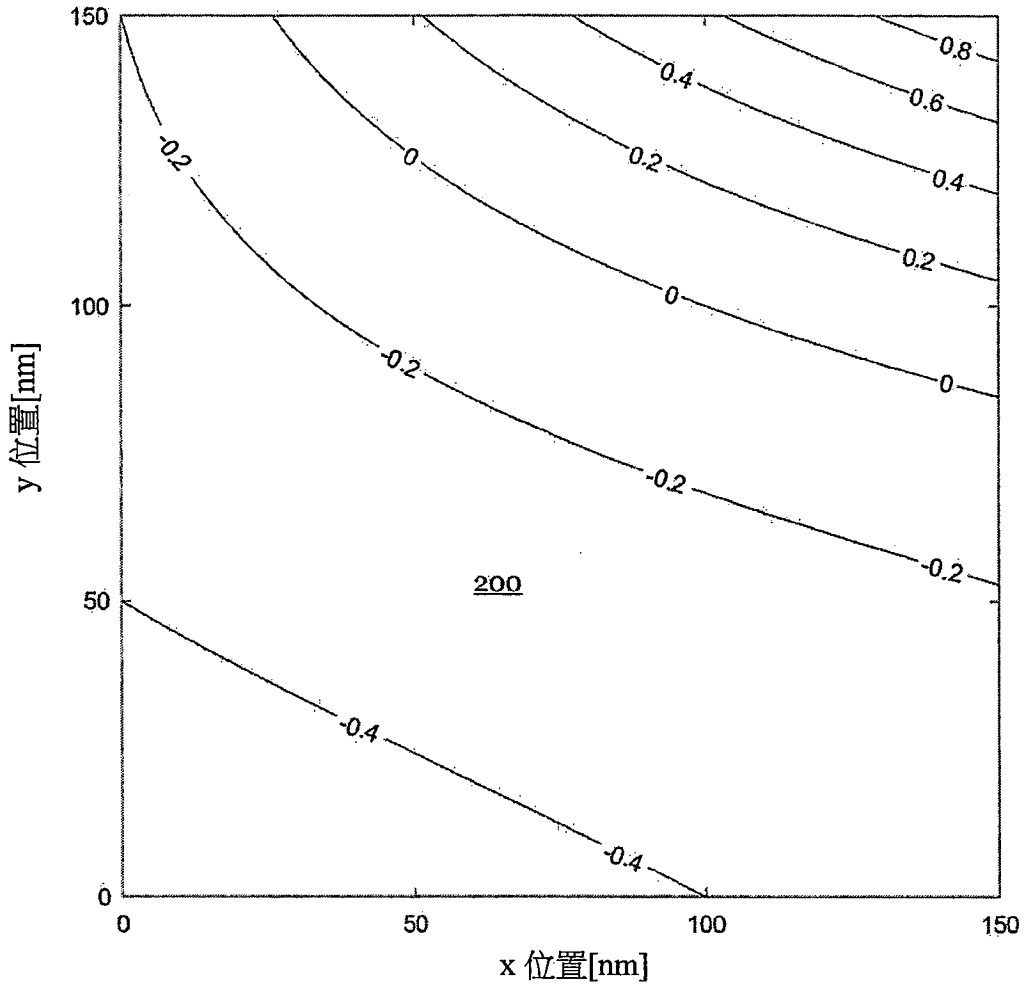


圖 6

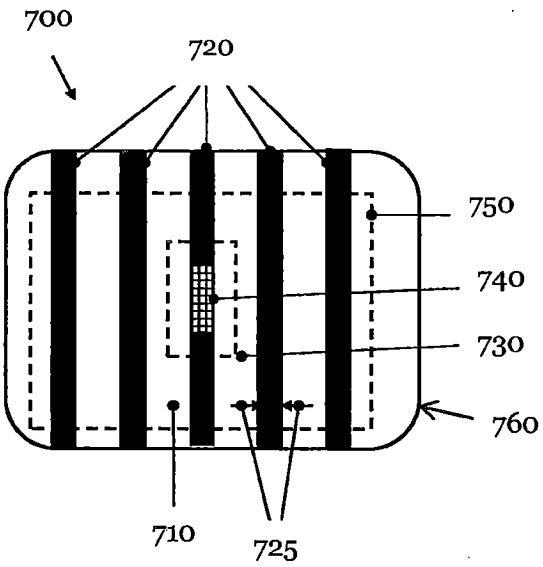


圖 7

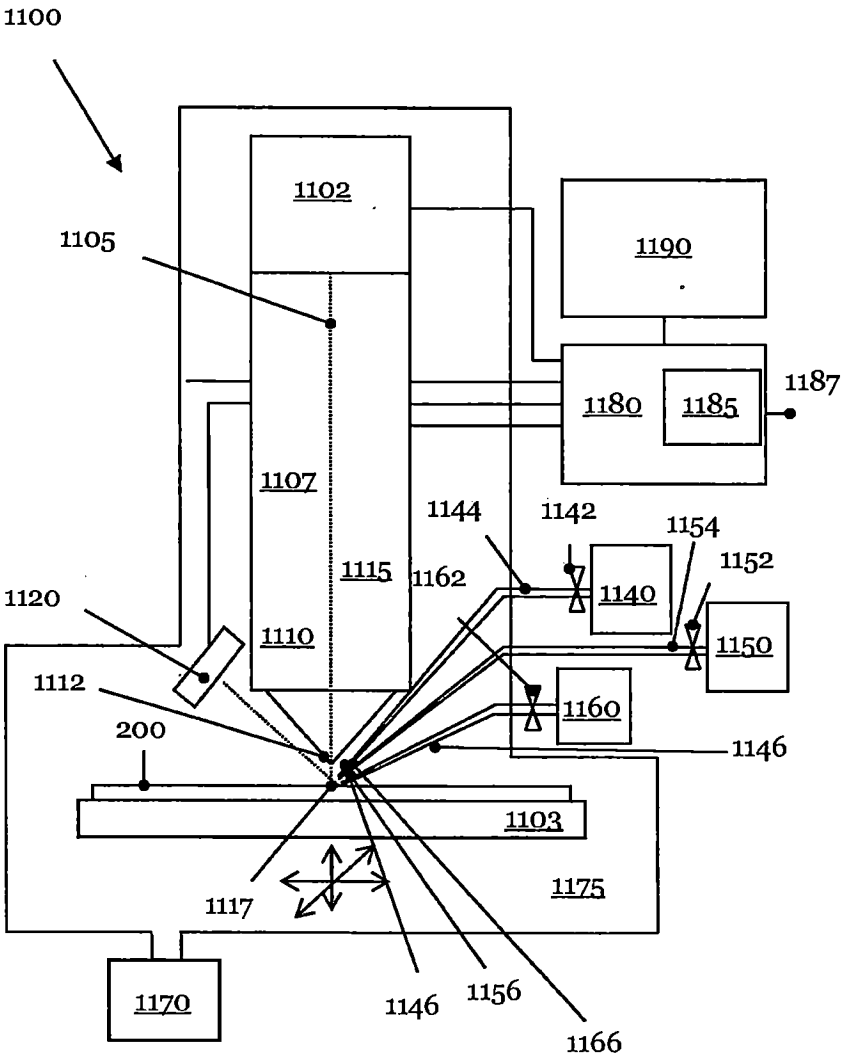

1100
1102
1105
1190
1180
1185
1187
1107
1144
1142
1154
1152
1115
1162
1120
1140
1110
1150
1112
1160
200
1146
1103
1175
1117
1170
1146
1156
1166

