



(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 I463245 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 12 月 01 日

(21)申請案號：099136198

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 10 月 22 日

(51)Int. Cl. : G03F1/00 (2012.01)

G03F7/20 (2006.01)

(30)優先權：2009/10/28 美國

61/255,738

2010/06/30 美國

61/360,404

(71)申請人：A S M L 荷蘭公司 (荷蘭) ASML NETHERLANDS B. V. (NL)  
荷蘭

(72)發明人：劉 華 玉 LIU, HUA-YU (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

JP 2002-261004A

JP 2004-312027A

US 2004/0141167A1

US 2007/0009146A1

US 2007/0009814A1

US 2007/0028206A1

US 2007/0050749A1

US 2009/0077527A1

審查人員：余國正

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：13 共 61 頁

(54)名稱

用於全晶片之光源及遮罩最佳化的圖案選擇

PATTERN SELECTION FOR FULL-CHIP SOURCE AND MASK OPTIMIZATION

(57)摘要

本發明係關於微影裝置及程序，且更特定而言，係關於用於最佳化用於微影裝置及程序中之照明源及遮罩的工具。根據特定態樣，本發明藉由自待用於光源及遮罩最佳化中之全剪輯集合智慧地選擇一小臨界設計圖案集合來實現全晶片圖案覆蓋，同時降低計算成本。僅對此等選定圖案執行最佳化以獲得一最佳化光源。接著，使用該最佳化光源來最佳化用於該全晶片之該遮罩(例如，使用光學近接校正(OPC)及可製造性驗證)，且比較程序窗效能結果。若該等結果與習知全晶片光源及遮罩最佳化(SMO)相當，則該程序結束，否則，提供用於反覆地收斂於成功結果之各種方法。

The present invention relates to lithographic apparatuses and processes, and more particularly to tools for optimizing illumination sources and masks for use in lithographic apparatuses and processes. According to certain aspects, the present invention enables full chip pattern coverage while lowering the computation cost by intelligently selecting a small set of critical design patterns from the full set of clips to be used in source and mask optimization. Optimization is performed only on these selected patterns to obtain an optimized source. The optimized source is then used to optimize the mask (e.g. using OPC and manufacturability verification) for the full chip, and the process window performance results are compared. If the results are comparable to conventional full-chip SMO, the process ends, otherwise various methods are provided for iteratively converging on the successful result.

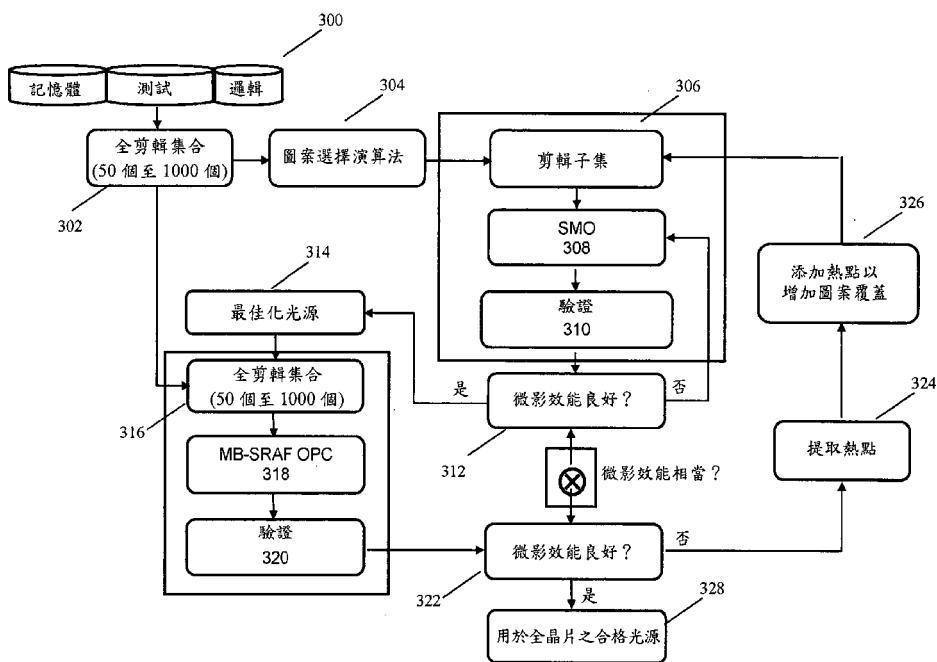


圖3

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於微影裝置及程序，且更特定而言，係關於用於最佳化用於微影裝置及程序中之照明源及遮罩的方法。

### 【先前技術】

微影裝置可用於(例如)積體電路(IC)之製造中。在此情況下，遮罩可含有對應於IC之個別層的電路圖案，且可將此圖案成像至已塗佈有輻射敏感材料(抗蝕劑)層之基板(矽晶圓)上之目標部分(例如，包含一或多個晶粒)上。一般而言，單一晶圓將含有經由投影系統而一次一個地經順次輻照之鄰近目標部分的整個網路。在一類型之微影投影裝置中，藉由一次性將整個遮罩圖案曝光至目標部分上來輻照每一目標部分；此裝置通常被稱作晶圓步進器。在一替代裝置(通常被稱作步進掃描裝置)中，藉由在給定參考方向(「掃描」方向)上漸進地掃描在投影光束下方遮罩圖案同時平行或反平行於此方向而同步地掃描基板台來輻照每一目標部分。一般而言，由於投影系統將具有放大因數 $M$ (通常 $<1$ )，故掃描基板台時之速度 $V$ 將為掃描遮罩台時之速度的因數 $M$ 倍。舉例而言，可自以引用之方式併入本文中的美國專利第6,046,792號搜集到關於本文中所描述之微影器件的更多資訊。

在使用微影投影裝置之製造程序中，將遮罩圖案成像至藉由輻射敏感材料(抗蝕劑)層至少部分地覆蓋之基板上。

在此成像步驟之前，基板可經歷各種程序，諸如上底漆、抗蝕劑塗佈，及軟烘烤。在曝光之後，基板可經受其他程序，諸如曝光後烘烤(PEB)、顯影、硬烘烤，及經成像特徵之量測/檢測。此程序陣列係用作圖案化一器件(例如，IC)之個別層的基礎。此經圖案化層可接著經歷各種程序，諸如蝕刻、離子植入(摻雜)、金屬化、氧化、化學機械拋光等等，其均意欲最後修整個別層。若需要若干層，則將必須針對每一新層重複整個程序或其變型。最終，一器件陣列將存在於基板(晶圓)上。接著，藉由諸如分割或鋸切之技術而使此等器件彼此分離，據此，可將個別器件安裝於載體上、連接至銷，等等。

為了簡單起見，可在下文中將投影系統稱作「透鏡」；然而，此術語應被廣泛地解釋為涵蓋各種類型之投影系統，包括(例如)折射光學儀器、反射光學儀器，及反射折射系統。輻射系統亦可包括用於引導、塑形或控制投影輻射光束的根據此等設計類型中之任一者進行操作之組件，且下文亦可將此等組件集體地或單獨地稱作「透鏡」。另外，微影裝置可為具有兩個或兩個以上基板台(及/或兩個或兩個以上遮罩台)之類型。在此等「多載物台」器件中，可並行地使用額外台，或可在一或多個台上執行預備步驟，同時將一或多個其他台用於曝光。舉例而言，以引用之方式併入本文中的美國專利第5,969,441號中描述雙載物台微影裝置。

上文所提及之光微影遮罩包含對應於待整合至矽晶圓上

之電路組件的幾何圖案。利用CAD(電腦輔助設計)程式來產生用以形成此等遮罩之圖案，此程序通常被稱作EDA(電子設計自動化)。大多數CAD程式遵循一預定設計規則集合，以便形成功能遮罩。藉由處理及設計限制來設定此等規則。舉例而言，設計規則定義電路器件(諸如閘、電容器，等等)或互連線之間的空間容許度，以便確保電路器件或線彼此不會以不良方式相互作用。設計規則限制通常被稱作「臨界尺寸」(CD)。可將電路之臨界尺寸定義為線或孔之最小寬度，或兩個線或兩個孔之間的最小空間。因此，CD判定經設計電路之總大小及密度。當然，積體電路製造中之目標中之一者係在晶圓上如實地再生原始電路設計(經由遮罩)。

如所提及，微影為半導體積體電路之製造中的中心步驟，其中形成於半導體晶圓基板上之圖案界定半導體器件之功能元件，諸如微處理器、記憶體晶片，等等。類似微影技術亦用於平板顯示器、微機電系統(MEMS)及其他器件之形成中。

隨著半導體製造程序繼續進展，電路元件之尺寸已不斷地縮減，而每器件的功能元件(諸如電晶體)之量已在數十年內穩固地增加，其遵循通常被稱作「莫耳定律」(Moore's law)之趨勢。在當前技術狀態下，使用被稱作掃描器之光學微影投影系統來製造前邊緣器件之臨界層，光學微影投影系統使用來自深紫外線雷射光源之照明而將遮罩影像投影至基板上，從而形成具有充分地低於100奈米

(亦即，小於投影光之波長的一半)之尺寸的個別電路特徵。

此程序(其中印刷具有小於光學投影系統之傳統解析度極限之尺寸的特徵)通常被稱作低  $k_1$  微影，其係根據解析度公式  $CD = k_1 \times \lambda / NA$ ，其中  $\lambda$  為所使用之輻射之波長(當前在大多數情況下為 248 奈米或 193 奈米)，NA 為投影光學儀器之數值孔徑，CD 為「臨界尺寸」(通常為所印刷之最小特徵大小)，且  $k_1$  為經驗性解析度因數。一般而言， $k_1$  愈小，則在晶圓上再生如下圖案變得愈困難：該圖案類似於由電路設計者所規劃之形狀及尺寸，以便達成特定電功能性及效能。為了克服此等困難，將複雜的微調步驟應用於投影系統以及遮罩設計。舉例而言，此等步驟包括(但不限於)NA 及光學相干設定之最佳化、定製照明方案、相移遮罩之使用、遮罩佈局中之光學近接校正，或通常被定義為「解析度增強技術」(RET)之其他方法。

