



(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 I589986 B

(45) 公告日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 01 日

(21) 申請案號：101133649 (22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 09 月 14 日

(51) Int. Cl. : G03F1/36 (2012.01) G03F7/20 (2006.01)

(30) 優先權：2011/09/16 歐洲專利局 11181654.2

(71) 申請人：校際微電子中心 (比利時) IMEC (BE)

比利時

索尼股份有限公司 (日本) SONY CORPORATION (JP)

日本

(72) 發明人：岩瀨和也 IWASE, KAZUYA (JP)；迪比喬普 彼得 DE BISSCHOP, PETER (BE)

(74) 代理人：閻啟泰；林景郁

(56) 參考文獻：

TW	201124871A	CN	101004556A
CN	102135723A	US	2005/0273734A1
WO	2010/059954A2		

"SMO for 28-nm logic device and beyond: impact of source and mask complexity on lithography performance", By Seiji Nagahara et al., Proc. SPIE 7640, Optical Microlithography XXIII, Page(s):76401H-1 - 76401H-12 (March 12, 2010).

"SMO mask requirements for low k", By Seiji Nagahara et al., Proc. SPIE 7640, Optical Microlithography XXIII, Page(s):782310-1 - 782310-12 (March 12, 2010).

"Evaluation of lithographic benefits of using ILT techniques for 22nm-node", By Yi Zou et al., Proc. SPIE 7640, Optical Microlithography XXIII, Page(s):76400L-1 - 76400L-17 (March 12, 2010).

審查人員：吳彥華

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：10 共 44 頁

(54) 名稱

用於確定微影處理的微影處理條件的方法、系統、電腦程式產品、成套部件、電子裝置，及製造電子裝置的方法

METHOD, SYSTEM, COMPUTER PROGRAM PRODUCT, KIT FOR PARTS, AND ELECTRONIC DEVICE FOR DETERMINING LITHOGRAPHIC PROCESSING CONDITIONS FOR A LITHOGRAPHIC PROCESS, AND METHOD OF MANUFACTURING SAID ELECTRONIC DEVICE

(57) 摘要

本發明描述了用於確定微影處理的微影處理條件的方法和系統。在獲得輸入之後，在允許非矩形子解析度輔助特徵的條件下對於照明光源和遮罩設計進行第一優化。此後，在一個或多個進一步優化中優化遮罩設計，對於該一個或多個進一步優化僅允許矩形子解析度輔助特徵。後者導致良好的微影處理，同時限制了遮罩設計的複雜度。

A method and system are described for determining lithographic processing conditions for a lithographic process. After obtaining input, a first optimization is made for illumination source and mask design under conditions of allowing non-rectangular sub-resolution assist features. Thereafter, mask design is optimized in one or more further optimizations for which only rectangular sub-resolution assist features are allowed. The latter results in good lithographic processing while limiting the complexity of the mask design.

指定代表圖：

符號簡單說明：

300 . . . 方法

310-340 . . . 步驟

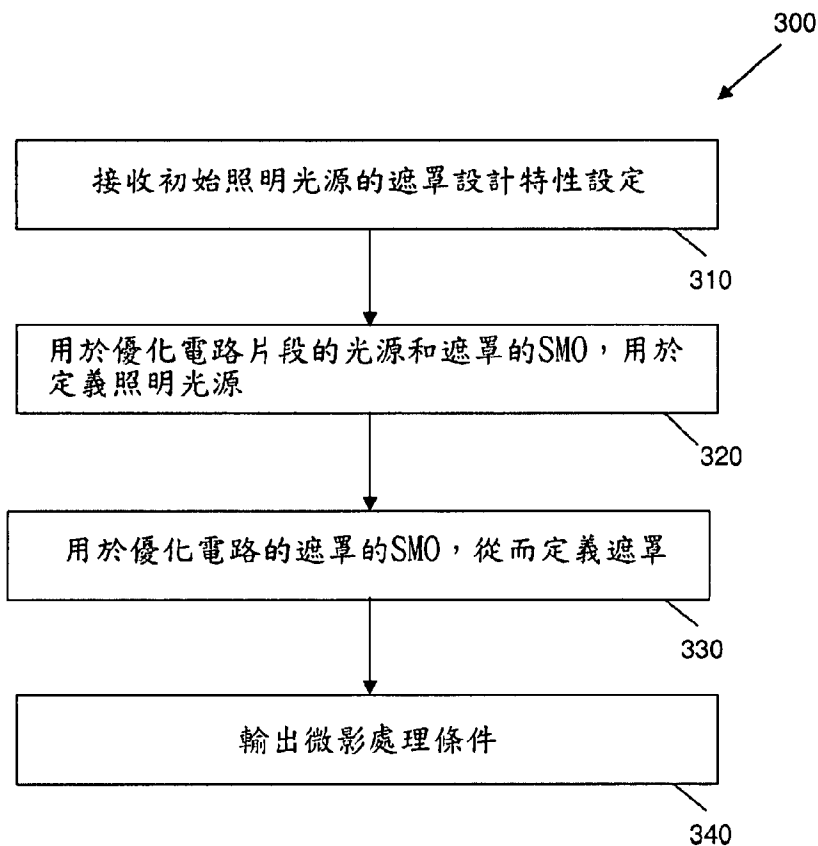


圖3

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 101133649

※申請日： 101.9.14

※IPC 分類： G03F 1/36 (2006.1)  
G03F 7/20 (2006.1)

一、發明名稱：(中文/英文)

用於確定微影處理的微影處理條件的方法、系統、電腦程式產品、成套部件、電子裝置，及製造電子裝置的方法

Method, system, computer program product, kit for parts, and electronic device for determining lithographic processing conditions for a lithographic process, and method of manufacturing said electronic device

二、中文發明摘要：

本發明描述了用於確定微影處理的微影處理條件的方法和系統。在獲得輸入之後，在允許非矩形子解析度輔助特徵的條件下對於照明光源和遮罩設計進行第一優化。此後，在一個或多個進一步優化中優化遮罩設計，對於該一個或多個進一步優化僅允許矩形子解析度輔助特徵。後者導致良好的微影處理，同時限制了遮罩設計的複雜度。

三、英文發明摘要：

A method and system are described for determining lithographic processing conditions for a lithographic process. After obtaining input, a first optimization is made for

illumination source and mask design under conditions of allowing non-rectangular sub-resolution assist features. Thereafter, mask design is optimized in one or more further optimizations for which only rectangular sub-resolution assist features are allowed. The latter results in good lithographic processing while limiting the complexity of the mask design.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖3。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

300：方法

310-340：步驟

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

## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明涉及光學微影的領域。更具體地，其涉及用於優化微影處理的方法和系統，優化微影處理諸如優化將被用於微影處理的光源照明、閾值和遮罩之類。

### 【先前技術】

光學微影是被用於微晶圓製造中的技術之一。其使用“刻線”，也被稱為“光遮罩”或“遮罩”，以在覆蓋於“晶圓”上的“光阻層”中形成特定圖案。這個遮罩包含圖案，當其圖像被投影在晶圓上時，在這個光阻層被化學地顯影後在光阻層中產生期望圖案。透過用特定波長和光源形狀照明遮罩在該光阻層上形成投影圖像。然後穿過遮罩的光由微影曝光工具的投影透鏡所捕捉，且這個透鏡在光阻層中形成遮罩圖案的圖像。遮罩其本身包括透光板，圖案已經被創建在該透光板一側上：這些圖案包括其中遮罩的透光性質相對於“未圖案化的區域”而修改的多邊形。作為例子，這些多邊形形狀遮罩圖案可包括吸收或衰減穿過其中的光的薄層。

然而光學-投影-微影的上述基本概念由兩個因素而被複雜化。形成在晶圓上的圖像的形狀絕不是遮罩上的圖案的形狀的相同副本，且隨著使用微影步驟的“技術節點”變得越來越高階，即，隨著需要被產生的圖案尺寸和圖案密度分別變得越小和越密（諸如例如低於 20nm 的節點），

這兩者之間的差異變得越大。遮罩圖像圖案 (mask-image-pattern) 和所投影的圖像圖案 (projected-image-pattern) 之間的差異的效應被稱為“光學鄰近效應”。由於很多年來，透過對遮罩圖案應用所謂“光學鄰近校正” (optical proximity correction, OPC) 來應對這個效應：有意將遮罩圖案製造地與想要形成在晶圓上的圖案不同，不過以此方式所投影的圖案變得更接近於期望的晶圓圖案。這個修改一般地暗指遮罩圖案的形狀 (多邊形) 以某個合適的方式被製成不同於期望的印刷的形狀，不過其也可暗指對遮罩圖案增加附加多邊形，該附加多邊形並不假定於晶圓上形成印刷圖案，不過某種程度上改進了假定印刷的多邊形的處理寬容度 (見下一個專案符號)。這些“額外的”遮罩多邊形經常被稱為“輔助遮罩特徵”、或“輔助特徵”。現在 OPC 已經成為多年來的標準技術，且如果給定了所預期的晶圓圖案，一些公司提供產生光學鄰近校正的遮罩圖案的軟體，以及在微影工具中遮罩將被曝光的方式的充分的細節。

使得光學-投影-微影變得更加複雜的第二個元素是晶圓圖案的保真度還受到微影處理中的瑕疵的存在 (不可避免地到一定程度) 的影響，它們中的一些被列於此處。所印刷的圖案形狀取決於被用於在晶圓上產生圖案的光量，所謂“照射劑量”或“劑量”。由於一般不可能準確地以理想劑量曝光，如，由於不可避免的機器或操作者誤差，微影者想要在具有充足量的“曝光寬容度 (EL)”的條件