圖 11

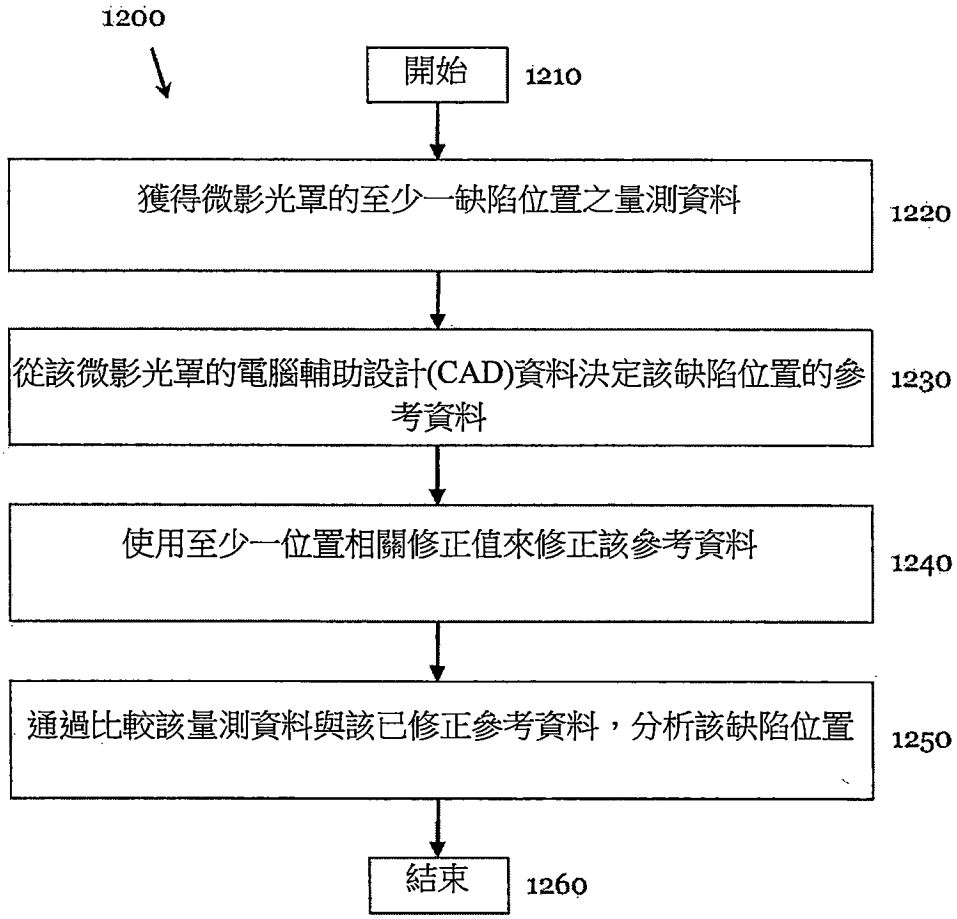

1200
開始
1210
獲得微影光罩的至少一缺陷位置之量測資料
1220
從該微影光罩的電腦輔助設計(CAD)資料決定該缺陷位置的參考資料
1230
使用至少一位置相關修正值來修正該參考資料
1240
通過比較該量測資料與該已修正參考資料，分析該缺陷位置
1250
結束
1260

圖 12

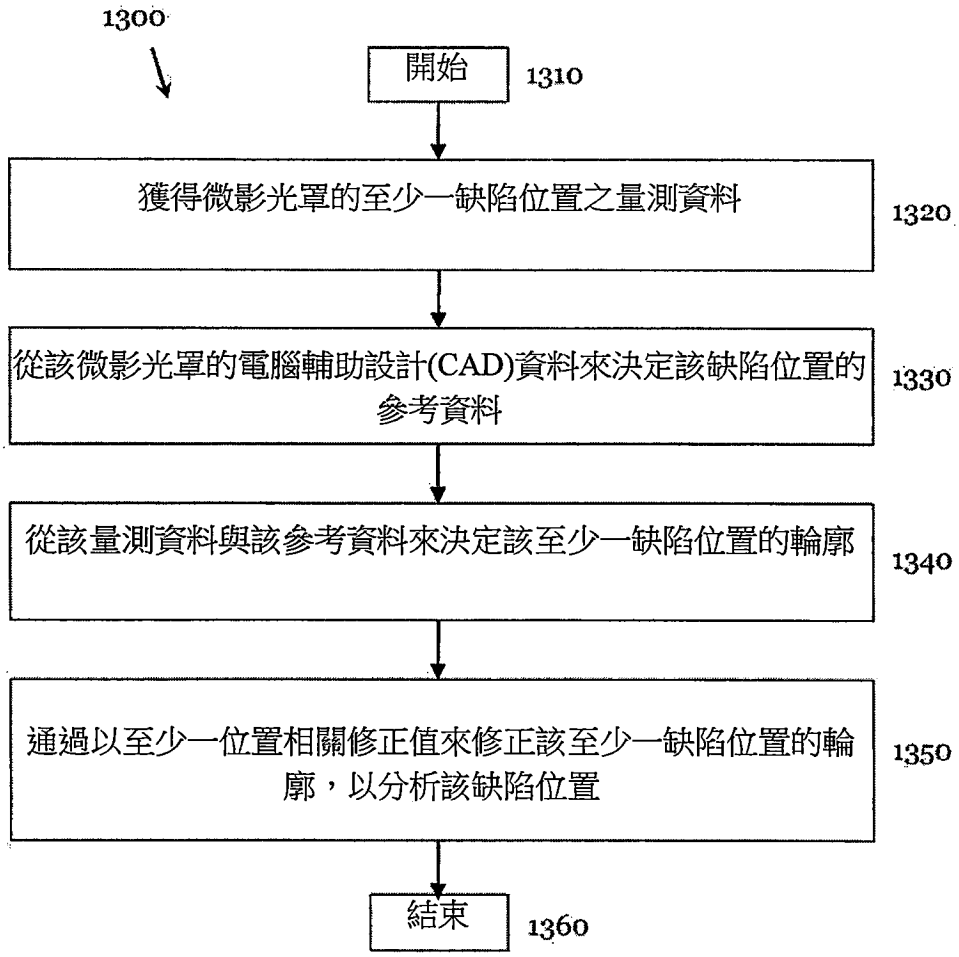

1300
開始
1310
獲得微影光罩的至少一缺陷位置之量測資料
1320
從該微影光罩的電腦輔助設計(CAD)資料來決定該缺陷位置的參考資料
1330
從該量測資料與該參考資料來決定該至少一缺陷位置的輪廓
1340
通過以至少一位置相關修正值來修正該至少一缺陷位置的輪廓，以分析該缺陷位置
1350
結束
1360

圖 13