作為一重要實例，光學近接校正(OPC，有時亦被稱作「光學及程序校正」(optical and process correction))解決如下事實：在晶圓上經印刷特徵之最終大小及置放將不僅僅為在遮罩上對應特徵之大小及置放的函數。應注意，本文中可互換地利用術語「遮罩」與「比例光罩」。對於存在於典型電路設計上之小特徵大小及高特徵密度，給定特徵之特定邊緣的位置將在特定程度上受到其他鄰近特徵之存在或不存在的影響。此等近接效應起因於自一特徵耦合至另一特徵之光的微小量。類似地，近接效應可起因於在

通常緊隨微影曝光之曝光後烘烤(PEB)、抗蝕劑顯影及蝕刻期間的擴散及其他化學效應。

為了確保根據對給定目標電路設計之要求而在半導體基板上產生特徵，需要利用複雜的數值模型來預測近接效應，且需要在高端器件之成功製造變得可能之前將校正或預失真應用於遮罩之設計。論文「Full-Chip Lithography Simulation and Design Analysis-How OPC Is Changing IC Design」(C. Spence, Proc. SPIE, 第 5751 卷, 第 1 至 14 頁 (2005 年)) 提供當前「以模型為基礎」(model-based) 之光學近接校正程序之綜述。在一典型高端設計中，幾乎每一特徵邊緣均需要某種修改，以便達成充分地接近於目標設計之經印刷圖案。此等修改可包括邊緣位置或線寬之移位或偏置以及「輔助」特徵之應用，「輔助」特徵不意欲印刷其自身，但將影響關聯主要特徵之屬性。

在給出通常存在於一晶片設計中之數百萬個特徵的情況下，將以模型為基礎之 OPC 應用於目標設計會需要優良的程序模型及相當多的計算資源。然而，應用 OPC 通常不為「嚴正科學」(exact science)，而為經驗性反覆程序 (iterative process)，該程序不會始終解析一佈局上之所有可能弱點。因此，需要藉由設計檢測(亦即，使用校準數值程序模型之集約全晶片模擬)來驗證 OPC 後設計(亦即，在藉由 OPC 及任何其他解析度增強技術(RET)而應用所有圖案修改之後的遮罩佈局)，以便最小化將設計瑕疵建置至遮罩集之製造中的可能性。此情形係因以下各項而被驅

使：製造在數百萬美元範圍內運行之高端遮罩集的巨額成本；以及一旦已製造實際遮罩，藉由重做或修復實際遮罩而對產品製作時程 (turn-around time) 之影響。

OPC 及全晶片 RET 驗證均可基於數值模型化系統及方法，如 (例如) 美國專利第 7,003,758 號及 Y. Cao 等人之名為「Optimized Hardware and Software For Fast, Full Chip Simulation」之論文 (Proc. SPIE, 第 5754 卷, 405 (2005 年)) 中所描述。

除了執行前述遮罩調整 (例如，OPC) 以致力於最佳化成像結果以外，亦可與遮罩最佳化聯合地或單獨地最佳化用於成像程序中之照明方案，以致力於改良總微影保真度。自 20 世紀 90 年代以來，許多離軸光源 (諸如環形、四極及偶極) 已被引入，且已向 OPC 設計提供更多自由度，藉此改良成像結果。如吾人所知，離軸照明為用以解析遮罩中所含有之精細結構 (亦即，目標特徵) 的經證實方式。然而，與傳統照明器相比較，離軸照明器通常向空中影像 (AI) 提供較少光強度。因此，變得有必要試圖最佳化照明器以達成更精細之解析度與縮減之光強度之間的最佳平衡。

吾人已知許多先前技術照明最佳化方法。舉例而言，在 Rosenbluth 等人之名為「Optimum Mask and Source Patterns to Print A Given Shape」之論文 (Journal of Microlithography, Microfabrication, Microsystems 1(1), 第 13 至 20 頁 (2002 年)) 中，將光源分割成若干區域，該等區域中之每一者對應於光瞳光譜之特定區域。接著，假定光源

分佈在每一光源區域中均一，且針對程序窗 (process window) 最佳化每一區域之亮度。然而，光源分佈在每一光源區域中均一之此假定不始終有效，且結果，此方法之有效性受損失。在 Granik 之名為「Source Optimization for Image Fidelity and Throughput」之論文 (Journal of Microlithography, Microfabrication, Microsystems 3(4)，第 509 至 522 頁 (2004 年)) 中所闡述的另一實例中，綜述若干現有光源最佳化方法，且提議一種基於照明器像素之方法，其將光源最佳化問題轉換成一系列非負最小平方最佳化。儘管此等方法已示範一些成功，但其通常需要多次複雜反覆以收斂。此外，可能難以判定一些額外參數 (諸如 Granik 之方法中的  $\gamma$ ) 之適當/最佳值，此情形規定在最佳化用於晶圓影像保真度之光源與光源之平滑度要求之間的取捨。

對於低  $k_1$  光微影，需要光源及遮罩之最佳化 (亦即，光源及遮罩最佳化或 SMO) 以確保用於印刷臨界圖案之可行程序窗。現有演算法 (例如，Socha 等人之 Proc. SPIE，第 5853 卷，第 180 頁，2005 年) 通常在空間頻域中將照明離散化成獨立光源點及將遮罩離散化成繞射級，且基於諸如曝光寬容度之程序窗度量而單獨地公式化成本函數，曝光寬容度可藉由光學成像模型而自光源點強度及遮罩繞射級加以預測。接著，使用標準最佳化技術來最小化目標函數。

此等習知 SMO 技術在計算上係昂貴的 (特別對於複雜設計)。因此，通常僅實務的是執行用於諸如記憶體設計 (Flash、DRAM 及 SRAM) 之簡單重複設計的光源最佳化。

同時，全晶片包括諸如邏輯及閘之其他更複雜設計。因此，由於SMO光源最佳化僅係基於特定設計之有限小區域，故難以保證光源將適用於不包括於SMO程序中之設計。因此，仍需要如下技術：其可在實務運行時間量內最佳化用於表示全晶片中之所有複雜設計佈局之多個設計剪輯(clip)的光源。

### 【發明內容】

本發明係關於微影裝置及程序，且更特定而言，係關於用於最佳化用於微影裝置及程序中之照明源及遮罩的工具。根據特定態樣，本發明藉由自待用於光源及遮罩最佳化中之全剪輯集合智慧地選擇一小臨界設計圖案集合來實現全晶片圖案覆蓋，同時降低計算成本。僅對此等選定圖案執行最佳化以獲得一最佳化光源。接著，使用該最佳化光源來最佳化用於該全晶片之該遮罩(例如，使用OPC及可製造性驗證)，且比較程序窗效能結果。若該等結果與習知全晶片SMO相當，則該程序結束，否則，提供用於反覆地收斂於成功結果之各種方法。

在此等態樣及其他態樣之促進中，一種用於最佳化用於將一設計之一部分成像至一晶圓上之一微影程序的方法包括：自該設計識別一全剪輯集合；自該全剪輯集合選擇一剪輯子集；針對用於成像該選定剪輯子集之該微影程序最佳化一照明源；及使用該最佳化照明源來最佳化該全剪輯集合以用於在該微影程序中加以成像。

在以上態樣及其他態樣之額外促進中，該方法之該選擇

步驟包括：計算該全剪輯集合中之每一者的繞射級分佈；基於該等計算繞射級分佈而將該全剪輯集合分群成複數個群組；及自該等群組中之每一者選擇一或多個代表性剪輯以作為該子集。

### 【實施方式】

現將參看隨附示意性圖式而僅藉由實例來描述本發明之實施例，在該等圖式中，對應元件符號指示對應部分。

現將參看圖式來詳細地描述本發明，該等圖式係作為本發明之說明性實例而提供，以便使熟習此項技術者能夠實踐本發明。值得注意地，以下諸圖及實例不意謂將本發明之範疇限制於單一實施例，而藉由所描述或說明之元件之一些或全部的互換，其他實施例係可能的。此外，在可使用已知組件來部分地或全部地實施本發明之特定元件時，將僅描述為理解本發明所必要的此等已知組件之彼等部分，且將省略此等已知組件之其他部分的詳細描述，以便不混淆本發明。熟習此項技術者將顯而易見的，被描述為以軟體加以實施之實施例不應限於此情形，而可包括以硬體或軟體與硬體之組合加以實施之實施例，且反之亦然(除非本文中另有說明)。在本說明書中，不應認為展示單數組件之實施例係限制性的；相反地，本發明意欲涵蓋包括複數個相同組件之其他實施例，且反之亦然(除非本發明另有明確敍述)。此外，申請人不意欲使本說明書或申請專利範圍中之任何術語均歸於罕有或特殊意義(除非如此明確地闡述)。另外，本發明涵蓋本文中藉由說明所提

及之已知組件的目前及未來已知等效物。

儘管在本文中可特定地參考本發明在IC製造中之使用，但應明確地理解，本發明具有許多其他可能應用。舉例而言，本發明可用於製造整合光學系統、用於磁疇記憶體之導引及偵測圖案、液晶顯示面板、薄膜磁頭，等等。熟習此項技術者應瞭解，在此等替代應用之內容背景中，應將在本文中對術語「比例光罩」、「晶圓」或「晶粒」之任何使用認為係分別藉由更通用之術語「遮罩」、「基板」及「目標部分」替換。

在本發明之文件中，術語「輻射」及「光束」係用以涵蓋所有類型之電磁輻射，包括紫外線輻射(例如，具有為365奈米、248奈米、193奈米、157奈米或126奈米之波長)及EUV(極紫外線輻射，例如，具有在為5奈米至20奈米之範圍內的波長)。

如在本文中所使用之術語「遮罩」應被廣泛地解釋為指代可用以對應於待形成於基板之目標部分中之圖案而向入射輻射光束賦予經圖案化橫截面的通用圖案化構件；術語「光閥」亦可用於此內容背景中。除了傳統遮罩(透射或反射；二元、相移、混合，等等)以外，其他此類圖案化構件之實例亦包括：

- 可程式化鏡面陣列。此器件之實例為具有黏彈性控制層及反射表面之矩陣可定址表面。此裝置所隱含之基本原理在於(例如)：反射表面之經定址區域將入射光反射為繞射光，而未經定址區域反將入射光反射為非繞射光。藉由

使用適當濾光器，可將該非繞射光濾出反射光束，從而僅留下繞射光；以此方式，光束根據矩陣可定址表面之定址圖案而變得圖案化。可使用適當電子構件來執行所需矩陣定址。舉例而言，可自以引用之方式併入本文中的美國專利第5,296,891號及第5,523,193號搜集到關於此等鏡面陣列之更多資訊。