下作業，此條件是可容忍相距理想劑量特定偏移量（一般被表達為劑量本身的百分比）的條件。形成圖像的微影投影透鏡具有所謂“最佳聚焦平面”，即空間中的一特定平面，在其中圖像並不是最“尖銳”且因此最接近所預期的圖像。如果晶圓沒有理想地相對於這個最佳聚焦平面而被定位，可以說這個晶圓“離焦”。由於一般不可能準確地定焦來曝光晶圓，如，由於不可避免的機器或操作者誤差，微影者想要在具有充足量的“焦點深度(DOF)”的條件下作業，此條件是可容忍相距理想平面特定偏移量（一般用指出實際晶圓平面相距理想平面多少奈米來表達）的條件。透過例如上述 OPC-軟體產生的遮罩圖案一般不可完美地在微影處理中所使用的實際光遮罩上實現：一般存在“遮罩誤差”，即，遮罩圖案與期望遮罩圖案在尺寸或形狀（或二者兼有）上有偏差。與期望的遮罩圖案的任何偏差（“遮罩誤差”）還導致晶圓圖案的偏差。由於一般不可能避免遮罩誤差，微影者想要在可容忍一定量遮罩誤差的條件下作業。

一般，需要找到微影處理條件，在該條件下對於遮罩誤差的足夠的 EL、DOF 和公差得以實現。相對於上述公差的微影處理的實際性能經常以被稱為“臨界尺寸均一性”的刻度而被量化，此可讀被簡稱為 CDU（用奈米來表達）。這個刻度表達了由於諸如曝光焦距或劑量或實際遮罩誤差之類的製程變化引起的晶圓圖像中的特定結構的尺寸將實際地變化（如，在所印刷的晶圓中或各晶圓之間）多少。

微影處理條件的優化然後表達為這個 CDU 刻度的最小化。此處一個重要的元素-儘管不是唯一的元素-是在微影曝光工具中所使用的照明光源形狀的選擇。

上述兩個因素現今一般透過執行所謂光源-遮罩優化（一般簡稱為“SMO”）來操作。這是其中照明光源和經 OPC 的遮罩被同時改變從而找出提供劑量、焦距及/或遮罩誤差的最佳可能、或至少充分公差（也稱為“處理餘量”）的光源-遮罩組合的計算處理。如果給定期望的晶圓圖像，以及其他輸入，諸如期望的處理餘量和在由用戶所允許的遮罩複雜度上定義限制的特定參數，一些軟體公司提供自動軟體來進行這樣的 SMO 計算。

這些遮罩複雜度限制構成最大化微影處理寬容度和成本之間的折衷。這可以如下理解：如果就遮罩圖案應該理想地看起來像什麼從而產生盡可能接近所要求圖像的圖像這一點做出計算，所得到的遮罩多邊形一般極為複雜，這意味著預期產生印刷圖像和輔助特徵的量、密度和形狀的遮罩多邊形的形狀非常複雜。這樣複雜的遮罩，即使可被製造，也是非常昂貴的，因為當需要被創建的多邊形數量增加、或如果個別的多邊形的形狀變得非常複雜時，遮罩成本增加。進一步，使用任意形狀的輔助特徵將導致非常大的遮罩文件，此文件是描述在遮罩上的所有圖案的精確形狀的文件，對此業界使用被稱為 gds 或 gds2 文件的標準文件格式。因此，OPC-或 SMO-軟體具有影響（限制）用戶樂於接受的解決方案的複雜度的多個數值參數，且對此軟

體的用戶必須選擇他認為合適的數值或設置。出現在最終遮罩方案中的輔助多邊形的實際複雜度進一步受到被稱為“遮罩規則驗證”的SMO計算的一組輸入參數的值或MRC參數的值的影響。這些參數（必須由運行該計算的人所設置）的實際值對每一個個別的遮罩多邊形的所允許的複雜度設置限制。作為例子，這些MRC參數對於遮罩多邊形的所允許的段長度設置最小值。允許非常複雜形狀的MRC參數組將被稱為“激進的”：具有這樣的激進MRC輸入參數集合的所印刷的圖像將大體上更接近期望的理想圖像，不過所得到的遮罩可能無法製造或非常昂貴。這是為什麼一般人們寧願運行具有更“緩和MRC”輸入參數的SMO軟體，導致有欠完美的印刷圖像不過輸出較為不複雜且因此更能被製造或更便宜的遮罩。

允許僅矩形輔助的決定限制遮罩成本，不過也經常導致較小的處理寬容度：很多情況是已知的，其中如果非矩形輔助特徵被允許，相比其中僅允許矩形輔助的情況，微影處理容忍度改進。更激進的輸入MRC參數還經常導致更大的處理餘量。

### 【發明內容】

本發明的實施例的目的在於提供用於確定微影處理條件的良好方法與系統。

本發明的實施例的優勢在於，可確定微影處理條件用於在允許遮罩中所用的子解析度（sub-resolution）輔助特

徵的低複雜度的同時提供具有良好焦點深度 (DoF) 性能的微影處理。本發明的實施例的優勢在於用於製造遮罩的製造投入和經濟成本可較低，同時仍然獲得具有良好 DoF 性能的微影處理。

本發明的實施例的優勢在於，可對於其中遮罩複雜度較低或被限制（即，例如僅矩形形狀的子解析度輔助特徵存在）的微影處理確定微影處理條件，同時該微影處理允許獲得與如果非矩形子解析度特徵也被允許在遮罩中的情況下類似或一樣的臨界尺寸均一性 (CDU)。

本發明的實施例的優勢在於可限制遮罩文件（定義了遮罩特徵和所用子解析度輔助特徵）的尺寸，同時獲得良好的微影處理。

以上目標由根據本發明的方法和裝置來實現。

本發明涉及用於確定微影處理的微影條件的方法，該方法包括：獲得照明光源和遮罩設計（該遮罩設計包括微影圖案）的特性；執行用於組合優化微影處理的照明光源特性和遮罩設計特性的第一優化，藉此對於所述第一優化，遮罩的非矩形子解析度輔助特徵被允許；從所述第一優化中確定一組經優化的照明光源特性；執行用於優化微影處理的遮罩設計特性的一個或多個進一步優化，藉此對於所述一個或多個進一步優化，所述遮罩設計的非矩形子解析度輔助特徵基本被排除，且藉此所述一個或多個進一步優化考慮所述一組經優化的照明光源特性；以及從所述一個或多個進一步優化中確定確定一組基本排除了非矩形

子解析度輔助特徵的經優化的遮罩設計特性。驚訝地發現，使用不允許非矩形子解析度輔助特徵的受限遮罩設計設置的同時使用在使用允許非矩形子解析度輔助特徵的非受限或較少受限遮罩設計設置時確定的照明光源條件來優化遮罩設計特性，提供了良好微影處理的微影處理條件（如，良好的 DoF、良好的 CDU），同時遮罩設計複雜度被限制。在參考基本排除了非矩形子解析度輔助特徵的情況下，這可稱為僅使用矩形子解析度輔助特徵。該方法可被電腦實現。

可考慮遮罩規則驗證設置來進行該一個或多個進一步優化，遮罩規則驗證設置表示至少在該一個或多個進一步優化中被允許的最複雜的遮罩設計特徵與在第一優化中被允許的最複雜的遮罩設計特徵相比複雜度較小，而執行該一個或多個進一步優化。本發明的至少一些實施例的優勢在於，相比為良好微影處理使用常規遮罩優化進行的遮罩設計中的遮罩特徵，不僅在最終遮罩設計中子解析度輔助特徵可較為不複雜，在最終遮罩設計中其他遮罩特徵也可較為不複雜。

可在僅作為遮罩設計一部分的優化片段（clip）上執行第一優化。本發明的至少一些實施例的優勢在於，可僅在遮罩的較小一部分上執行優化，因此允許在受限計算能力下的有效處理。

該一個或多個優化可包括優化微影處理的閾值。

執行該一個或多個優化可包括：執行用於優化微影處

理的閾值和遮罩設計特性的第二優化，藉此對於所述第二優化，基本排除了所述遮罩的非矩形子解析度輔助特徵的存在，且藉此第二優化考慮了一組經優化的照明光源特性；以及執行用於優化微影處理的遮罩設計特性的第三優化，藉此對於所述第三優化，基本排除了所述遮罩的非矩形子解析度輔助特徵的存在，且藉此第三優化考慮從第一優化確定的一組經優化的照明光源特性和從第二優化確定的經優化的閾值。本發明的至少一些實施例的優勢在於可在不同的優化步驟中優化所要選擇的照明光源、閾值和遮罩特性，允許用其各自的輔助-和遮罩規則驗證設置來優化每一個參數。至少一些實施例的優勢在於使用不同輔助-和遮罩規則驗證設置可允許優化照明光源、閾值和遮罩特性，從而使用該微影處理可獲得良好的 DoF 及/或 CDU 且同時可對微影處理使用具有有限複雜度的遮罩。

可在僅作為遮罩設計一部分的優化片段 (clip) 上應用執行第二優化。本發明的至少一些實施例的優勢在於，可僅在遮罩的較小一部分上執行優化，因此允許在有限的計算能力下的有效處理。

