



(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 I539243 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：102140283

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 11 月 06 日

(51)Int. Cl. : G03F7/20 (2006.01) H01L21/027 (2006.01)

(30)優先權：2012/11/26 日本 2012-257363

(71)申請人：佳能股份有限公司 (日本) CANON KABUSHIKI KAISHA (JP)
日本

(72)發明人：三上晃司 MIKAMI, KOJI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201129877A1

TW 201243489A1

US 7181707B2

審查人員：謝維賢

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：6 共 39 頁

(54)名稱

決定遮罩圖案及曝光條件的方法、和儲存媒體

METHOD OF DETERMINING MASK PATTERN AND EXPOSURE CONDITION, AND STORAGE MEDIUM

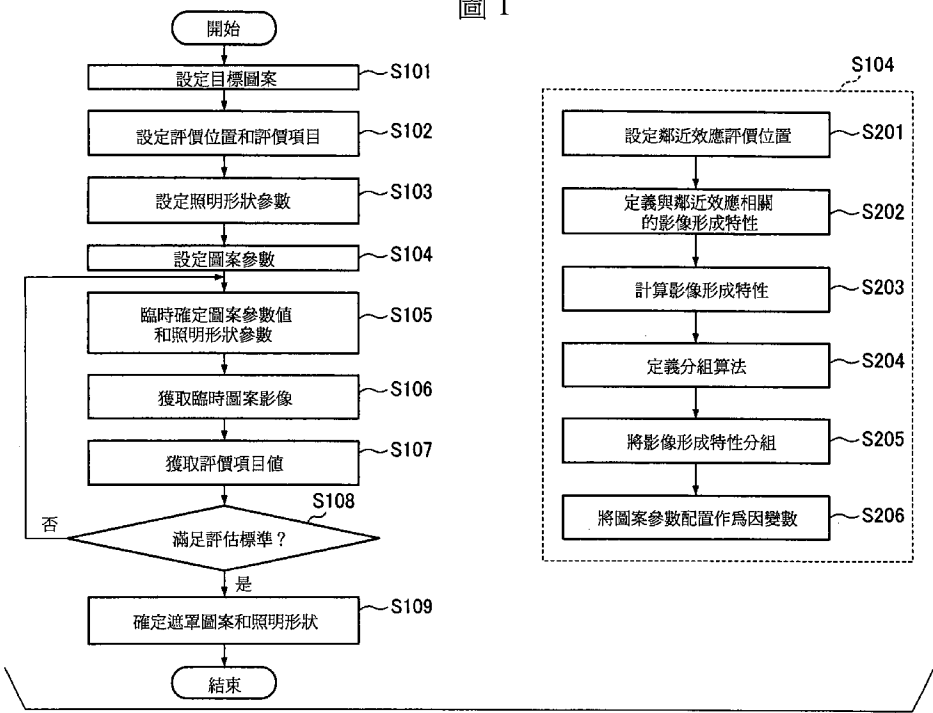
(57)摘要

一種決定方法包括如下步驟：設定用於定義遮罩的多個圖案元素的形狀的第一參數；設定用於定義有效光源分佈的第二參數；以及在改變第一參數和第二參數的值的同時重複遮罩圖案的影像的計算以及評估專案的值的計算的過程，由此決定有效光源分佈以及遮罩圖案，其中經由使用代表鄰近效應的指標的值將圖案元素的參數設定作為一個參數。

A determining method includes the steps of setting a first parameter to define the shape of the plurality of pattern elements of the mask, setting a second parameter to define the effective light source distribution; and repeating the process of calculation of the image of the mask pattern and calculation of a value of an evaluation item while varying the value of the first parameter and the second parameter to thereby determine the effective light source distribution and the mask pattern, wherein parameters of pattern elements are set as one parameter by using a value of an index representing the proximity effect.