- 可程式化LCD陣列。以引用之方式併入本文中的美國專利第5,229,872號中給出此建構之實例。

在論述本發明之前，提供關於總模擬及成像程序之簡短論述。圖1說明例示性微影投影系統10。主要組件為：光源12，其可為深紫外線準分子雷射源；照明光學儀器，其界定部分相干(被表示為均方偏差(sigma))且可包括特定光源塑形光學儀器14、16a及16b；遮罩或比例光罩18；及投影光學儀器16c，其將比例光罩圖案之影像產生至晶圓平面22上。在光瞳平面處之可調整濾光器或孔徑20可限制照射晶圓平面22上之光束角度的範圍，其中最大可能角度界定投影光學儀器之數值孔徑 $NA=\sin(\Theta_{max})$ 。

在微影模擬系統中，如圖2所說明，可藉由(例如)單獨功能模組來描述此等主要系統組件。參看圖2，功能模組包括：設計佈局模組26，其界定目標設計；遮罩佈局模組28，其界定待用於成像程序中之遮罩；遮罩模型模組30，其界定待用於模擬程序期間的遮罩佈局之模型；光學模型模組32，其界定微影系統之光學組件的效能；及抗蝕劑模型模組34，其界定用於給定程序中之抗蝕劑的效能。如吾

使用多種已知方法(例如，美國專利公開案第2004/0265707號中所描述之方法)中之任一者來執行此最佳化，該公開案之內容以引用之方式併入本文中。

在310中，以在308中所獲得之光源來執行選定圖案306之可製造性驗證。更特定而言，驗證包括執行選定圖案306及最佳化光源之空中影像模擬，及驗證該等圖案將橫越足夠寬之程序窗進行印刷。可使用對種已知方法(例如，美國專利第7,342,646號中所描述之方法)中之任一者來執行此驗證，該專利之內容以引用之方式併入本文中。

若在310中之驗證令人滿意(如在312中所判定)，則處理進展至在314中之全晶片最佳化。否則，處理返回至308，其中再次執行SMO，但以不同光源或圖案集合來執行SMO。舉例而言，可比較如藉由驗證工具估計之程序效能與諸如曝光寬容度及聚焦深度之特定程序窗參數的臨限值。可由使用者來預定或設定此等臨限值。

在316中，在選定圖案滿足如在312中所判定之微影效能規格之後，最佳化光源314將用於全剪輯集合之最佳化。

在318中，執行針對全剪輯集合316中之所有圖案的以模型為基礎之次解析度輔助特徵置放(MB-SRAF)及光學近接校正(OPC)。可使用多種已知方法(例如，美國專利第5,663,893號、第5,821,014號、第6,541,167號及第6,670,081號中所描述之方法)中之任一者來執行此程序。

在320中，藉由使用類似於步驟310之程序，以最佳化光源314及如在318中所校正之全剪輯集合316來執行以全圖

案模擬為基礎之可製造性驗證。

在 322 中，比較全剪輯集合 316 之效能(例如，程序窗參數，諸如曝光寬容度及聚焦深度)與剪輯子集 306。在一實例實施例中，當針對選定圖案(15 個至 20 個)306 及所有臨界圖案(50 個至 1000 個)316 兩者獲得類似(<10%)微影效能時，認為圖案選擇完成及/或光源對於全晶片完全地合格。

否則，在 324 中，提取熱點，且在 326 中，將此等熱點添加至子集 306，且該程序重新開始。舉例而言，將在驗證 320 期間所識別之熱點(亦即，限製程序窗效能的在全剪輯集合 316 當中之特徵)用於另外光源調諧或用以重新運行 SMO。當全剪輯集合 316 之程序窗在最後運行與在 322 之最後運行之前的運行之間相同時，認為光源完全地收斂。

已開發用於 304 中之多種圖案選擇方法，且下文詳述特定非限制性實例。

在第一實施例中，針對目標設計中之 SRAM 圖案最佳化光源，接著，識別及選擇在全剪輯集合當中之熱點以作為用於 SMO 之圖案子集。

舉例而言，如圖 4 所示，根據此實施例之圖案選擇在 S402 中藉由自目標設計 300 選擇 SRAM 圖案(例如，兩個 SRAM 圖案)而開始。

在步驟 S404 中，使用此兩個圖案來執行諸如在 308 中所執行之光源最佳化的光源最佳化，以獲得用於 SRAM 圖案之最佳化光源。

在步驟 S406 中，使用來自 S404 之最佳化光源而對全剪輯集合 302 執行 OPC。在此步驟中所執行之 OPC 程序可類似於上文結合圖 3 之 318 所描述的程序。

在步驟 S408 中，針對已在 S406 中所調整之全剪輯集合 302 執行可製造性驗證。此驗證可類似於上文結合圖 3 中之 320 所描述之驗證加以執行。

自可製造性驗證結果，在 S410 中選擇具有最差效能之剪輯。舉例而言，S410 包括自可製造性驗證結果識別具有對用於 SRAM 最佳化光源之程序窗之最有限效應的五個至十五個剪輯。

接著，將 SRAM 圖案及熱點用作圖 3 之實例全晶片 SMO 流程中的子集 306。

在下一實施例中，在使用原始光源及模型的情況下，自全剪輯集合識別熱點，且選擇此等熱點以作為用於 SMO 之圖案子集。

舉例而言，如圖 5 所示，根據此實施例之圖案選擇在 S502 中藉由識別用於微影程序之原始光源及模型而開始。舉例而言，將環形照明源用作初始光源。該模型可為用於計算微影及空中影像模擬中之微影程序的任何模型，且可包括如(例如)在美國專利第 7,342,646 號中所描述之透射交叉係數 (Transmission Cross Coefficient, TCC)。

在步驟 S504 中，使用光源及模型以及全剪輯集合 302 來執行可製造性驗證。驗證處理可類似於上文結合圖 3 中之 310 描述的驗證處理。

在步驟S506中，使用全剪輯集合302中之每一者的驗證結果來計算嚴重性計分以識別熱點。在一非限制性實例中，將嚴重性計分計算為：

$$\text{計分} = \text{正規化}(+EPE) + \text{正規化}(-EPE) + 2 \times \text{正規化MEEF}$$

其中EPE為邊緣置放誤差，且MEEF為遮罩誤差增強因數。

在步驟S508中，將具有最高計分之剪輯識別為熱點。舉例而言，S508包括識別具有如上文所計算之最高嚴重性計分的五個至十五個剪輯。

接著，將此等剪輯用作圖3之實例全晶片SMO流程中的子集306。在實施例中，來自目標設計300之兩個SRAM圖案亦包括於子集306中。

在下一實施例中，對全剪輯集合302執行分析，且選擇給出最佳特徵及間距覆蓋之彼等剪輯以作為用於SMO之圖案子集。

舉例而言，如圖6所示，根據此實施例之圖案選擇在S602中藉由根據特徵類型而對剪輯進行分群而開始。舉例而言，可藉由電路圖案之類型(例如，閘或邏輯)或藉由定向或複雜度等等而對剪輯進行分群。

在步驟S604中，依間距而對每一群組中之剪輯進行進一步分類。

在步驟S606中，在小間距區中取樣該等剪輯中之每一者，以判定將針對類型及間距兩者所提供之覆蓋。

在步驟 S608 中，自在 S606 中給出所要覆蓋的彼等剪輯當中選擇具有最小間距及最高單元密度之剪輯。舉例而言，S608包括識別具有最佳設計覆蓋及自最小值至為最小間距之 1.5 倍之間距的五個至十五個剪輯。

接著，將此等剪輯用作圖 3 之實例全晶片 SMO 流程中的子集 306。在實施例中，來自目標設計 300 之兩個 SRAM 圖案亦包括於子集 306 中。

在下一實施例中，對全剪輯集合執行分析，且選擇根據程序之原始模型具有對特定程序參數之最高敏感度的彼等剪輯以作為用於 SMO 之圖案子集。

舉例而言，如圖 7 所示，根據此實施例之圖案選擇在 S702 中藉由識別用於微影程序之原始模型而開始。類似於 S502，該模型可為用於計算微影及空中影像模擬中之微影程序的任何模型，且可包括如（例如）在美國專利第 7,342,646 號中所描述之透射交叉係數 (TCC)。

在步驟 S704 中，將切割線置放於位於全剪輯集合 302 中之每一者之中心處的圖案中。

在步驟 S706 中，使用原始模型針對該等剪輯中之每一者計算程序參數敏感度。舉例而言，程序參數可為劑量及聚焦，且可藉由使用在 S702 中所識別之微影程序模擬模型來運行空中影像模擬而計算敏感度。接著，分析在各種程序條件期間切割線處之剪輯的行為以判定其敏感度。

在步驟 S708 中，選擇具有對程序參數變化之最高敏感度的剪輯。舉例而言，S708 包括識別具有對劑量及聚焦之改

變之最高敏感度的五個至十五個剪輯。

接著，將此等剪輯用作圖3之實例全晶片SMO流程中的子集306。在實施例中，來自目標設計300之兩個SRAM圖案亦包括於子集306中。

在下一實施例中，對全剪輯集合執行分析，且選擇提供最佳繞射級分佈之彼等剪輯以作為用於SMO之圖案子集。圖案之繞射級為熟習此項技術者所知，且可(例如)如在美國專利公開案第2004/0265707號中所描述加以判定。

舉例而言，如圖8所示，根據此實施例之圖案選擇在S802中藉由計算針對全剪輯集合302中之每一者的繞射級行為而開始。可使用許多可能方法來計算繞射級行為，例如，美國專利公開案第2004/0265707號。

在步驟S804中，比較全剪輯集合之計算繞射級，且在步驟S806中，根據剪輯之繞射級分佈而對剪輯進行分群。舉例而言，可計算該等剪輯中之每一者之間的幾何相關，且可執行分類方法以將最類似剪輯分群在一起。

在步驟S808中，選擇來自該等群組中之每一者的一剪輯。舉例而言，S806包括形成五個至十五個剪輯群組，且自每一群組隨機地選擇一剪輯。圖9說明已自全剪輯集合所計算之十五個個別剪輯的實例繞射級分佈902。