可對於整個遮罩設計應用執行第三優化。本發明的至少一些實施例的優勢在於可獲得為整個遮罩而確定的遮罩特徵。

微影處理可包括用於圖案化將被處理的圖案的不同部分的多個圖案化步驟。本發明的實施例可特別適用於多圖案化微影處理，因為在多圖案化中，子圖案一般在特徵之

間具有較寬的間距。換言之，使用多圖案化微影處理，更經常發生分立的圖案。由於這對於焦點深度餘量和 CD（關鍵尺寸）變化具有內在地負面的影響，如使用本發明的至少一些實施例獲得的用於改進焦點深度和 CD 均一性的策略對於多圖案化技術是有益的。

對於執行第一優化或一個或多個進一步優化中的每一個或任一個，可基於全抗蝕模型（full resist model）或空氣成像模型（aerial image model）中的任一個來使用光源-遮罩優化演算法。

本發明還涉及用於確定微影處理的微影處理條件的系統，該系統包括：用於獲得照明光源和遮罩設計（所述遮罩設計包括微影圖案和子解析度輔助特徵）的特性的輸入用具、處理用具，該處理用具被編程為：執行用於組合優化微影處理的照明光源特性和遮罩設計特性的第一優化，藉此對於所述第一優化，非矩形子解析度輔助特徵被允許，從所述第一優化中確定一組經優化的照明光源特性；執行用於優化微影處理的遮罩設計特性的一個或多個進一步優化，藉此對於所述一個或多個進一步優化，所述遮罩的非矩形子解析度輔助特徵的存在被基本排除，且藉此所述一個或多個進一步優化考慮了所述一組經優化的照明光源特性；以及從所述一個或多個進一步優化中確定一組基本排除了非矩形子解析度輔助特徵的經優化的遮罩設計特性。

處理用具可適於執行：用於優化微影處理的閾值和遮

罩設計特性的第二優化，藉此對於所述第二優化，基本排除了所述遮罩的非矩形子解析度輔助特徵的存在，且藉此第二優化考慮了一組經優化的照明光源特性；以及用於優化微影處理的遮罩設計特性的第三優化，藉此對於所述第三優化，基本排除了所述遮罩的非矩形子解析度輔助特徵的存在，且藉此第三優化考慮從第一優化確定的一組經優化的照明光源特性和從第二優化確定的經優化的閾值。

該系統可被實現為電腦程式產品，當在處理用具上執行時，用於執行上述方法之一。

本發明還涉及資料載體，用於存儲電腦程式產品，當在處理用具上執行該電腦程式產品時，用於執行上述方法之一。

本發明還涉及電腦程式產品的傳輸，當在處理用具上執行該電腦程式產品時，用於執行上述方法之一。

本發明進一步涉及在微影處理中使用的成套部件，該成套部件包括含有使用上述方法確定的照明光源特性的載體、以及根據使用相同方法確定的遮罩設計的遮罩。

本發明進一步涉及電子裝置，該電子裝置包括至少一個圖案化的層，該圖案化的層是使用根據用上述方法確定的微影處理條件的微影處理製成的。

本發明還涉及製造電子裝置的方法，該方法包括使用如上所述的用於確定微影處理條件的方法確定一組微影處理條件，該微影處理條件包括照明光源特性和遮罩特性、以及使用微影處理條件在半導體基板上曝光光阻層以形成

電子裝置。

本發明的實施例的優勢在於為提供具有良好焦點深度性能的微影處理可確定微影處理條件。

本發明的特別和優選方面在所附獨立和從屬申請專利範圍中闡述。從屬申請專利範圍中的技術特徵可以與獨立申請專利範圍的技術特徵相結合或適當地與其他從屬申請專利範圍中的技術特徵相結合，而不僅僅是其在申請專利範圍中明確闡明的那樣。

本發明的這些和其他方面從下文描述的實施例（多個）中將是顯而易見的且被說明的。

### 【實施方式】

雖然將關於具體實施例並參考特定附圖描述本發明，但是本發明不限於此而僅由申請專利範圍來限定。所描述的附圖只是示意性而非限制性的。在附圖中，出於說明目的，可將某些元素的尺寸放大且未按比例繪出。尺寸和相對尺寸並不對應於為實踐本發明的實際縮減。

此外，在說明書和申請專利範圍書中術語第一、第二等被用於在類似元素間加以區別，而沒有必要描述或時間或空間上的順序、或次序、或以其他方式。應該理解如此使用的這些術語在合適環境下可以互換，並且在此描述的本發明的實施方式能夠以除了本文描述或示出的之外的其他順序來操作。

另外，說明書中的術語頂部、之下等被用於描述目的

且並不必要描述相對位置。應該理解如此使用的這些術語在合適環境下可以互換，並且在此描述的本發明的實施方式能夠以除了此處描述或示出的之外的其他取向來操作。

要注意的是在申請專利範圍中所使用的術語“包括”，應該被解釋為顯示於下文所列的方式；其並不排除其他部件或步驟。因此其應被解釋為規定所涉及的所陳述的特徵、數位、步驟或元件的存在，但並不排除一個或多個其他特徵、數位、步驟或元件、或其組合的存在。因此，表述“包括用具 A 和 B 的裝置”的範圍不應被限制為僅包括元件 A 和 B 的裝置。它意味著相對於本發明，裝置中相關的元件僅是 A 和 B。

整個說明書中對“一個實施例”或“一實施例”的引用意味著結合該實施例描述的特定特徵、結構或特性被包括在本發明的至少一個實施例中。因此，在整個說明書各處出現的短語“在一個實施例中”和“在實施例中”不一定都指同一個實施例，不過有可能。進一步，可以任何合適方式組合在一個或多個實施例中的特定特徵、結構或特性，如從本公開中對本領域技術人員而言顯而易見的那樣。

類似地，應理解，在本發明的示例性實施例的描述中，為了有效闡明本公開並幫助理解各創新性方面的一個或多個方面的目的，本發明的各種特徵優勢被集中在單個實施例、附圖或描述中。然而，此公開方法不應被解釋為反映所要求保護的發明要求比每個申請專利範圍中明確陳述的更多特徵的意圖。相反，如下面的申請專利範圍所反映的，

本發明的方面在於少於上述單個所公開的實施例的所有特徵。從而，據此將所附申請專利範圍直接地結合進詳細描述中，其中每個申請專利範圍獨立地代表本發明的一個單獨的實施方式。

進一步，儘管此處描述的一些實施例包括在其他實施例中包括的一些特徵而沒有其他實施例中包括的其他特徵，不同實施例的特徵的組合意圖落在本發明的範圍內，且形成不同實施例，正如本領域技術人員所理解的那樣。例如，在之後的申請專利範圍中，所要求保護的實施例中的任意可被以任意組合使用。

在此處提供的描述中，闡明了數量眾多的具體細節。然而，可理解的是本發明的實施例可沒有這些具體細節而被實踐。在其他實例中，眾所周知的方法、結構、和技術沒有被詳細地示出，為的是不妨礙對於本說明書的理解。

其中在下文討論的實驗和根據本發明的實施例中，參照了子解析度輔助特徵 (SRAF)，參照了被添加至遮罩且允許修正光學鄰近誤差 (如果應用了完全地基於要圖案化的特徵的遮罩，則引入該光學鄰近誤差) 的特徵。一般存在兩種類型的輔助特徵。第一種類型是形狀一般為矩形的矩形子解析度輔助特徵。第二種類型是非矩形子解析度輔助特徵 (SRAF)，除了任選的矩形特徵外，其還包括非矩形的 SRAF 部分。這些還被稱為自由形式 SRAF。一般而言，輔助特徵可以是任何形狀的物件，例如具有任意多數量頂點的多邊形。在一些實施例中，可將這樣的非矩形 SRAF

限制為多邊形的 SRAF 且甚至限制為其中所用角度被限為  $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$  或  $270^\circ$  的角度的多邊形 SRAF，本發明的實施例並不限於此處所列。以說明的方式，本發明的實施例並不限於此，矩形 SRAF 校正（A 部分）和用於雙圖案化的非矩形 SRAF（B 部分）校正的示圖被圖示於圖 1 中。黑色部分表示子解析度輔助特徵，而陰影部分表示原始圖案特徵。如已知，雙圖案化中非矩形 SRAF 的使用充分增加了焦點深度（DoF），不過也充分增加了遮罩文件大小（GDS）。

在本發明的實施例或實驗中，參照了光源-遮罩優化（SMO）、參照了用於優化照明光源和遮罩的技術。該優化可對於照明光源的不同邊緣和特徵具有不同效果。例如其可對於光源形狀或照明圖案有效果。例如其還包括使用射光孔來限制光源照明至所選照射圖案。優化遮罩可對於遮罩的不同特徵和邊緣有效果。例如其可包括改變或偏置邊緣位置或線寬以及輔助特徵應用，該輔助特徵並不意在印刷其本身而將影響將被印刷的相關聯的圖案特徵的性質。SMO 一般還包括閾值的優化。在本發明的實施例中，參照了閾值、參照了照明亮度或被用於照明的劑量，且在這些參數上被照射的光阻劑將被改變從而可導致圖案的形成。所使用的閾值直接影響可獲得的關鍵尺寸。

其中在根據本發明的實施例中，參照了常規 SMO 流程或標準 SMO 流程，參照了一般根據圖 2 所示方法執行的 SMO 優化。在圖 2 中示出了這樣的常規 SMO 流程 200 的關鍵部分。在第一步驟 210 中，在電路部分（如，SRAM 單元）