指定代表圖：

圖 1



發明摘要

※申請案號：102140283

※申請日：102 年 11 月 06 日

※IPC 分類：G03F 1/20 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

決定遮罩圖案及曝光條件的方法、和儲存媒體

Method of determining mask pattern and exposure condition, and storage
medium

【中文】

一種決定方法包括如下步驟：設定用於定義遮罩的多個圖案元素的形狀的第一參數；設定用於定義有效光源分佈的第二參數；以及在改變第一參數和第二參數的值的同時重複遮罩圖案的影像的計算以及評估專案的值的計算的過程，由此決定有效光源分佈以及遮罩圖案，其中經由使用代表鄰近效應的指標的值將圖案元素的參數設定作為一個參數。

【 英文 】

A determining method includes the steps of setting a first parameter to define the shape of the plurality of pattern elements of the mask, setting a second parameter to define the effective light source distribution; and repeating the process of calculation of the image of the mask pattern and calculation of a value of an evaluation item while varying the value of the first parameter and the second parameter to thereby determine the effective light source distribution and the mask pattern, wherein parameters of pattern elements are set as one parameter by using a value of an index representing the proximity effect.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

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)

決定遮罩圖案及曝光條件的方法、和儲存媒體

Method of determining mask pattern and exposure condition, and storage medium

【技術領域】

本發明涉及決定遮罩圖案和曝光條件的方法、儲存媒體、以及用於該方法的電腦。

【先前技術】

曝光設備是在用於半導體裝置等的製造製程中包括的微影步驟中經由投影光學系統將遮罩（原版）上形成的圖案轉印到光敏的基板（其表面上形成有抗蝕劑層的晶圓（wafer）等）上的設備。近來曝光設備被配置為經由使用諸如變形照明、光學鄰近校正（optical proximity correction, OPC）等之類的超解析度技術運行被用作曝光條件的在照射遮罩時的照明形狀（有效光源分佈）或者遮罩圖案的最佳化，以便順應裝置小型化的發展。在照明形狀的最佳化期間，首先，設定對於裝置的目標圖案（佈局圖案）、對於影像形成特性的評估位置、以及評估位置處的評估專案（例如尺寸、焦深（DOF）、曝光裕度、等等）。然後，執行轉印圖案（要形成在投影光學系統的影

像平面上的圖案)的計算，該轉印圖案與照明形狀的變化關聯，由此獲得對於轉印圖案上的評估位置處的評估專案的值。轉印圖案的計算以及評估值的計算被重複直到值滿足評估標準或者直到照明形狀的改變的次數達到預定次數為止。在這時候，可以用數位表示照明形狀，並且例如，在具有特定強度的環狀的照明中，照明形狀由使用內側 σ 和外側 σ 作為參數(變數)的函數來表示。使用蒙特卡羅方法(Monte Carlo Method)等來最佳化這些參數。然而，即使遮罩的圖案是相同的，當照明形狀被改變時，轉印圖案也改變。因此，當改變照明形狀時，存在轉印圖案將偏離目標圖案的可能性。因此，需要 OPC 以便確保轉印圖案和目標圖案之間的對應。每當照明形狀改變或者當照明形狀改變了特定量時運行 OPC。以這樣的方式依序地校正照明形狀和遮罩圖案的方法被稱為傳統的源遮罩最佳化(Source Mask Optimization, SMO)技術。

在這點上，正變得越來越難以在遮罩上形成具有足夠精度的圖案以便跟上小型化的快速發展。這是由於與照明形狀分離地最佳化遮罩圖案的事實。如上面公開的，作為依賴於照明形狀的結果，通常在決定(最佳化)照明形狀之後運行 OPC。因此，因為遮罩圖案隨著 OPC 的運行的結果而改變，所以可能有在運行 OPC 之前決定的照明形狀將不再最佳的情況。在該上下文中，日本專利申請公開 No. 2011-95729 公開了當處理作為裝置的儲存單元或者電路元件的庫單元等時用於同時最佳化照明形狀和遮罩圖案

的 SMO 技術。這個技術使得能夠決定照明形狀（照明形狀參數）和遮罩圖案（圖案參數）兩者，由此使得能夠在基板上形成具有足夠精度的轉印圖案。

當應用於具有相對大量的圖形的裝置圖案（諸如單元塊或者週邊電路）時，日本專利申請公開 No. 2011-95729 中公開的技術由於形成最佳化變數的一部分的大量的圖案參數而需要用於最佳化收斂的時間。結果，例如，雖然可以提出在預定次數處截斷最佳化計算，但是在那種情況下，不能獲得高精度圖案參數或者照明形狀參數。