接著，將此等剪輯用作圖3之實例全晶片SMO流程中的子集306。在實施例中，來自目標設計300之兩個SRAM圖案亦包括於子集306中。

結合圖8所描述之以繞射級為基礎之圖案選擇方法相對

於其他方法的一些優點在於：無需起始條件(例如，起始照明源)，無需抗蝕劑模型，且無需模型。該圖案選擇方法僅需要目標圖案，因此，其係程序獨立的。

圖10為比較上文所描述之各種圖案選擇方法相對於習知全晶片SMO方法之程序窗效能的曲線圖。可看出，所有方法均改良原始程序窗，其中繞射級方法給出最接近於全晶片SMO之效能。

圖11為比較上文所描述之各種圖案選擇方法相對於習知全晶片SMO方法之處理運行時間效能的圖表。可看出，所有方法均改良習知運行時間，其中繞射級方法給出最多改良。

圖12為說明可輔助實施本文中所揭示之最佳化方法及流程之電腦系統100的方塊圖。電腦系統100包括用於傳達資訊之匯流排102或其他通信機構，及與匯流排102耦接以用於處理資訊之處理器104。電腦系統100亦包括耦接至匯流排102以用於儲存資訊及待藉由處理器104執行之指令的主記憶體106，諸如隨機存取記憶體(RAM)或其他動態儲存器件。主記憶體106亦可用於在執行待藉由處理器104執行之指令期間儲存暫時變數或其他中間資訊。電腦系統100進一步包括耦接至匯流排102以用於儲存用於處理器104之靜態資訊及指令的唯讀記憶體(ROM)108或其他靜態儲存器件。提供儲存器件110(諸如磁碟或光碟)且將其耦接至匯流排102以用於儲存資訊及指令。

電腦系統100可經由匯流排102而耦接至用於向電腦使用

者顯示資訊之顯示器 112，諸如陰極射線管(CRT)或平板顯示器或觸控面板顯示器。輸入器件 114(包括文數字鍵及其他鍵)耦接至匯流排 102 以用於將資訊及命令選擇傳達至處理器 104。另一類型之使用者輸入器件為用於將方向資訊及命令選擇傳達至處理器 104 且用於控制顯示器 112 上之游標移動的游標控制件 116，諸如滑鼠、軌跡球或游標方向鍵。此輸入器件通常具有在兩個軸線(第一軸線(例如， $x$ )及第二軸線(例如， $y$ ))上之兩個自由度，其允許該器件在一平面中指定位置。亦可將觸控面板(螢幕)顯示器用作輸入器件。

根據本發明之一實施例，可藉由電腦系統 100 而回應於處理器 104 執行主記憶體 106 中所含有之一或多個指令之一或多個序列來執行最佳化程序之部分。可將此等指令自另一電腦可讀媒體(諸如儲存器件 110)讀取至主記憶體 106 中。主記憶體 106 中所含有之指令序列之執行使處理器 104 執行本文中所描述之程序步驟。亦可使用以多處理配置之一或多個處理器來執行主記憶體 106 中所含有之指令序列。在替代實施例中，可代替或結合軟體指令而使用硬連線電路來實施本發明。因此，本發明之實施例不限於硬體電路與軟體之任何特定組合。

如本文中所使用之術語「電腦可讀媒體」指代參與將指令提供至處理器 104 以供執行之任何媒體。此媒體可採取許多形式，包括(但不限於)非揮發性媒體、揮發性媒體及傳輸媒體。非揮發性媒體包括(例如)光碟或磁碟，諸如儲

存器件 110。揮發性媒體包括動態記憶體，諸如主記憶體 106。傳輸媒體包括同軸電纜、銅導線及光纖，其包括包含匯流排 102 之導線。傳輸媒體亦可採取聲波或光波之形式，諸如在射頻(RF)及紅外線(IR)資料通信期間所產生之聲波或光波。普通形式之電腦可讀媒體包括(例如)軟碟、可撓性碟、硬碟、磁帶、任何其他磁性媒體、CD-ROM、DVD、任何其他光學媒體、打孔卡、紙帶、具有孔圖案之任何其他實體媒體、RAM、PROM 及 EPROM、FLASH-EPROM、任何其他記憶體晶片或晶匣、如在下文中所描述之載波，或可供電腦讀取之任何其他媒體。

可在將一或多個指令之一或多個序列載運至處理器 104 以供執行時涉及各種形式之電腦可讀媒體。舉例而言，指令最初可被承載於遠端電腦之磁碟上。遠端電腦可將指令載入至其動態記憶體中，且使用數據機經由電話線而發送指令。在電腦系統 100 本端之數據機可接收電話線上之資料，且使用紅外線傳輸器將資料轉換成紅外線信號。耦接至匯流排 102 之紅外線偵測器可接收紅外線信號中所載運之資料且將資料置放於匯流排 102 上。匯流排 102 將資料載運至主記憶體 106，處理器 104 自主記憶體 106 橫取及執行指令。藉由主記憶體 106 接收之指令可視情況在藉由處理器 104 執行之前或之後儲存於儲存器件 110 上。

電腦系統 100 亦較佳地包括耦接至匯流排 102 之通信介面 118。通信介面 118 提供對連接至區域網路 122 之網路鏈路 120 的雙向資料通信耦接。舉例而言，通信介面 118 可為整

合服務數位網路(ISDN)卡或數據機以提供對對應類型之電話線的資料通信連接。作為另一實例，通信介面118可為區域網路(LAN)卡以提供對相容LAN的資料通信連接。亦可實施無線鏈路。在任何此類實施中，通信介面118發送及接收載運表示各種類型之資訊之數位資料流的電信號、電磁信號或光學信號。

網路鏈路120通常經由一或多個網路而提供對其他資料器件的資料通信。舉例而言，網路鏈路120可經由區域網路122而提供對主機電腦124的連接或提供對藉由網際網路服務提供者(ISP)126操作之資料設備的連接。ISP 126又經由全球封包資料通信網路(現通常被稱作「網際網路」128)而提供資料通信服務。區域網路122及網際網路128均使用載運數位資料流之電信號、電磁信號或光學信號。經由各種網路之信號及在網路鏈路120上且經由通信介面118之信號(其將數位資料載運至電腦系統100及自電腦系統100載運數位資料)為輸送資訊的例示性形式之載波。

電腦系統100可經由該(該等)網路、網路鏈路120及通信介面118而發送訊息及接收資料(包括程式碼)。在網際網路實例中，伺服器130可能經由網際網路128、ISP 126、區域網路122及通信介面118而傳輸用於應用程式之經請求程式碼。根據本發明，一種此類經下載應用程式提供(例如)該實施例之照明最佳化。經接收程式碼可在其被接收時藉由處理器104執行，及/或儲存於儲存器件110或其他非揮發性儲存器中以供稍後執行。以此方式，電腦系統100可獲

得以載波之形式的應用程式碼。

圖13示意性地描繪例示性微影投影裝置，其照明源可利用本發明之程序加以最佳化。該裝置包含：

- 輻射系統Ex、IL，其用於供應輻射之投影光束PB。在此特定情況下，輻射系統亦包含輻射源LA；
- 第一物件台(遮罩台)MT，其具備用於固持遮罩MA(例如，比例光罩)之遮罩固持器，且連接至用於相對於項目PL而準確地定位該遮罩之第一定位構件；
- 第二物件台(基板台)WT，其具備用於固持基板W(例如，塗佈抗蝕劑之矽晶圓)之基板固持器，且連接至用於相對於項目PL而準確地定位該基板之第二定位構件；
- 投影系統(「透鏡」)PL(例如，折射、反射或反射折射光學系統)，其用於將遮罩MA之經輻照部分成像至基板W之目標部分C(例如，包含一或多個晶粒)上。

如本文中所描繪，裝置為透射類型(亦即，具有透射遮罩)。然而，一般而言，其亦可為(例如)反射類型(具有反射遮罩)。或者，裝置可將另一類別之圖案化構件用作遮罩之使用的替代例；實例包括可程式化鏡面陣列或LCD矩陣。

光源LA(例如，水銀燈或準分子雷射)產生輻射光束。此光束係直接或在已橫穿諸如(例如)光束擴展器Ex之調節構件之後被饋入至照明系統(照明器)IL中。照明器IL可包含調整構件AM以用於設定光束中之強度分佈的外部徑向範圍及/或內部徑向範圍(通常分別被稱作 $\sigma$ 外部及 $\sigma$ 內部)。此

外，照明器IL將通常包含各種其他組件，諸如積光器IN及聚光器CO。以此方式，照射遮罩MA之光束PB在其橫截面中具有所要均一性及強度分佈。

關於圖13應注意，光源LA可在微影投影裝置之外殼內(此情形通常為光源LA為(例如)水銀燈時之情況)，但光源LA亦可遠離於微影投影裝置，光源LA所產生之輻射光束經引導至該裝置中(例如，憑藉適當引導鏡面)；此後者情景通常為光源LA為準分子雷射(例如，基於KrF、ArF或F<sub>2</sub>雷射作用)時之情況。本發明涵蓋至少兩種此等情景。

光束PB隨後截取遮罩MA，遮罩MA被固持於遮罩台MT上。在橫穿遮罩MA後，光束PB傳遞通過透鏡PL，透鏡PL將光束PB聚焦至基板W之目標部分C上。憑藉第二定位構件(及干涉量測構件IF)，基板台WT可準確地移動，例如，以便使不同目標部分C定位於光束PB之路徑中。類似地，第一定位構件可用以(例如)在自遮罩庫機械地擷取遮罩MA之後或在掃描期間相對於光束PB之路徑來準確地定位遮罩MA。一般而言，將憑藉未在圖13中被明確地描繪之長衝程模組(粗略定位)及短衝程模組(精細定位)來實現物件台MT、WT之移動。然而，在晶圓步進器(相對於步進掃描工具)之情況下，遮罩台MT可僅僅連接至短衝程致動器，或可為固定的。

所描繪工具可用於兩種不同模式中：

- 在步進模式中，使遮罩台MT保持基本上靜止，且將整個遮罩影像一次性(亦即，單次「閃光」)投影至目標部

分 C 上。接著，使基板台 WT 在 x 及 / 或 y 方向上移位，使得可藉由光束 PB 來輻照不同目標部分 C；

- 在掃描模式中，適用基本上相同情景，惟在單次「閃光」中不曝光給定目標部分 C 除外。取而代之，遮罩台 MT 可以速度  $v$  而在給定方向 (所謂的「掃描方向」，例如，y 方向) 上移動，使得導致投影光束 PB 遍及遮罩影像進行掃描；同時，基板台 WT 係以速度  $V = Mv$  而在相同或相反方向上同時移動，其中  $M$  為透鏡 PL 之放大率 (通常， $M = 1/4$  或  $1/5$ )。以此方式，可在不必損害解析度之情況下曝光相對較大目標部分 C。