上實現光源遮罩優化，從而定義光源和遮罩形狀。在這個步驟中所使用的圖案並不一定被限制在諸如 SRAM 單元之類的一個電路部分上，還可使用其中的例如來自邏輯電路塊的其他部分或其組合。在下一個步驟 220 中，在邏輯圖案上進行遮罩優化 (MO)，這部分有必要與光學鄰近校正 (OPC) 一致。遮罩形狀的結果應該被考慮在遮罩可製造性中。因此，一般在緩和的遮罩限制規定 (MRC) 下且使用矩形 SRAF 來執行 SMO 和 MO 優化，因為對於非矩形 SRAF，DGS 遮罩文件大小一般變得很大。如果較大的 GDS 文件大小和複雜的遮罩並不是太限制性的，也可用更為激進的遮罩限制規定並使用非矩形 SRAF 來執行常規 SMO 流程。

在第一方面，本發明涉及用於確定微影處理的微影處理條件的方法。該方法特別適用於圖案化較小的圖案。在多圖案化處理中使用該方法可能是有利的，諸如例如在雙圖案化微影處理中，但是本發明的實施例並不限於此。使用光源-遮罩優化 (SMO) 的演算法。本領域中已知執行 SMO 的不同演算法，且本發明的實施例可利用每一個這樣的演算法。可使用的 SMO 演算法的示例被描述在國際專利公開 WO2010/059954 A2 中，但是本發明的實施例並不限於此。光源遮罩優化的演算法一般可利用光學成像模型類比。例如，SMO 優化可利用空氣成像模型或全抗蝕模型，本發明的實施例並不由所用特定模型而限制。進一步，本發明的實施例使用不同的優化步驟。在每一個步驟中，可使用相

同或不同的 SMO 演算法，使用諸如空氣成像模型或全抗蝕模型之類的相同或不同的光學成像類比模型。對於一些 SMO 步驟，光源條件是固定的，例如在之前的步驟中被確定。在這樣的條件下，演算法還可被稱為遮罩優化演算法（MO）。根據本發明的實施例的方法包括獲得將要被優化的光源和遮罩設計的特性的步驟。遮罩設計特性或遮罩設計藉此包括初始圖案。遮罩設計特性還可包括將被定義的一組子解析度輔助特徵或者輔助特徵可在將被執行的優化步驟過程中被引入。在獲得初始設置後，執行第一優化用於微影處理的照明光源特性和遮罩設計特性的組合優化。根據本發明的實施例，執行第一優化以使得遮罩的非矩形子解析度輔助特徵被允許。如上所述，可對於這個優化使用一般的 SMO 演算法，本發明的實施例並不限於此。例如，該優化可基於全抗蝕模型和基於空氣成像模型。一般可在作為要被優化的遮罩設計的僅一部分的優化片段上進行第一優化，但本發明的實施例並不限於此。從這個第一優化中，確定了一組經優化的照明光源特性和一組經優化的遮罩設計特性，不過僅該組經優化的照明光源特性被維持且將在該方法中被進一步使用。

此後，執行一個或多個進一步優化的步驟，用於優化微影處理的遮罩設計特性來。可在單個步驟或在不同優化（如，如果諸如例如閾值之類的其他參數也要被優化）中進行這個優化。對於這些一個或多個進一步優化，在第一優化中所確定的該組經優化的照明光源特性被用作固定的

光源特性，而不允許這些照明光源特性的進一步變化。如上所述，所用演算法可與第一優化中所用是一樣的或不同的演算法。可以是基於全抗蝕模型的演算法和基於空氣成像模型的演算法。在用於優化遮罩設計特性的一個或多個進一步優化中，基本排除了遮罩設計的非矩形子解析度輔助特徵的存在。進一步，遮罩規則驗證設置可被設置為使得允許較為不複雜的遮罩設計特徵。這些優化將導致比使用第一優化獲得的遮罩設計較為不複雜的遮罩設計，不過令人驚喜的是具有獲得良好焦點深度（DoF）的優勢，與執行在允許非矩形子解析度輔助特徵的情況下的照明光源和遮罩的優化時獲得的一樣良好。從這些一個或多個進一步優化中，確定了一組經優化的遮罩設計特性，藉此對於該遮罩設計特性，基本排除了非矩形子解析度輔助特徵。可對於全部遮罩設計而進行這些一個或多個優化。通過說明的方式，根據本發明的實施例的示例性方法被圖示於圖 3 中。該示例性方法包括獲得 310 照明光源和遮罩設計的初始設置。在定義光源 320 和定義閾值與遮罩 330 的優化步驟之間的分隔允許使用關於子解析度輔助特徵的不同條件，即允許使用允許非矩形子解析度輔助特徵的遮罩特性來定義光源且允許使用不允許非矩形子解析度輔助特徵的條件來定義遮罩特性和閾值。如下文實驗結果中所示的，這導致如下優勢：獲得導致良好焦點深度的微影處理條件的同時，限制遮罩設計複雜度和存儲遮罩特性的文件的遮罩設計文件大小。

該方法還包括經由輸出埠通過顯示或以任何其他方式輸出 340 如上確定的微影處理條件，至資料載體。所提供的輸出是微影處理條件，包括有關在微影處理過程中將被使用的照明光源的資訊、以及在光學微影處理中所用的遮罩設計。

根據本發明的實施例的方法有利之處在於是至少部分地由電腦實現的。例如，至少其中應用優化演算法的優化步驟可以電腦實現的方式進行。在一些實施例中，該方法可以是全部由電腦實現的。

在一些實施例中，該一個或多個進一步優化還包括微影處理的閾值的優化。後者可在單獨步驟中被執行或者與遮罩特性的優化步驟相組合。

在一個實施例中，在定義照明光源特性的優化步驟之後，在單個優化步驟中執行閾值和遮罩設計特性的優化。然後可在全部遮罩設計上（即，對於全部電路）進行後者，從而獲得全部遮罩設計的優化。在這樣的實施例中，在同一個步驟中定義了閾值和遮罩設計特性。根據本發明的實施例，在排除了非矩形子解析度輔助特徵同時執行該優化。

在一些實施例中，在分開的優化步驟中執行閾值和遮罩設計的優化。因此該一個或多個優化步驟可包括在排除了非矩形子解析度輔助特徵的情況下並使用在第一優化中定義的照明光源設置來用於優化閾值和遮罩設計的第二優化步驟。從該第二優化步驟中，至少閾值設置被定義。任選地，還可定義遮罩設計特性的一部分，例如，可定義對

於作為電路遮罩設計僅一部分的電路片段所獲得的那些特性。然後，所定義的閾值，且任選地還有遮罩設計特性的一部分，可用作為第三優化步驟的固定值，其中在第三優化步驟中對於整個遮罩設計（即，對應於整個電路）而確定進一步遮罩設計特性的遮罩設計特性。

在本發明的特定實施例中，除了排除或允許非矩形子解析度輔助特徵，還在不同優化之間不同地選擇遮罩規則驗證設置。遮罩規則驗證設置或遮罩規則驗證參數（MRC）是對於每一個獨立遮罩多邊形所允許的複雜度設置極限的參數。作為示例，這些 MRC 參數可對於遮罩多邊形的所允許的段長度（segment length）設置最小值。允許非常複雜形狀的 MRC 參數組將被稱為“激進的”：具有這樣的激進一組 MRC 輸入參數的所印刷的圖像形狀將大體上更接近期望的理想圖像，不過所得到的遮罩更為複雜且可能難以製造及/或非常昂貴。緩和的 MRC 設置導致較不完美的所印刷圖像，但是輸出較為不複雜且因此更可製造或不昂貴的遮罩。根據本發明的實施例，可選擇遮罩規則驗證設置，使得至少在一個或多個進一步優化中被允許的最複雜的遮罩設計特徵與在第一優化中被允許的最複雜的遮罩設計特徵相比複雜度較小。

根據本發明實施例的優勢在於，可在其中排除了非矩形子解析度輔助特徵的條件下確定閾值設置，因為這樣允許具有良好的 DoF，優於使用其中非矩形子解析度輔助特徵被排除的常規 SMO 流程所獲得的 DoF。

仍如上所述，可使用基於同一個或不同類比模型（如使用空氣成像模型或全抗蝕模型）的 SMO 優化演算法執行不同的優化。

圖 4 示出使用僅允許矩形 SRAF 的常規流程（A 流程）、使用允許非矩形 SRAF 的常規流程（B 流程）、以及使用根據本發明的 SMO 流程（C 流程）而產生的 SRAM 圖案的示例。可見，對於根據本發明的實施例的 SMO 流程，SRAF 的數量充分多於流程 A 且 SRAF 的佈局大體上更接近於允許非矩形 SRAF（流程 B）的常規流程。如從圖 5 中可推出的，對於僅具有矩形 SRAF 的常規流程和對於根據本發明的實施例的 SMO 流程的 NILS 的比較顯示，對於最佳焦距和散焦條件在 NILS 上都存在明顯優勢。圖 5 示出在圖 4 所示的切割線上的歸一化圖像對數斜率（NILS）。

以說明的方式，多個可能的 SMO 流程的主要步驟被圖示於圖 6 中，說明了根據本發明的實施例的不同可能流程的一些示例。

在一個方面，本發明還涉及用於確定微影處理的微影處理條件的系統。該系統可特別適用於執行如上所述地根據本發明的第一方面的方法，儘管實施例並不限於此。該系統可被電腦實現。這樣的電腦實現可以是軟體實現、硬體實現的或者兩者組合。以說明的方式，本發明的實施例並不限於此，根據本發明的實施例的示例性系統被圖示於圖 7 中，說明這樣的系統的標準和任選特徵。該系統 700 包括用於獲得照明光源和遮罩設計的特性的輸入用具