【發明內容】

本發明提供一種用於有效決定曝光條件和遮罩圖案由此使得能夠在基板上形成高精度圖案的方法。

本發明涉及一種用於經由使用電腦決定由照明光學系統形成的有效光源分佈以及用在曝光設備中的遮罩的圖案的決定方法，該曝光設備包括被配置為使用來自光源的光照射遮罩的照明光學系統和被配置為將遮罩的多個圖案元素的影像投影到基板上的投影光學系統。該方法包括如下的步驟：設定用於評估在投影光學系統的影像平面上的遮罩的多個圖案元素的影像的評估位置、以及用於在評估位置處評估的評估專案；設定用於定義遮罩的多個圖案元素的形狀的第一參數；設定用於定義有效光源分佈的第二參數；以及在改變第一參數和第二參數的值的同時重複遮罩的多個圖案元素的影像的計算以及評估專案的值的計算的

過程，由此決定有效光源分佈以及遮罩的圖案。在設定第一參數的步驟中，遮罩的多個圖案元素中的圖案元素的參數經由使用表示鄰近效應的指標的值被設定作為一個參數，該鄰近效應為遮罩的多個圖案元素中的與評估圖案元素相鄰的相鄰圖案元素對評估圖案元素的評估位置處的評估圖案元素的影像所具有的鄰近效應。

從以下參考附圖的示例性實施例的描述中，本發明更多的特徵將變得清晰。

【圖式簡單說明】

圖 1 是顯示根據第一示例性實施例的決定方法的次序的流程圖。

圖 2A 顯示根據第一示例性實施例的目標圖案的形狀。

圖 2B 顯示根據第一示例性實施例的設定圖案參數的示例。

圖 2C 顯示根據第一示例性實施例的照明形狀。

圖 2D 顯示根據第一示例性實施例的關於照明形狀的偏振方向。

圖 3 是顯示各個比較示例中的評估專案值的衰減的圖示。

圖 4 是顯示根據第一示例性實施例的評估專案值的衰減的圖示。

圖 5 是顯示根據第二示例性實施例的評估專案值的衰

減的圖示。

圖 6 是顯示根據第三示例性實施例的決定方法的次序的流程圖。

【實施方式】

下面將參考附圖描述用於運行本發明的較佳實施例。

第一示例性實施例

首先，將描述與本發明的第一示例性實施例有關的曝光條件和遮罩圖案的決定方法。例如，在用於半導體裝置等的製造製程中包括的微影步驟中，使用曝光設備，該曝光設備被配置為經由使用包括光源的照明光學系統將光照射到遮罩（原版）上並且由此經由投影光學系統將形成在遮罩上的圖案轉印到光敏的基板（晶圓等）上。特別地，根據本示例性實施例的決定方法決定（最佳化）用在此類曝光設備中的遮罩的圖案以及特別在遮罩的照明被配置為曝光條件時的照明形狀（有效光源分佈）。在該上下文中，照明形狀是在照明光學系統的光瞳面上形成的光強度分佈，並且還包括照射遮罩的光的角分佈。圖 1 是顯示根據這個示例性實施例的決定方法的次序的流程圖。決定方法由通用資訊處理設備（電腦）例如以程式的配置的方式運行。

首先，在 S101 中，設定要在基板上形成的圖案（目標圖案）。目標圖案根據環境被配置作為各種陣列（佈置

(disposition))，並且包括諸如測試圖案之類的規則的陣列、諸如除儲存單元以外的裝置圖案之類的具有隨機的佈置的圖案等等。接下來，在 S102 中，設定用於評估在投影光學系統的影像平面上形成的臨時圖案（轉印圖案）的影像的評估位置、以及用於在評估位置處評估的特徵。用於評估的特徵包括以下中的至少一個：臨時圖案的影像的尺寸、散焦特性、相對於臨時圖案的曝光光量的尺寸的變化、或者作為臨時圖案的影像被聚焦為給定標準的曝光量或焦點的範圍。接下來，在 S103 中，照明形狀參數（第二參數）被設定以便定義臨時照明形狀。例如，表徵照明形狀的基本形狀（例如，偶極形狀或者四極（quadrupole）（交叉極（cross pole））形狀）的曝光參數被設定作為照明形狀參數。接下來，在 S104 中，圖案參數（第一參數）被設定以便定義與目標圖案對應的臨時圖案的形狀。更具體地，遮罩圖案被配置為多個多邊形，並且表徵多邊形的參數被設定作為圖案參數。在這個配置中，使得遮罩圖案的形狀對應於經由多個多邊形的組合形成的形狀，並且多個多邊形的各個邊的長度被設定作為圖案參數。下面將描述在 S104 中設定圖案參數的流程（從 S201 到 S206），但是首先將描述包括 S105 以及在 S105 之後的流程。