本文中所揭示之概念可模擬或數學上模型化用於成像次波長特徵之任何通用成像系統，且可特別用於能夠產生具有愈來愈小之大小之波長的新興成像技術。已經在使用之新興技術包括能夠藉由使用 ArF 雷射來產生 193 奈米之波長且甚至藉由使用氟雷射來產生 157 奈米之波長的 EUV (極紫外線) 微影。此外，EUV 微影能夠產生在 20 奈米至 5 奈米之範圍內的波長，該產生係藉由使用同步加速器或藉由以高能電子來撞擊材料 (固體或電漿)，以便產生在此範圍內之光子。因為大多數材料在此範圍內係吸收性的，所以可藉由具有鉬與矽之多堆疊的反射鏡面來產生照明。多堆疊鏡面具有鉬與矽之 40 個層對，其中每一層之厚度為四分之一波長。可使用 X 射線微影來產生甚至更小的波長。通常，使用同步加速器來產生 X 射線波長。因為大多數材料在 x 射線波長下係吸收性的，所以薄吸收材料片界定特徵將進行

印刷(正抗蝕劑)或不進行印刷(負抗蝕劑)之處。

雖然本文中所揭示之概念可用於在諸如矽晶圓之基板上之成像，但應理解，所揭示概念可用於任何類型之微影成像系統，例如，用於在不同於矽晶圓之基板上之成像的微影成像系統。

以上描述意欲為說明性而非限制性的。因此，對於熟習此項技術者而言將顯而易見，可在不脫離下文所闡述之申請專利範圍之範疇的情況下對所描述之本發明進行修改。

可使用以下條款來進一步描述本發明：

1. 一種用於最佳化用於將一設計之一部分成像至一晶圓上之一微影程序的方法，該方法包含：

自該設計識別一全剪輯集合；

自該全剪輯集合選擇一剪輯子集；

針對用於成像該選定剪輯子集之該微影程序最佳化一照明源；及

使用該最佳化照明源來最佳化該全剪輯集合以用於在該微影程序中加以成像。

2. 如條款1之方法，其中該選擇步驟包括：

計算該全剪輯集合中之每一者的繞射級分佈；

基於該等計算繞射級分佈而將該全剪輯集合分群成複數個群組；及

自該等群組中之每一者選擇一或多個代表性剪輯以作為該子集。

3. 如條款1之方法，其中該選擇步驟包括：

識別該全剪輯集合中之一或多個記憶體圖案；  
針對該一或多個記憶體圖案預最佳化該照明源；  
使用該預最佳化照明源來判定該全剪輯集合中之潛在熱點；及  
基於該等經判定潛在熱點來選擇該子集。

4. 如條款1之方法，其中該選擇步驟包括：

識別用於該微影程序之一原始照明源；  
使用該原始照明源來判定該全剪輯集合中之潛在熱點；及  
基於該等經判定潛在熱點來選擇該子集。

5. 如條款1之方法，其中該選擇步驟包括：

藉由設計類型而將該全剪輯集合中之圖案分群成複數個群組；  
依間距及特徵類型而對每一群組中之該等圖案進行分類以判定每一群組中之一最佳圖案；及

選擇每一群組中之該最佳圖案以作為該子集。

6. 如條款1之方法，其中該選擇步驟包括：

識別該微影程序之一模擬模型；  
使用該模型來估計該全剪輯集合中之每一者的程序參數敏感度；及  
基於該等估計程序參數敏感度來選擇該子集。

7. 一種電腦可讀媒體，其經記錄有指令，該等指令在藉由一電腦讀取時使該電腦執行一種用於最佳化用於將一設計之一部分成像至一基板上之一微影程序的方法，該方法包含：

自該設計之該部分選擇一圖案子集；  
針對用於成像該選定圖案子集之該微影程序最佳化一照明源；及

使用該最佳化照明源來最佳化該設計之該部分以用於在該微影程序中加以成像。

8. 如條款7之電腦可讀媒體，其中該設計之該部分包含剪輯，且其中選擇一圖案子集之該步驟包含：

自該設計識別一全剪輯集合；

自該全剪輯集合選擇一剪輯子集；

其中該最佳化步驟包含針對用於成像該選定剪輯子集之該微影程序最佳化一照明源；且

其中該使用步驟包含使用該最佳化照明源來最佳化該全剪輯集合以用於在該微影程序中加以成像。

9. 如條款7或8之電腦可讀媒體，其中該選擇步驟包括：

計算該設計之該部分中之該等圖案的繞射級分佈；

基於該等計算繞射級分佈而將該等圖案分群成複數個群組；及

自該等群組中之每一者選擇一或多個代表性圖案以作為該圖案子集。

10. 如條款7或8之電腦可讀媒體，其中該選擇步驟包括：

識別該設計之該部分中之一或多個記憶體圖案；

針對該一或多個記憶體圖案預最佳化該照明源；

使用該預最佳化照明源來判定該設計之該部分中之潛在熱點；及

基於該等經判定潛在熱點來選擇該圖案子集。

11. 如條款7或8之電腦可讀媒體，其中該選擇步驟包括：

識別用於該微影程序之一原始照明源；

使用該原始照明源來判定該設計之該部分中之潛在熱點；及

基於該等經判定潛在熱點來選擇該圖案子集。

12. 如條款10或11之方法，其中該方法進一步包含以下一步驟：

計算該等熱點之一嚴重性計分；及

選擇具有一預定義嚴重性計分或具有一預定義嚴重性計分範圍之該等熱點。

13. 如條款7或8之電腦可讀媒體，其中該選擇步驟包括：

藉由設計類型而將該設計之該部分中之圖案分群成複數個群組；

依間距及特徵類型而對每一群組中之該等圖案進行分類以判定每一群組中之一最佳圖案；及

選擇每一群組中之該最佳圖案以作為該圖案子集。

14. 如條款7或8之電腦可讀媒體，其中該選擇步驟包括：

識別該微影程序之一模擬模型；

使用該模型來估計該設計之該部分中之圖案的程序參數敏感度；及

基於該等估計程序參數敏感度來選擇該圖案子集。

15. 如條款7至15中任一項之電腦可讀媒體，其進一步包含：

判定該最佳化圖案子集之一微影程序效能度量是否為可接受的；及

若該經判定度量不為可接受的，則將具有潛在熱點之剪輯添加至該子集且重複該等最佳化步驟。

16. 如條款7至15中任一項之電腦可讀媒體，其中最佳化該照明源之該步驟包括使用該微影程序、該照明源及該圖案子集之一模型來模擬一微影程序效能，以判定該效能是否為可接受的。

17. 如條款7至16中任一項之電腦可讀媒體，其中最佳化該設計之該部分之該步驟包括基於該最佳化照明源而對該等圖案中之特定圖案執行光學近接校正。

### 【圖式簡單說明】

圖1為說明典型微影投影系統的示意性方塊圖；

圖2為說明微影模擬模型之功能模組的示意性方塊圖；

圖3為根據本發明之實施例之實例SMO程序的流程圖；

圖4為說明可包括於根據本發明之SMO程序之一實施例中之實例圖案選擇方法的流程圖；

圖5為說明可包括於根據本發明之SMO程序之另一實施例中之實例圖案選擇方法的流程圖；

圖6為說明可包括於根據本發明之SMO程序之另一實施例中之實例圖案選擇方法的流程圖；

圖7為說明可包括於根據本發明之SMO程序之另一實施例中之實例圖案選擇方法的流程圖；

圖8為說明可包括於根據本發明之SMO程序之另一實施

例中之實例圖案選擇方法的流程圖；

圖9(包括圖9A至圖9N及圖9P)說明根據圖8中之方法所選擇之剪輯的實例繞射級分佈；

圖10為比較根據本發明之各種圖案選擇方法之程序窗效能的曲線圖；

圖11為比較根據本發明之各種圖案選擇方法之處理運行時間效能的圖表；

圖12為說明可輔助實施本發明之模擬方法之電腦系統的方塊圖；及

圖13示意性地描繪適用於本發明之方法的微影投影裝置。

#### 【主要元件符號說明】

- 10 微影投影系統
- 12 光源
- 14 光源塑形光學儀器
- 16a 光源塑形光學儀器
- 16b 光源塑形光學儀器
- 16c 投影光學儀器
- 18 遮罩/比例光罩
- 20 可調整濾光器/孔徑
- 22 晶圓平面
- 26 設計佈局模組
- 28 遮罩佈局模組
- 30 遮罩模型模組

32	光學模型模組
34	抗蝕劑模型模組
36	結果模組
100	電腦系統
102	匯流排
104	處理器
106	主記憶體
108	唯讀記憶體(ROM)
110	儲存器件
112	顯示器
114	輸入器件
116	游標控制件
118	通信介面
120	網路鏈路
122	區域網路
124	主機電腦
126	網際網路服務提供者(ISP)
128	網際網路
130	伺服器
300	目標設計
C	目標部分
CO	聚光器
IF	干涉量測構件
IL	輻射系統/照明系統/照明器

IN	積光器
MA	遮罩
MT	第一物件台/遮罩台
W	基板
WT	第二物件台/基板台

發明專利說明書**公告本**

(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： 99136198

※ 申請日： 99.10.22

※IPC 分類：G03F 1/14 (2006.01)  
G03F 1/20 (2006.01)**一、發明名稱：(中文/英文)**

用於全晶片之光源及遮罩最佳化的圖案選擇

PATTERN SELECTION FOR FULL-CHIP SOURCE AND MASK  
OPTIMIZATION**二、中文發明摘要：**

本發明係關於微影裝置及程序，且更特定而言，係關於用於最佳化用於微影裝置及程序中之照明源及遮罩的工具。根據特定態樣，本發明藉由自待用於光源及遮罩最佳化中之全剪輯集合智慧地選擇一小臨界設計圖案集合來實現全晶片圖案覆蓋，同時降低計算成本。僅對此等選定圖案執行最佳化以獲得一最佳化光源。接著，使用該最佳化光源來最佳化用於該全晶片之該遮罩(例如，使用光學近接校正(OPC)及可製造性驗證)，且比較程序窗效能結果。若該等結果與習知全晶片光源及遮罩最佳化(SMO)相當，則該程序結束，否則，提供用於反覆地收斂於成功結果之各種方法。

### 三、英文發明摘要：

The present invention relates to lithographic apparatuses and processes, and more particularly to tools for optimizing illumination sources and masks for use in lithographic apparatuses and processes. According to certain aspects, the present invention enables full chip pattern coverage while lowering the computation cost by intelligently selecting a small set of critical design patterns from the full set of clips to be used in source and mask optimization. Optimization is performed only on these selected patterns to obtain an optimized source. The optimized source is then used to optimize the mask (e.g. using OPC and manufacturability verification) for the full chip, and the process window performance results are compared. If the results are comparable to conventional full-chip SMO, the process ends, otherwise various methods are provided for iteratively converging on the successful result.