710。特性一般包括將被實現的微影圖案。還可為進一步優化定義子解析度輔助特徵，或者這些輔助特徵可在優化同時被引入，則並不是遮罩設計特性的一部分。一般以電子資料格式獲得輸入。

該系統進一步包括處理用具。藉此，處理用具 720 被編程為執行第一優化用於組合優化微影處理的照明光源特性和遮罩設計特性。處理用具 720 進一步被編程為執行第一優化以使得遮罩的非矩形子解析度輔助特徵被允許。

處理用具 720 還被編程為用於從第一優化中確定一組經優化的照明光源特性。

處理用具 720 還被編程為執行一個或多個進一步優化用於優化對於微影處理的遮罩設計特性，藉此對於該一個或多個進一步優化，基本排除所述遮罩的非矩形子解析度輔助特徵的存在。該一個或多個進一步優化藉此考慮所述一組經優化的照明光源特性。

處理用具 720 還被編程為從該一個或多個進一步優化中，確定基本排除了非矩形子解析度輔助特徵的一組經優化的遮罩設計特性。處理用具 720 可進一步被適於為不同優化步驟考慮不同遮罩規則驗證設置。

為了執行上述流程，處理用具 720 可包括用於定不同動作時序的控制器 722。進一步，處理用具 720 還可包括 SMO 優化模組 724，其被適於執行考慮了所提供的特定設置（如，為特定類比而提供的特定設置）的 SMO 優化。這些特定設置可從用戶輸入獲得或可從控制器 722 獲得。這

樣的設置可以是確定遮罩複雜程度的設置、確定非矩形子輔助特徵是否被接受的設置，表達圖案特徵所允許的複雜程度的遮罩規則驗證設置，等。SMO 優化模組 724 可以是本領域技術人員所知的任何合適的光源遮罩優化模組。其可基於特定模型，諸如例如空氣成像模型或全抗蝕模型、或其可適於選擇感興趣的模型。該系統進一步包括輸出用具，用於輸出將要使用的微影處理條件。這樣的微影處理條件一般包括照明光源特性和遮罩設計特性，且可被輸出為電子資料、被顯示、等。進一步的系統元件可以是適於執行在第一方面中所描述的用於確定微影處理條件的方法的步驟的一個、多個、或一部分的任何元件。

在另一方面，本發明還涉及電腦程式產品，當在處理用具上執行該電腦程式產品時，執行在第一方面中所述的方法之一。該電腦程式產品可在處理系統上實現，該系統包括耦合至記憶體子系統的至少一個可編程處理器，而該記憶體子系統則包括至少一種形式的記憶體，例如 RAM、ROM 等。注意到處理器或多個處理器可以是通用目的或專用目的處理器，並且可以包含在一裝置內，諸如具有執行其他功能的其他元件的晶圓。於是，本發明實施例的一個或多個方面可以實現於數位電子電路中，或電腦硬體、固件、軟體中，或它們的組合中。該處理器可適於執行用於確定微影處理條件的方法、或可包括用於執行這樣的方法的指令。該處理器可包括具有至少一個盤驅動器及/或 CD-ROM 驅動器及/或 DVD 驅動器的存儲子系統。在某些實

現中，可包括顯示系統、鍵盤或指向裝置，作為用戶介面子系統的一部分，供用戶手動輸入資訊。也可以包括用於輸入和輸出資料的埠。可包括更多部件，諸如網路連接、到各裝置的介面、等。處理系統的各部件可被以各種方式耦合，包括經由匯流排子系統。記憶體子系統的記憶體可有時保持一組指令的部分或全部，當在處理系統上執行該組指令時，實現上述方法實施例的步驟。儘管這樣的處理系統是先前技術，包括實現如上所述本方法的指令的系統並不是先前技術。

該電腦程式產品可被有形地體現在載體介質中，該介質攜載有由可編程處理器執行的機器可讀代碼。因此本發明涉及攜載電腦程式產品的載體介質，當電腦程式產品在計算用具上被執行時，提供根據如上所述任意方法用於執行微影處理條件的確定的指令。術語“載體介質”是指參與向執行的處理器提供指令的任何介質。這樣的介質可採取許多形式，包括但不限於非易失性介質和傳輸介質。非易失性介質可包括例如光碟或磁片，諸如作為大容量存儲一部分的存儲裝置。電腦可讀介質的通常形式包括 CD-ROM、DVD、柔性盤或軟碟、磁帶、記憶體晶圓或盒或電腦可讀的任何其他介質形式。電腦可讀介質的各種形式可用於將一個或多個指令的一個或多個序列載入處理器以供執行。電腦程式產品還可以經由諸如 LAN、WAN 或因特網之類的網路內的載波傳輸。傳輸介質也可以採用聲波或光波的形式，諸如那些在無線電波和紅外資料通信期間生

成的波。傳輸介質包括同軸電纜、銅導線和光纖，這包括含有電腦內匯流排的各類導線。

在進一步的方面中，本發明還涉及在微影處理中使用的成套部件。該成套部件包括含有資料的載體（該資料包括使用在第一方面中所述的方法而確定的照明光源特性），以及根據使用同一個方法確定的遮罩設計的遮罩。

在又一個方面中，本發明還涉及電子裝置，其中該電子裝置包括至少一個圖案化的層，該圖案化的層是使用根據在第一個方面中所述方法確定的微影處理條件的微影處理製成的。

在又一個方面中，本發明涉及用於製造電子裝置的方法，該方法包括使用在第一方面中所述方法確定一組微影處理條件，且此後使用該微影處理條件在半導體基板上曝光光阻劑，用於形成電子裝置。更具體地，該方法包括；獲得照明光源和遮罩設計（遮罩設計包括微影圖案和子解析度輔助特徵）的特性；執行用於組合優化微影處理的照明光源特性和遮罩設計特性的第一優化，藉此所述第一優化非矩形子解析度輔助特徵被允許；從所述第一優化中確定一組經優化的照明光源特性；執行用於優化微影處理的遮罩設計特性的一個或多個進一步優化，藉此所述一個或多個進一步優化所述遮罩的非矩形子解析度輔助特徵的存在被基本排除且藉此所述一個或多個進一步優化考慮了所述一組經優化的照明光源特性；以及從所述一個或多個進一步優化中確定了基本排除了非矩形子解析度輔助特徵的

一組經優化的遮罩設計特性。該方法進一步包括使用由此獲得的微影處理條件在半導體基板上曝光光阻劑。

以說明的方式，本發明的實施例並不限於此，上述原理的特徵和優勢將通過實驗結果進一步說明。使用光源-遮罩優化和使用 Tachyon-SMO<sup>TM</sup> 的基於模型的子解析度輔助特徵替換來進行實驗。實驗中所用的電路圖案是靜態隨機存取記憶體 (SRAM) 單元和邏輯標準單元。前者是 6-電晶體 SRAM，其被設計為實現高圖案密度。後者是 4-標準單元、正反器、全加法器、反相器與反及 (nand) 的組合。兩者均被設計在 28、22 和 20nm 節點上。邏輯單元中的接觸孔的總數約 250。雙圖案化的圖案分割在 22 和 20nm 單元上被實現。

在不同的實驗中，利用估算的 CDU 與目標 CDU 進行比較。使用由 Tachyon-SMO<sup>TM</sup> 提取的微影輪廓 (lithography contour) 估算 CDU。仿真條件列在表 1 中。

專案	子專案	條件
圖案化條件	不可用 (NA)	1.35
	晶圓堆疊	裝置堆疊
遮罩	膜類型	6% 衰減的 PSM
	MRC	15 nm (矩形 SRAF) 5 nm (自由形式 SRAF)
	遮罩色調	清晰視野 (假設負色調顯影)
SMO	抗蝕模型	有污點的空間成像
	SRAF	矩形、自由形式
處理誤差估算	遮罩 CD	+/-2 nm
	劑量	+/-3%
	焦距	+/-50 nm

CDU 估算流程如下：首先，用 SRAM 單元佈局定義光源形狀。在第二步驟，用在前一個步驟中定義的光源完成遮罩優化。在第三步驟，從所仿真的輪廓中提取 CD。使用/不使用所假設的處理誤差執行提取。總共，7 種類型的 CD 資料組被提取，諸如 (1) 標稱條件、(2)，(3) 焦距偏移 (+/-50 nm)，(4)，(5) 劑量偏移 (+/-3%) 以及 (6)，(7) 遮罩誤差 (+/-2 nm)。最終，通過計算這些 CD 的 3-sigma 來估算 CDU。

在第一個實驗中，對特定電路佈局應用光源-遮罩優化方法。首先對於使用矩形子解析度輔助特徵的常規流程和根據本發明的實施例的流的 22nm 節點比較 DoF。圖 8 示出在邏輯佈局的 250 個接觸孔中在 6% 曝光寬容度 (EL) 處的 DoF 的直方圖。可見，根據本發明的實施例的方法在 DoF