在 S105 到 S109 中，根據在 S104 中設定的圖案參數和在 S103 中設定的照明形狀參數來配置參數空間。在參數空間中，最佳化圖案參數和照明形狀參數。圖案參數和

照明形狀參數具有有限範圍，並且因此，必須在該有限範圍內最佳化圖案參數和照明形狀參數。首先，在 S105 中，對於圖案參數值和照明形狀參數值的值執行臨時計算。根據本實施例的決定方法經由改變圖案參數值和照明形狀參數值的值而朝向最佳值收斂。因此，當在有限範圍中時，任意值可以被臨時地決定為圖案參數值和照明形狀參數值的值。接下來，在 S106 中，基於在 S105 中臨時決定的圖案參數值和照明形狀參數值獲取（計算）在投影光學系統的影像平面上形成的臨時圖案影像。更具體地，當使用由在 S105 中臨時決定的照明形狀參數值定義的臨時的照明形狀（臨時的有效光源分佈）照射由在 S105 中臨時決定的圖案參數值定義的臨時圖案時，獲取臨時圖案的影像。接下來，在 S107 中，關於在 S106 中獲取的臨時圖案的影像獲取（計算）在 S102 中設定的評估位置處的評估專案的值。然後在 S108 中，決定臨時圖案的影像上的評估位置處的評估專案的值是否滿足評估標準。響應於曝光設備的性能或者目標圖案的精度對於每個評估專案預設評估標準。在該上下文中，當決定臨時圖案的影像上的評估位置處的評估專案的值滿足評估標準（“是”）時，處理進行到 S109。另一方面，當決定臨時圖案的影像上的評估位置處的評估專案的值不滿足評估標準（“否”）時，處理返回到 S105 並且圖案參數值和照明形狀參數值被再次臨時地決定，由此重複 S106、S107 和 S108 中的步驟。換句話說，圖案參數值和照明形狀參數值被改變，

並且處理被重複直到臨時圖案的影像上的評估位置處的評估專案的值滿足評估標準為止。當再次臨時地決定圖案參數值和照明形狀參數值時，圖案參數值和照明形狀參數值的組合使得能夠臨時決定先前沒有臨時地決定的值。在這時候，不是改變圖案參數值和照明形狀參數值兩者，而是那些值中的僅僅一個被改變。然後，在 S109 中，首先，由在 S104 中臨時決定的圖案參數定義的臨時圖案被決定作為遮罩圖案。然後，由在 S104 中臨時決定的照明圖案參數定義的臨時照明形狀被決定作為照射遮罩時的照明形狀（曝光條件）。

接下來，在描述作為本示例性實施例的特性特徵的在 S104 中設定圖案參數的流程（從 S201 到 S206）之前，出於參考的目的，將描述其中從 S201 到 S206 的流程被省略的配置以便闡明本示例性實施例的優點。特別地，將描述如下的配置，在該配置中與光學鄰近效應（proximity effect）關聯的影像形成特性（相鄰的遮罩圖案對評估位置處的影像的影響）使用基於中心圖案和其他圖案之間的關鍵尺寸（CD）差的指標。首先，將描述使用用於遮罩的所有變數的第一比較示例。在第一比較示例中，在 S101 中設定的目標圖案被配置為具有多個類似的矩形圖案的排列（arrangement）示例。圖 2A-2D 是第一比較示例中的目標圖案形狀或者照明形狀的示意性平面圖。圖 2A-2D 中的各個條件也應用於以下描述的示例性實施例（當來自 S201 的圖案參數的設定被考慮時）。圖

2A 是顯示目標圖案的形狀的示意圖。目標圖案包括以具有在 X 方向上為 240 nm 和在 Y 方向上為 160 nm 的節距的 5x5 格子配置的多個圖案元素。這些圖案中的一個被配置為具有 50 nm 的 X 寬度和 40 nm 的 Y 寬度的矩形。圖 2B 是顯示圖案參數的設定示例的示意圖。第 j 行和第 i 列中的矩形的各個邊的長度（X 方向和 Y 方向上的長度） $PA(i,j)$ 和 $PB(i,j)$ $\{1 \leq i \leq 5, 1 \leq j \leq 5\}$ 被設定作為關於遮罩圖案的圖案參數。圖 2C 是顯示照射遮罩時的照明圖案（照明形狀的基本形狀）的示意圖。如圖 2C 中所顯示的，照明形狀被配置為具有偶極形狀，並且在圓周方向上和孔徑角（aperture angle）方向上具有相同的強度。關於照明形狀， Pa 被設定作為照明形狀的外側 σ ，並且外側 σ 和內側 σ 的比例 Pb 以及孔徑角 $P\phi$ 被設定作為照明形狀參數。圖 2D 是顯示照明形狀中的偏振方向的示意圖。偏振方向被取為 X 偏振光。