## 八、圖式：

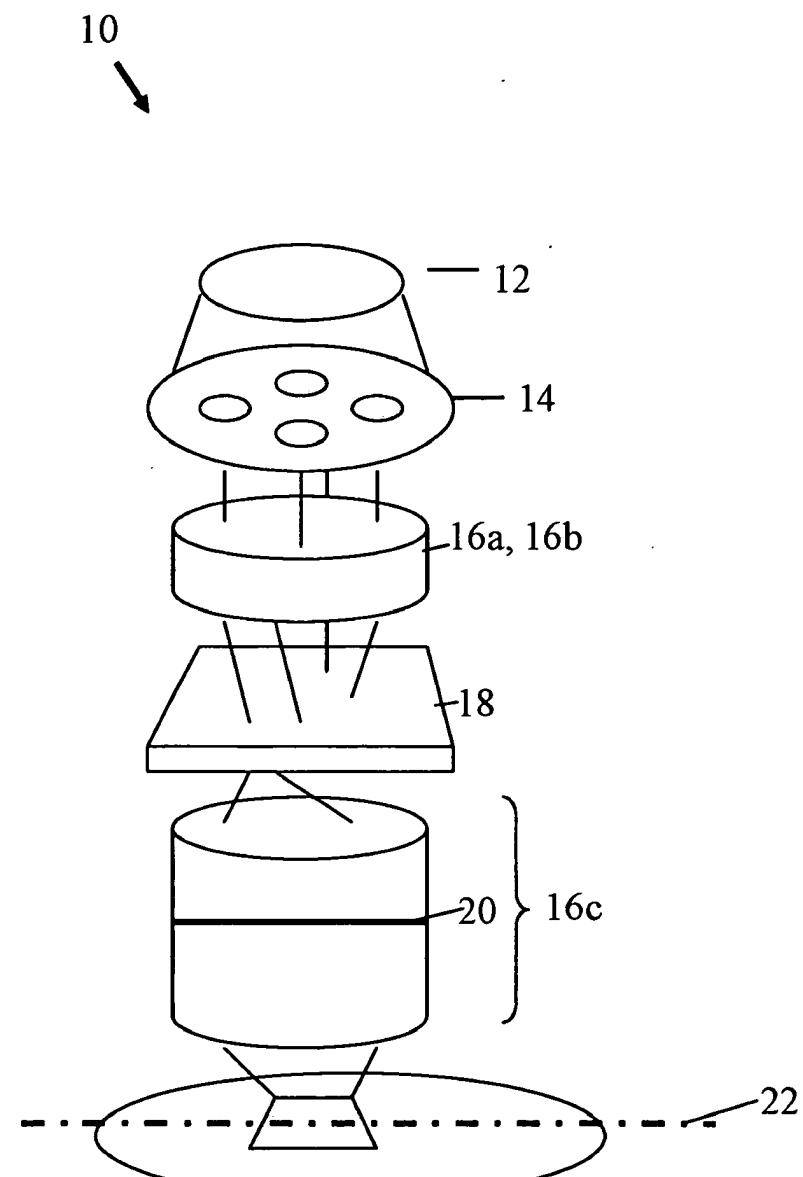


圖 1

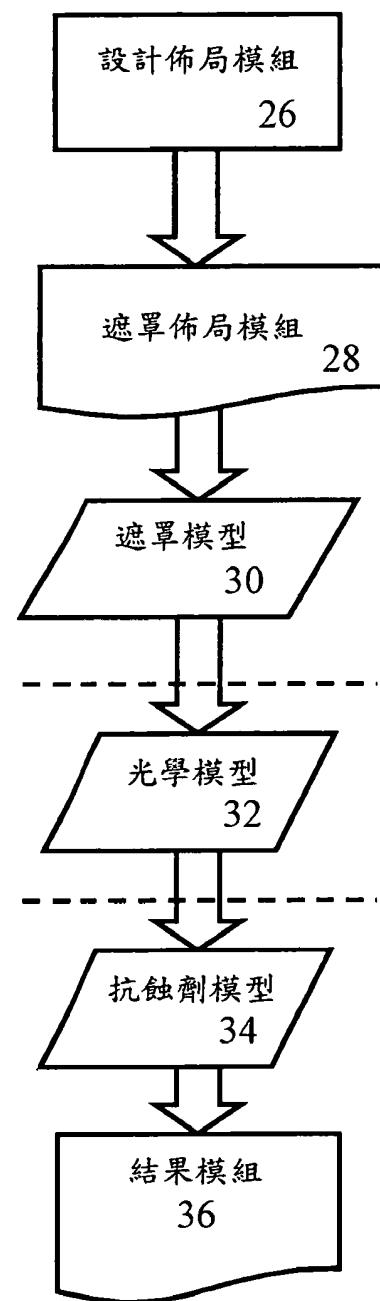


圖 2

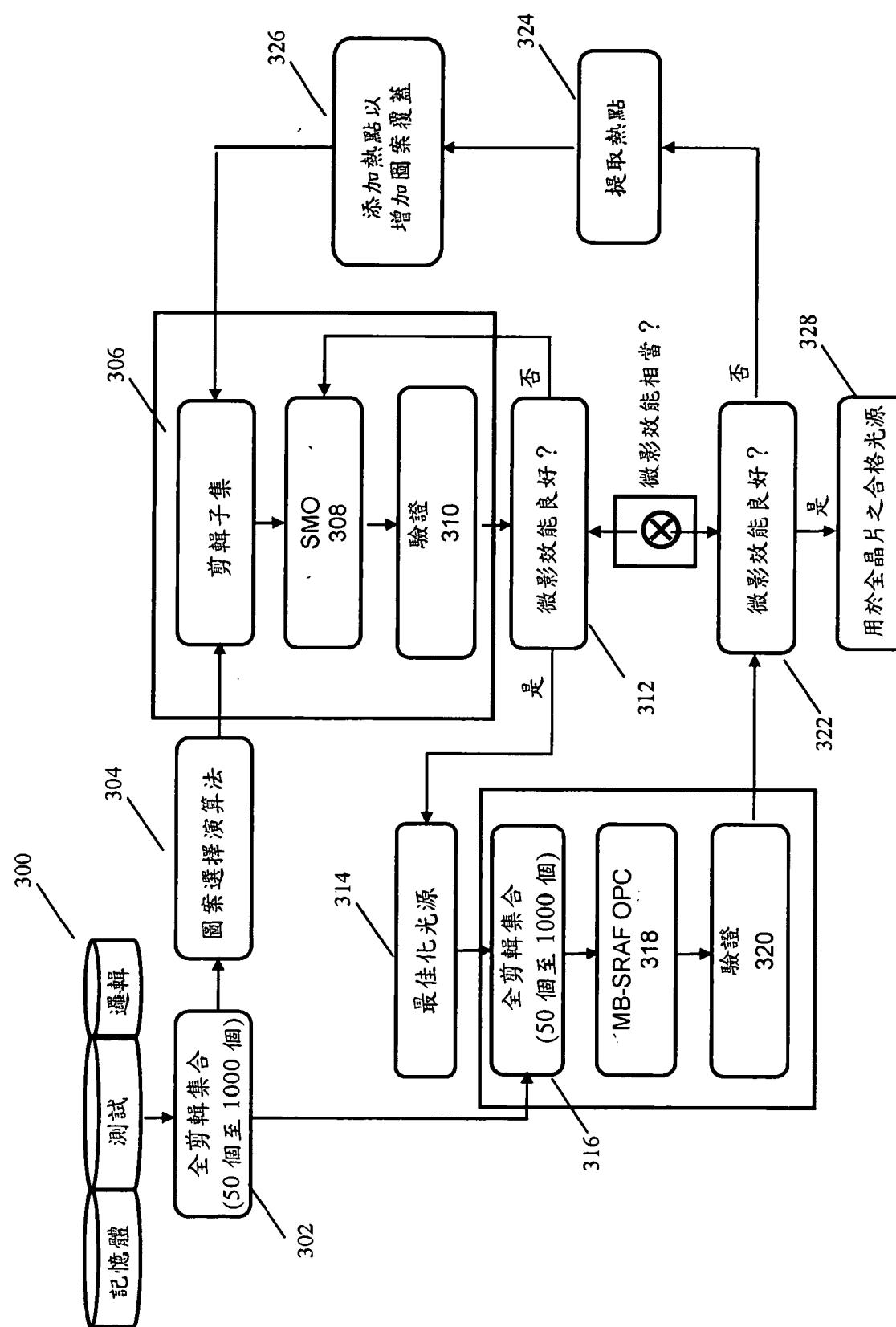


圖3



圖 4

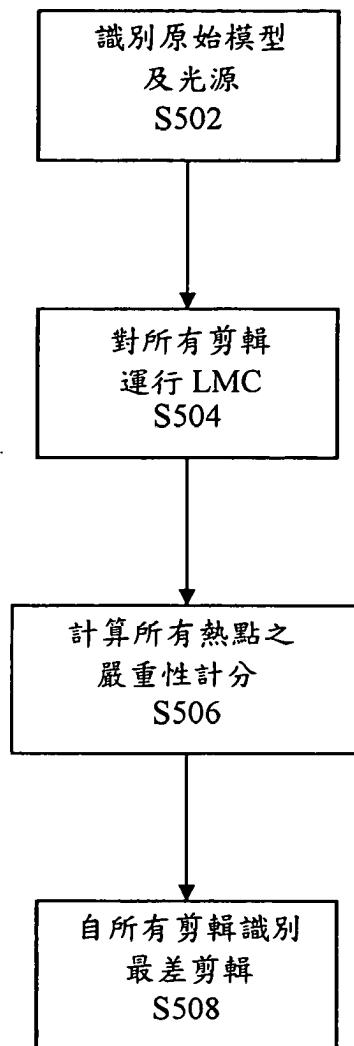


圖 5