方面明顯優於使用矩形子解析度輔助特徵的常規流程。

臨界尺寸均一性 (CDU) 和 GDS 文件的大小被比較且被圖示於圖 9 中。評估了光源-遮罩優化的三種類型：具有矩形 SRAF 的常規流程 (1)、具有非矩形 SRAF 的常規流程 (2)、以及根據本發明的實施例的流程 (3)。圖 9 示出：根據本發明的實施例的流程實現了與具有非矩形 SRAF 的常規流程可比較的 CDU 大小。更準確地，使用具有非矩形 SRAF 的常規流程的 SMO 優化和使用根據本發明的實施例的流程的 SMO 優化，相比使用矩形 SRAF 的常規流程，各自提供了達 10% 和 9% 的更小的 CDU 性能。根據本發明的實施例的流程的 GDS 大小維持在與具有矩形 SRAF 的常規流程一樣的大小。更特定地，相比這個常規流程的 GDS 大小的增加量據發現為，對於具有自由形式 SRAF 的常規流程是 25%，且對於根據本發明的實施例的流程是 0%。因此，使用根據本發明的實施例的流程克服了 CDU 與遮罩複雜度之間的折衷。

在第二個實驗中，對於在 20nm 節點的邏輯電路的微影處理，測試根據本發明的實施例的流程。

在 20nm 節點，CDU 劣化明顯大於在 22nm 處。調查發現，主要原因是在其中圖案分隔發生衝突的點處的處理可變性。為解決這一點，除了遮罩佈局的改變之外，據發現再次改變 SMO 流程引起 CDU 上的有利效果同時限制了 GDS 文件大小。在圖 10 中，對使用矩形 SRAF 的常規流程 (1)、使用非矩形 SRAF 的常規流程 (2) 和根據本發明的

實施例的 SMO 流程 (3) 而示出 CDU 和文件大小。在圖 10 中可見，相比具有矩形 SRAF 的常規流程，CDU 顯著較好，同時 GDS 文件大小僅略微增加。換言之，20nm 節點獲得的結果類似於為 22nm 節點獲得的結果。

從上述示例中，可見應用根據本發明的實施例的光源-遮罩優化流程導致 CDU 改進，且沒有關於遮罩可製造性的負面影響。

### 【圖式簡單說明】

圖 1—先前技術，示出矩形 (A 部分) 和非矩形 (B 部分) 子解析度輔助特徵。這樣的特徵還可被有利地用在本發明的實施例中。

圖 2—先前技術，示出常規的光源-遮罩優化流程，如已知的先前技術一樣。

圖 3 示出根據本發明的實施例用於確定微影處理條件的方法。

圖 4 示出使用僅允許矩形 SRAF 的常規流程 (A 流程)、使用允許非矩形 SRAF 的常規流程 (B 流程)、以及使用根據本發明的 SMO 流程 (C 流程) 而產生的 SRAM 圖案的比較示例。

圖 5 示出對於僅允許矩形 SRAF 的常規流程和對於根據本發明的實施例的流程的在如圖 4 中所示的 SRAM 圖案的示例中所示的切割線 (cut line) 上的歸一化圖像對數斜率 (NILS)。

圖 6 示出多個實例，根據本發明的實施例，其中示出了 SMO 流程的主要步驟。

圖 7 示出根據本發明的實施例用於確定微影處理條件的系統。

圖 8 示出對於使用矩形 SRAF 的常規流程和對於根據本發明的流程的邏輯佈局的 250 個接觸孔在 6% 曝光寬容度 (EL) 下的 DoF 的直方圖。

圖 9 示出對於不同 SMO 流程的臨界尺寸均一性 (CDU) 和 GDS 文件的大小，示出根據本發明的實施例的優勢。

圖 10 示出對於 20nm 節點，對於不同 SMO 流程的臨界尺寸均一性 (CDU) 和 GDS 文件的大小，結合對於不同 SMO 流程的相應遮罩設計，示出根據本發明的實施例的優勢。

附圖只是示意性而非限制性的。在附圖中，出於說明目的，將某些元素的尺寸放大且未按比例繪出。

申請專利範圍中的任何參考標記不應被認為限制範圍。

在不同附圖中，相同參考標記涉及相同或相似的部件。

#### 【主要元件符號說明】

200：常規 SMO 流程

210-220：步驟

300：方法

310-340：步驟

700：系統

710：輸入用具

720：處理用具

722：控制器

724：SMO 優化模組

## 七、申請專利範圍：

1. 一種用於確定微影處理的微影處理條件的方法 (300)，所述方法 (300) 包括：

獲取 (310) 照明光源和遮罩設計的特性，所述遮罩設計包括微影圖案，

執行用於組合優化所述微影處理的至少所述照明光源特性和所述遮罩設計特性的第一優化 (320)，藉此對於所述第一優化，所述遮罩的非矩形子解析度輔助特徵 (130) 被允許，

從所述第一優化中確定一組經優化的照明光源特性，

執行用於優化所述微影處理的所述遮罩設計特性的一個或多個進一步優化 (330)，藉此對於所述一個或多個進一步優化，所述遮罩設計的非矩形子解析度輔助特徵 (130) 的存在被排除，且藉此所述一個或多個進一步優化考慮了所述一組經優化的照明光源特性，而不允許這些照明光源特性的進一步變化，以及

從所述一個或多個進一步優化中確定一組排除了非矩形子解析度輔助特徵 (130) 的經優化的遮罩設計特性。

2. 如申請專利範圍第 1 項的方法 (300)，其中，執行所述一個或多個進一步優化 (330) 包括：考慮遮罩規則驗證設置，所述遮罩規則驗證設置表達：至少在所述一個或多個進一步優化中被允許的最複雜的遮罩設計特徵是與在所述第一優化中被允許的最複雜的遮罩設計特徵相比複雜度較小。

3.如申請專利範圍第 1 或 2 項的方法 (300)，其中，在作為所述遮罩設計僅一部分的優化片段上執行所述第一優化。

4.如申請專利範圍第 1 或 2 項的方法 (300)，其中，執行所述一個或多個優化 (330) 進一步包括優化所述微影處理的閾值。

5.如申請專利範圍第 4 項的方法，其中，所述一個或多個優化包括：

用於優化所述微影處理的閾值和所述遮罩設計特性的第二優化，藉此對於所述第二優化，排除了所述遮罩的非矩形子解析度輔助特徵 (130) 的存在，且藉此所述第二優化考慮了所述一組經優化的照明光源特性，以及

用於優化所述微影處理的所述遮罩設計特性的第三優化，藉此對於所述第三優化，排除了所述遮罩的非矩形子解析度輔助特徵的存在，且藉此所述第三優化考慮了從所述第一優化中確定的所述一組經優化的照明光源特性和從所述第二優化中確定的經優化的閾值。

6.如申請專利範圍第 5 項的方法 (300)，其中，對於作為所述遮罩設計僅一部分的優化片段而應用執行所述第二優化。

7.如申請專利範圍第 5 項的方法 (300)，其中，對所述整個遮罩設計而應用執行所述第三優化。

8.如申請專利範圍第 1 或 2 項的方法 (300)，其中，所述微影處理包括用於圖案化所要處理的圖案的不同部分

的多個圖案化步驟。

9.如申請專利範圍第 1 或 2 項的方法 (300)，其中，對於所述第一優化或所述一個或多個進一步優化中的每一個，基於全抗蝕模型 (full resist model) 或空氣成像模型 (aerial image model) 來使用光源-遮罩優化演算法。

10.一種用於確定微影處理的微影處理條件的系統 (700)，所述系統包括：

輸入用具 (710)，用於獲取照明光源和遮罩設計的特性，所述遮罩設計包括微影圖案，

處理用具 (720)，被編程為

執行用於組合優化所述微影處理的所述照明光源特性和所述遮罩設計特性的第一優化，藉此對於所述第一優化，所述遮罩的非矩形子解析度輔助特徵 (130) 被允許，

從所述第一優化中確定一組經優化的照明光源特性，

執行用於優化所述微影處理的所述遮罩設計特性的一個或多個進一步優化，藉此對於所述一個或多個進一步優化，所述遮罩的非矩形子解析度輔助特徵 (130) 的存在被排除，且藉此所述一個或多個進一步優化考慮了所述一組經優化的照明光源特性，而不允許這些照明光源特性的進一步變化，以及

從所述一個或多個進一步優化中確定一組排除了非矩形子解析度輔助特徵 (130) 的經優化的遮罩設計特性。

11.如申請專利範圍第 10 項的系統 (700)，所述系統 (700) 被實現為電腦程式產品，當在處理用具上執行所述

電腦程式產品時，所述電腦程式產品用於執行如申請專利範圍第 1 至 9 項中的任意一項所述的方法。

12.一種用於存儲電腦程式產品或這樣的電腦程式產品的傳輸的資料載體，當在處理用具上執行所述電腦程式產品時，所述電腦程式產品用於執行如申請專利範圍第 1 至 9 項中的任意一項所述的方法。

13.一種在微影處理中所用的成套部件，所述成套部件包括：

包括至少照明光源特性的載體，所述照明光源特性是使用申請專利範圍第 1 至 9 項中任意一項所述的方法確定的，以及

根據使用同一個方法確定的遮罩設計的遮罩。

14.一種電子裝置，所述電子裝置包括至少一個圖案化的層，所述圖案化的層是使用如申請專利範圍第 1 至 9 項中的任意一項所述的方法確定的微影處理條件的微影處理製成的。

15.一種製造電子裝置的方法，所述方法包括：

使用如申請專利範圍第 1 至 9 項中的任意一項所述的方法（300）確定包括照明光源特性和遮罩特性的一組微影處理條件，和

使用所述微影處理條件在半導體基板上曝光光阻層，用於形成所述電子裝置。

八、圖式：

106年03月17日修正替換頁

(如次頁)

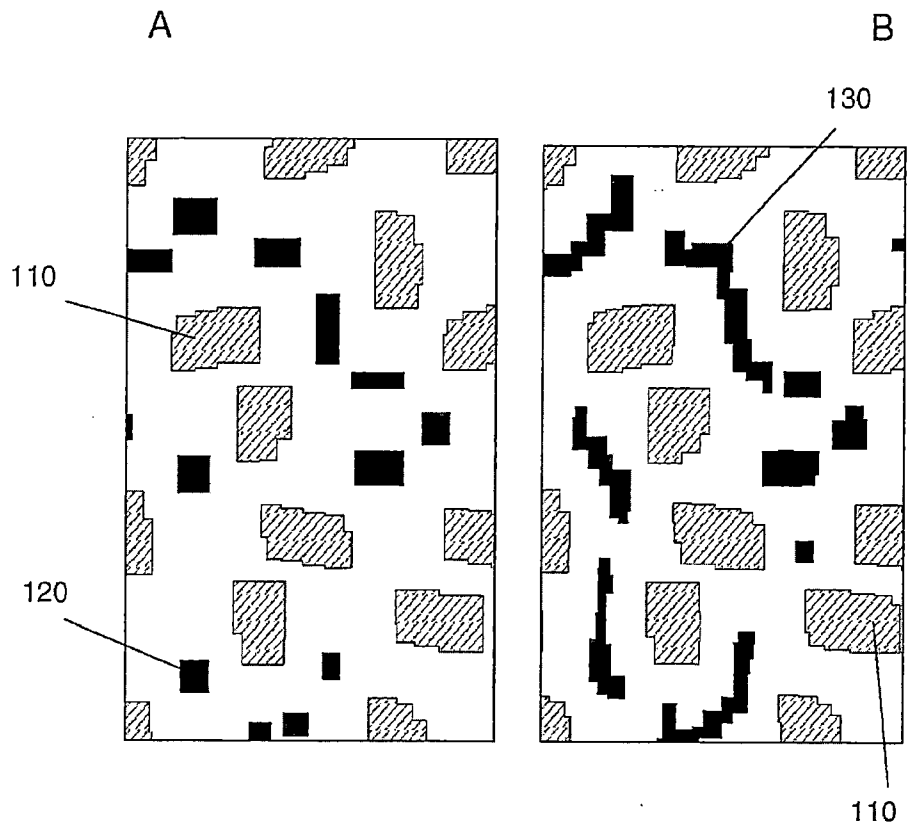


圖1  
先前技術

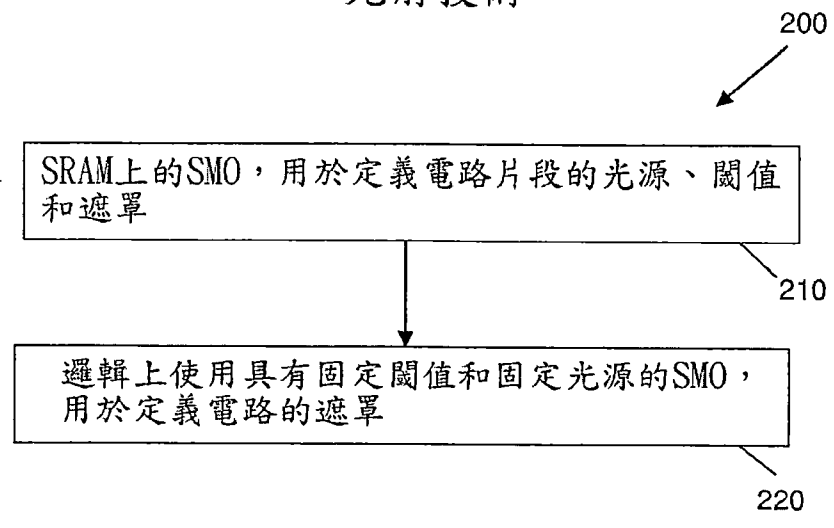


圖2  
先前技術

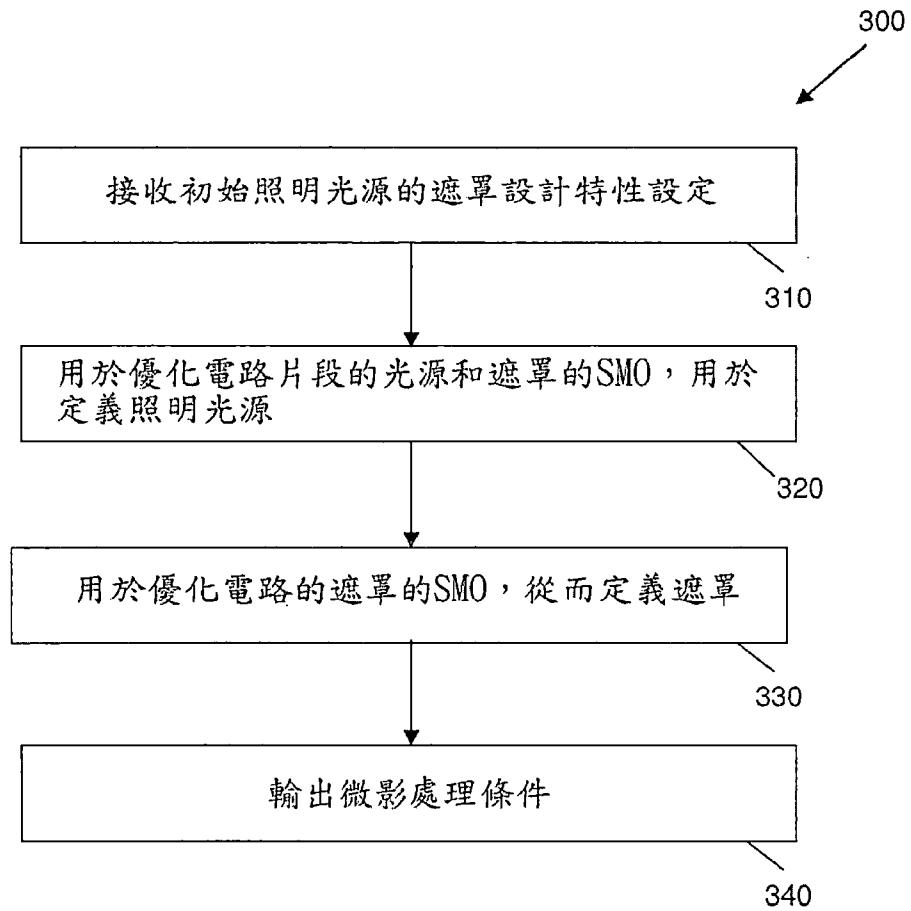


圖3

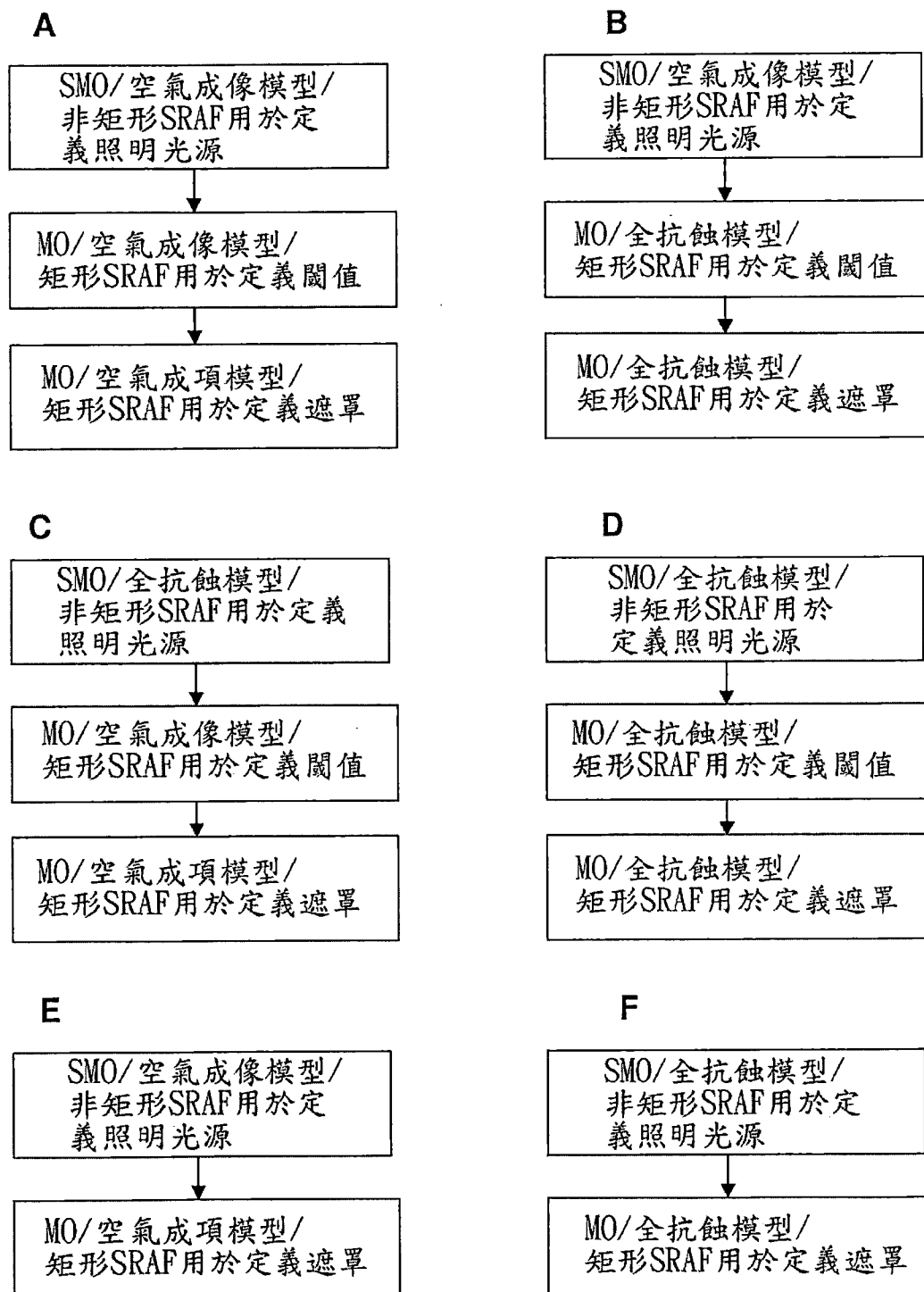


圖6