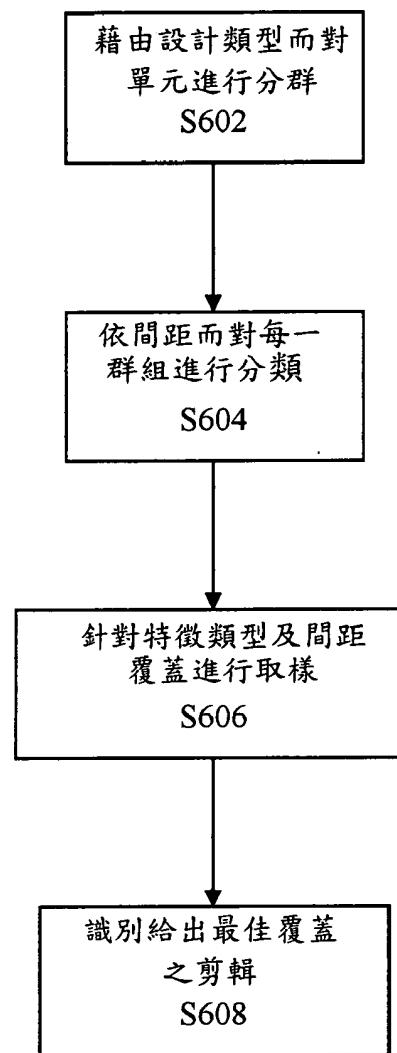


圖 6

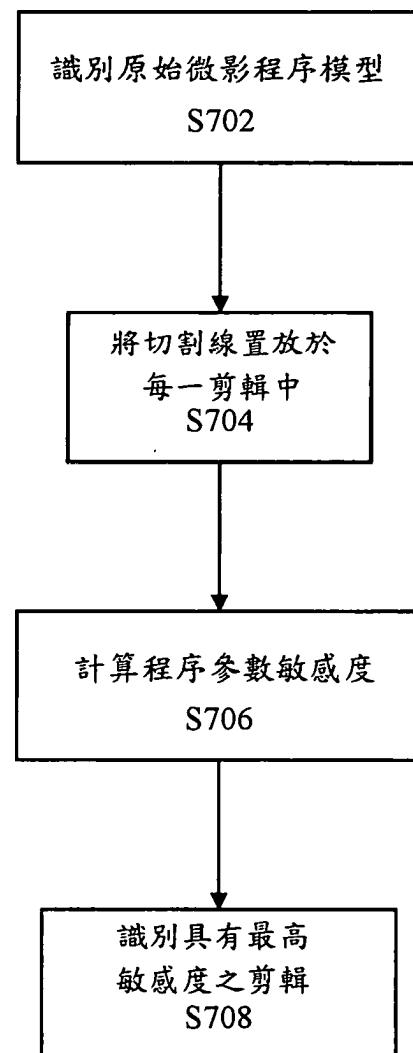


圖 7

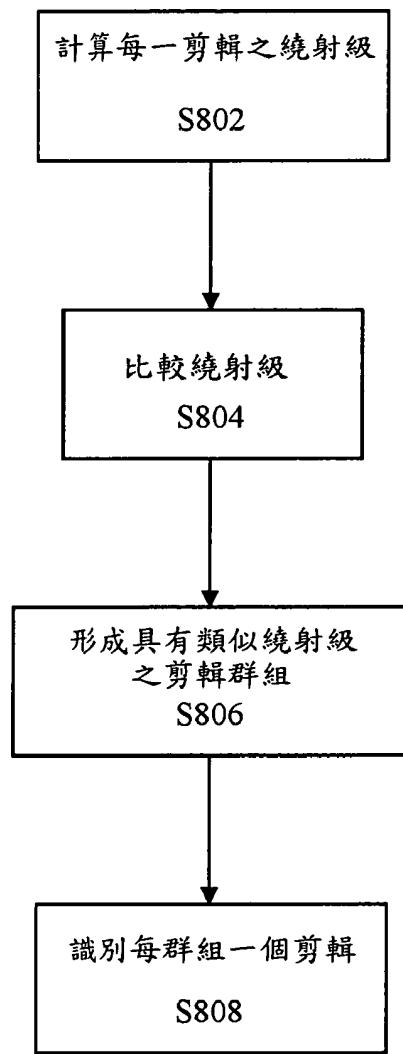


圖8





















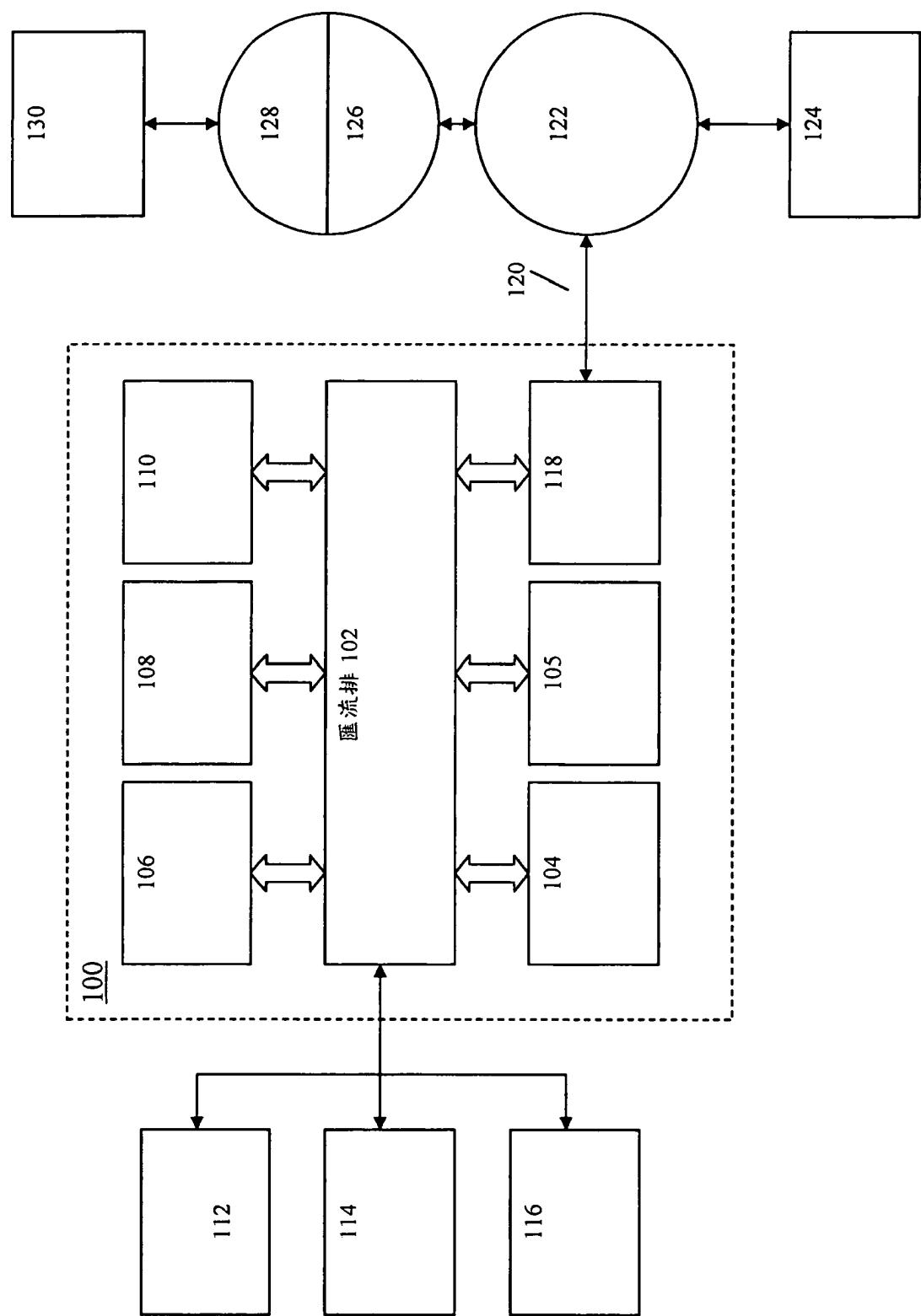
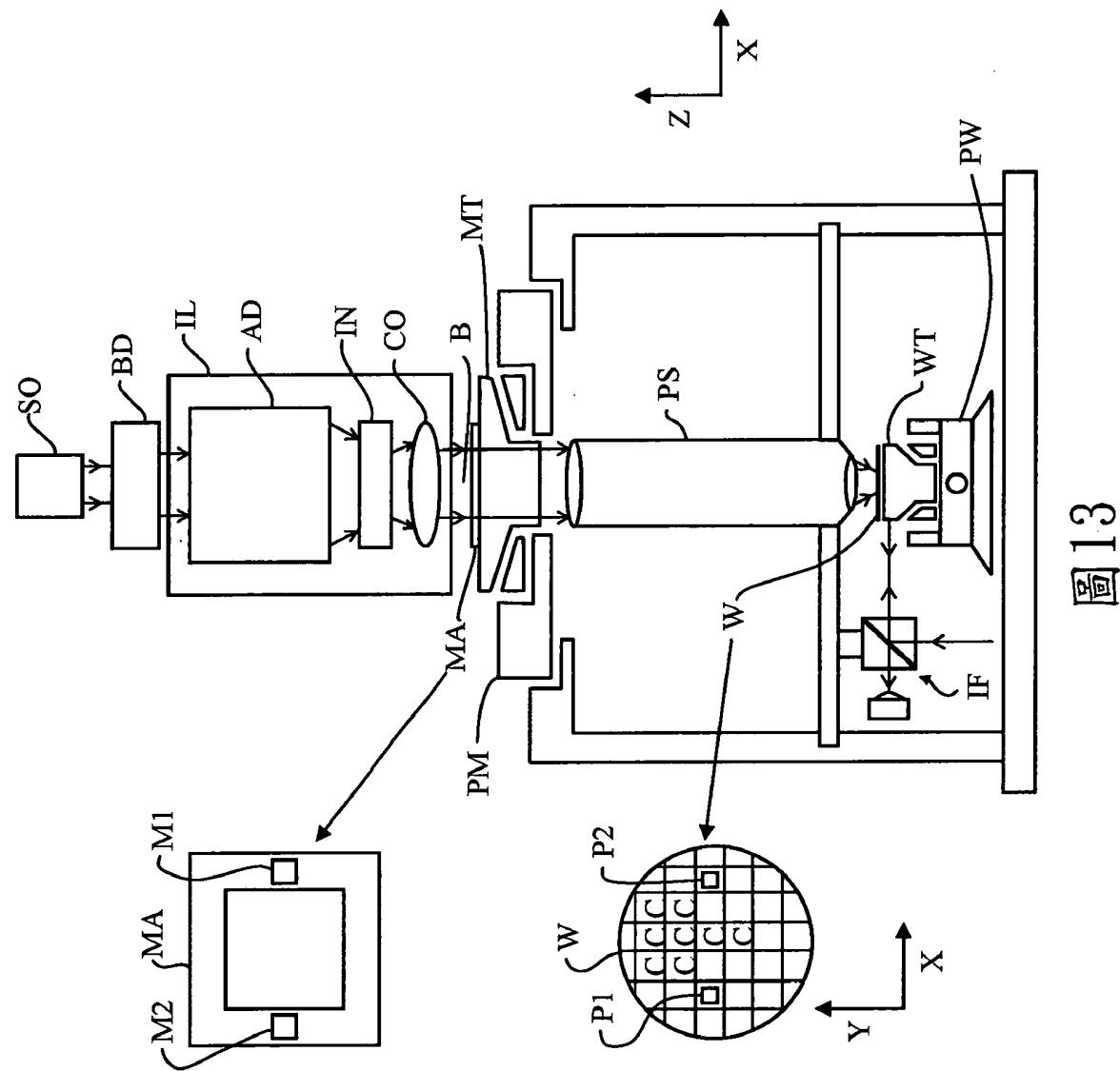