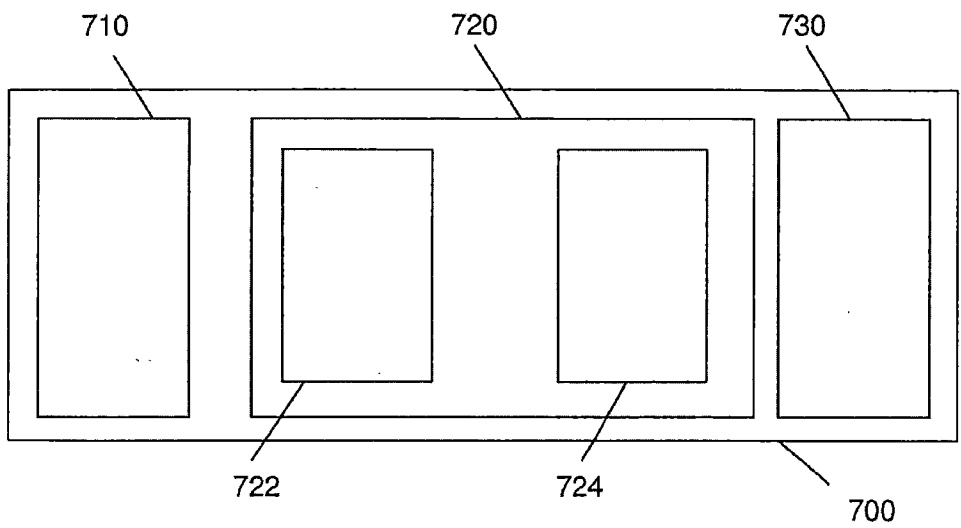


圖7

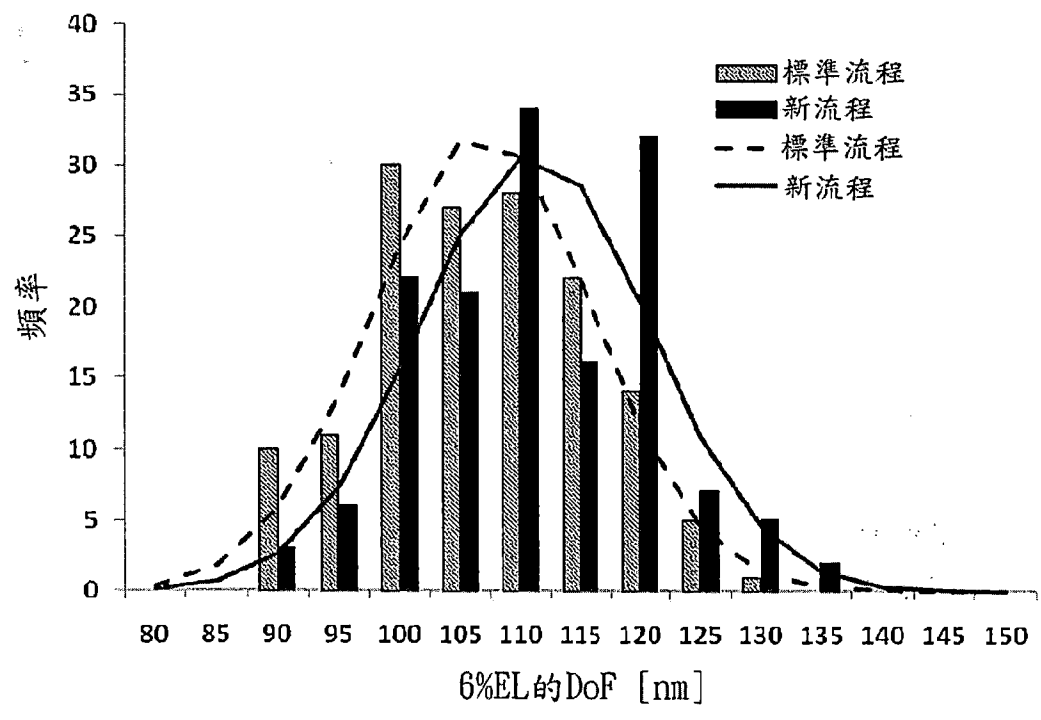


圖8

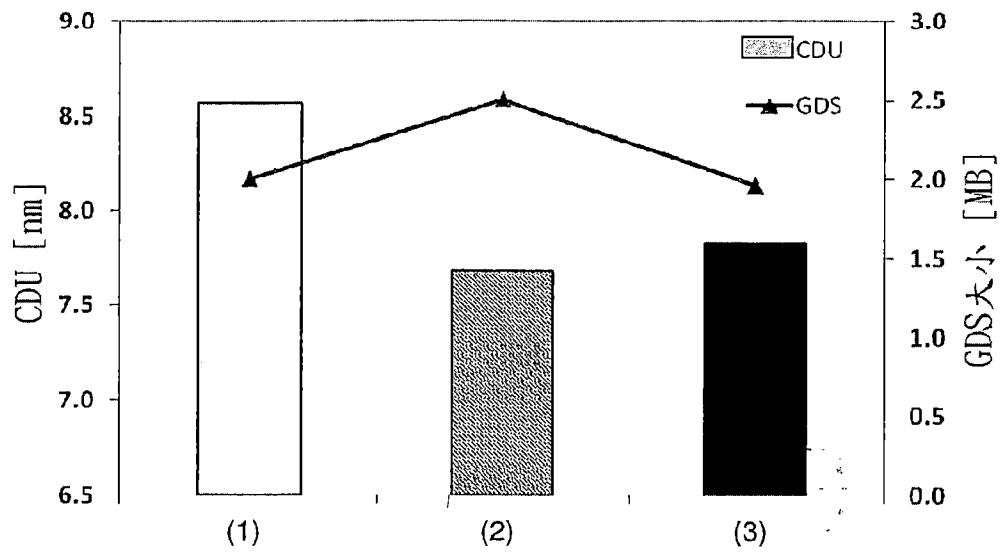


圖9

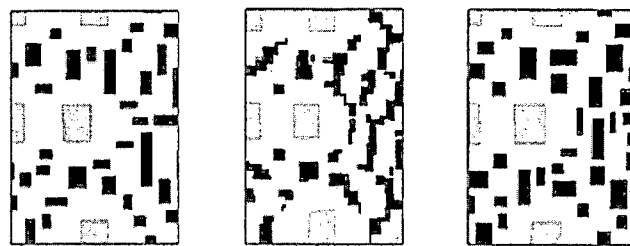
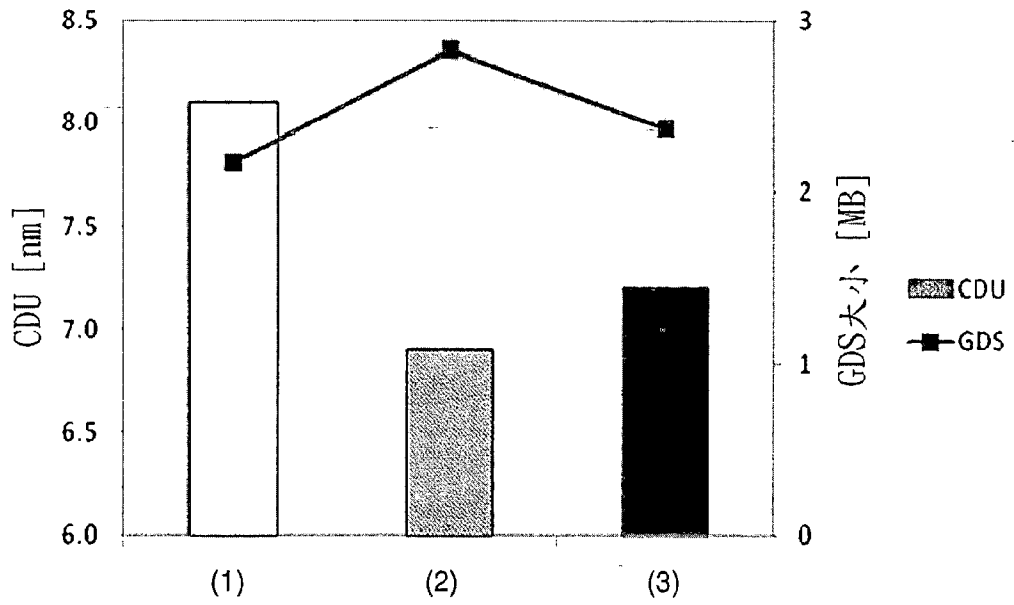


圖10