圖 12



四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第 (3) 圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

300 目標設計

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

103年3月13日修(更)正替換頁

人所知，舉例而言，模擬程序之結果在結果模組36中產生預測輪廓及CD。

更具體而言，應注意，在光學模型32中捕獲照明及投影光學儀器之屬性，光學模型32包括(但不限於)NA均方偏差( $\sigma$ )設定以及任何特定照明源形狀(例如，離軸光源，諸如環形、四極及偶極，等等)。亦可捕獲塗佈於基板上之光阻層的光學屬性(亦即，折射率、膜厚度、傳播及偏振效應)以作為光學模型32之部分。遮罩模型30捕獲比例光罩之設計特徵，且亦可包括遮罩之詳細物理屬性的表示，如(例如)美國專利第號7,587,704中所描述。最終，抗蝕劑模型34描述發生於抗蝕劑曝光、PEB及顯影期間之化學程序的效應，以便預測(例如)形成於基板晶圓上之抗蝕劑特徵的輪廓。模擬之目標係準確地預測(例如)邊緣置放及CD，其可接著與目標設計進行比較。目標設計通常被定義為OPC前遮罩佈局，且將以諸如GDSII或OASIS之標準化數位檔案格式加以提供。

在一典型高端設計中，幾乎每一特徵邊緣均需要某種修改，以便達成充分地接近於目標設計之經印刷圖案。此等修改可包括邊緣位置或線寬之移位或偏置以及「輔助」特徵之應用，「輔助」特徵不意欲印刷其自身，但將影響關聯主要特徵之屬性。此外，應用於照明源之最佳化技術可具有對不同邊緣及特徵之不同效應。照明源之最佳化可包括使用光瞳以將光源照明限於選定光圖案。本發明提供可應用於光源組態及遮罩組態兩者之最佳化方法。

一般而言，根據本發明之實施例的執行光源及遮罩最佳化(SMO)之方法藉由自待用於SMO中之全剪輯集合智慧地選擇小臨界設計圖案集合來實現全晶片圖案覆蓋，同時降低計算成本。僅對此等選定圖案執行SMO以獲得最佳化光源。接著，使用最佳化光源來最佳化用於全晶片之遮罩(例如，使用OPC及LMC (Lithography Manufacturability Check之縮寫，中譯為「微影可生產性檢測」))，且比較結果。若該等結果與習知全晶片SMO相當，則該程序結束，否則，提供用於反覆地收斂於成功結果之各種方法。

將結合圖3中之流程圖來解釋根據本發明之實施例的一實例SMO方法。

目標設計300(通常包含以諸如OASIS、GDSII等等之標準數位格式的佈局)(對於目標設計300，將最佳化一微影程序)包括記憶體、測試圖案及邏輯。自此設計，提取全剪輯集合302，其表示設計300中之所有複雜圖案(通常為約50個至1000個剪輯)。熟習此項技術者應瞭解，此等剪輯表示設計之如下小部分(亦即，電路、單元或圖案)：對於該等小部分，需要特定關注及/或驗證。

如以304大體上所展示，自全集合302選擇小剪輯子集306(例如，15個至50個剪輯)。如下文將更詳細地所解釋，較佳地執行剪輯之選擇，使得選定圖案之程序窗儘可能接近地匹配於全臨界圖案集合之程序窗。亦藉由總轉動運行時間(圖案選擇及SMO)縮減來量測選擇之有效性。

在308中，以選定圖案(15個至50個圖案)306來執行SMO。更特定而言，針對選定圖案306最佳化照明源。可

## 七、申請專利範圍：

1. 一種最佳化一微影程序的方法，該方法由一電腦實施並用於將一設計之一部分成像至一基板上，該方法包含：

自該設計之該部分選擇一圖案子集；

針對用於成像經選擇之該圖案子集之該微影程序最佳化一照明源，其中該最佳化該照明源之步驟包含由該電腦判定該照明源之一組態(configuration)，該組態可產生經選擇之該圖案子集之一所期望的影像；及

使用該最佳化照明源來最佳化用於在該微影程序中被成像之該設計之該部分，其中該最佳化該設計之該部分之步驟包含由該電腦判定該設計之該部分之哪些特徵(features)需要被修改以在使用經最佳化之該照明源時產生該設計之該部分之一所期望的影像。
2. 如請求項1之方法，其中該設計之該部分包含一完整晶片。
3. 如請求項1之方法，其中該設計之該部分包含剪輯，且其中選擇一圖案子集之該步驟包含：

自該設計識別一完整剪輯集合；

自該完整剪輯集合選擇一剪輯子集；

其中該最佳化步驟包含最佳化一照明源，其用於成像經選擇之該剪輯子集之微影程序；且

其中該使用步驟包含使用該最佳化照明源來最佳化用於在該微影程序中被成像之該完整剪輯集合。
4. 如請求項1、2或3之方法，其中該選擇步驟包括：

計算該設計之該部分中之圖案的繞射級分佈；

基於經計算之該等繞射級分佈而將該等圖案分群 (grouping) 成複數個群組；及

自該等群組中之每一者選擇一或多個代表性圖案以作為該圖案子集。

5. 如請求項1、2或3之方法，其中該選擇步驟包括：

識別該設計之該部分中之一或多個記憶體圖案；

針對該一或多個記憶體圖案預最佳化該照明源；

使用該預最佳化照明源來判定該設計之該部分中之潛在熱點 (hot spots)；及

基於經判定之該等潛在熱點來選擇該圖案子集。

6. 如請求項1、2或3之方法，其中該選擇步驟包括：

識別用於該微影程序之一原始照明源；

使用該原始照明源來判定該設計之該部分中之潛在熱點；及

基於經判定之該等潛在熱點來選擇該圖案子集。

7. 如請求項5之方法，其中該方法進一步包含以下一步驟：

計算一熱點之一嚴重性計分 (severity score)；及

選擇具有一預定義嚴重性計分之熱點，或選擇具有在一預定義嚴重性計分範圍內之一嚴重性計分之熱點。

8. 如請求項1、2或3之方法，其中該選擇步驟包括：

藉由設計類型而將該設計之該部分中之圖案分群成複數個群組；

依間距 (pitch) 及特徵類型而對每一群組中之該等圖案進行分類以判定每一群組中之一最佳圖案；及選擇每一群組中之該最佳圖案以作為該圖案子集。

9. 如請求項 1、2 或 3 之方法，其中該選擇步驟包括：
  - 識別該微影程序之一模擬模型；
  - 使用該模型來估計該設計之該部分中之圖案的程序參數敏感度；及
  - 基於經估計之該等程序參數敏感度來選擇該圖案子集。
10. 如請求項 1、2 或 3 之方法，其進一步包含：
  - 判定該最佳化圖案子集之一微影程序效能度量是否為可接受的；及
  - 若該經判定度量不為可接受的，則將具有潛在熱點之剪輯添加至該圖案子集且重複該等最佳化步驟。
11. 如請求項 1、2 或 3 之方法，其中最佳化該照明源之該步驟包括使用該微影程序、該照明源及該圖案子集之一模型來模擬一微影程序效能，以判定該效能是否為可接受的。
12. 如請求項 1、2 或 3 之方法，其中最佳化該設計之該部分之該步驟包括：基於該最佳化照明源而對該等圖案中之特定圖案執行光學近接校正。
13. 一種非過渡性電腦可讀儲存媒體，其經記錄有指令，該等指令在藉由一電腦讀取時使該電腦執行一如請求項 1 至 12 中任一項之最佳化一微影程序的方法，其用於將一

103年3月13日修(要)正替換頁

設計之一部分成像至一基板上。

14. 一種微影裝置，其包含：

一照明系統，其經組態以提供一輻射光束；

一支撑結構，其經組態以支撑一圖案化構件，該圖案化構件用以在該輻射光束之橫截面中向該輻射光束賦予一圖案；

一基板台，其經組態以固持一基板；及

一投影系統，其用於將該經圖案化輻射光束投影至該基板之一目標部分上；

其中該微影裝置進一步包含一處理器，該處理器用於組態該照明系統以根據如請求項1至12任一項之用於最佳化一微影程序的方法來產生最佳化照明源。

15. 一種用於自一微影裝置之一照明系統賦予一輻射光束的圖案化構件，該微影裝置經組態以用於經由一投影系統而將此經賦予光束投影至一基板之一目標部分上，其中該圖案化構件包含一設計之一經最佳化部分，其中該設計之該經最佳化部分係根據如請求項1至12任一項之最佳化一微影程序的方法加以判定。