如上所述，考慮到裝置特性或者遮罩的製造特性，圖案參數被設定為有限範圍。例如，當圖案參數 PA 、 PB 太小時，不會轉印檢查中的圖案。另一方面，當圖案參數 PA 、 PB 太大時，相鄰的圖案之間的間隔將變窄，並且存在不會獲得期望的解析度的可能性。在這點上，回應於裝置的容限、重疊精度以及圖案的尺寸等等，適當地設定圖案參數的下限值和上限值。以同樣方式，考慮到曝光設備的性能或者遮罩的微影特性，照明形狀參數被設定為有限範圍。即使在可以定義照明形狀參數的形狀時，如果曝光

設備（照明光學系統）不能形成那個形狀，用於照明形狀參數的值也沒有實際用途。在這點上，對於照明形狀參數的下限值和上限值被設定在可以由曝光設備形成的範圍中。在曝光光的波長為 193 nm 並且投影光學系統的孔徑數（NA）為 1.35 的情況下考慮關於圖 2C 中顯示的照明形狀和圖 2B 中顯示的遮罩圖案的照明形狀和遮罩圖案的最佳化。

首先，在 S102 中，如圖 2B 中所顯示的，將用於評估與目標圖案對應的臨時圖案的影像的評估位置設定為評估位置 EP1 (i,j) 和 EP2 (i,j) $\{1 \leq i \leq 5, 1 \leq j \leq 5\}$ 。評估位置 EP1、EP2 處的理想尺寸（參考值）分別為 50 nm 和 40 nm。用於評估的特徵被設定為臨時圖案的影像尺寸和參考尺寸之間的差的均方根 CD_RMS (nm)。圖案參數 PA、PB 的極限範圍被設定為 $20 \text{ nm} < PA(i,j) < 100 \text{ nm}$ ，並且 $10 \text{ nm} < PB(i,j) < 90 \text{ nm}$ 。此外，照明形狀參數的極限範圍被設定為 $0.7 < Pa < 0.95$ ， $0.5 < Pb < 0.8$ ，並且 $0 \text{ 度} < P\phi < 150 \text{ 度}$ 。表 1 顯示圖案參數 PA 的分配（allocation）並且表 2 顯示圖案參數 PB 的分配。使用這個設定配置參數空間（PA (i,j), PB (i,j), Pa, Pb, $P\phi$ ） $\{1 \leq i \leq 5, 1 \leq j \leq 5\}$ ，該參數空間包括圖案參數 PA 和 PB 以及照明形狀參數。

表 1

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	PA(1, 1)	PA(2, 1)	PA(3, 1)	PA(4, 1)	PA(5, 1)
j=2	PA(1, 2)	PA(2, 2)	PA(3, 2)	PA(4, 2)	PA(5, 2)
j=3	PA(1, 3)	PA(2, 3)	PA(3, 3)	PA(4, 3)	PA(5, 3)
j=4	PA(1, 4)	PA(2, 4)	PA(3, 4)	PA(4, 4)	PA(5, 4)
j=5	PA(1, 5)	PA(2, 5)	PA(3, 5)	PA(4, 5)	PA(5, 5)

表 2

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	PB(1, 1)	PB(2, 1)	PB(3, 1)	PB(4, 1)	PB(5, 1)
j=2	PB(1, 2)	PB(2, 2)	PB(3, 2)	PB(4, 2)	PB(5, 2)
j=3	PB(1, 3)	PB(2, 3)	PB(3, 3)	PB(4, 3)	PB(5, 3)
j=4	PB(1, 4)	PB(2, 4)	PB(3, 4)	PB(4, 4)	PB(5, 4)
j=5	PB(1, 5)	PB(2, 5)	PB(3, 5)	PB(4, 5)	PB(5, 5)

在該上下文中，爲了闡明最佳化變數的減少效果，首先，將經由使用 53 個變數（包括 50 個圖案參數）作爲獨立變數的下降單純形法（downhill simplex method）並且在不減少變數的數量的情況下執行同時的最佳化。圖 3 是顯示在該情況下的評估專案值的衰減的圖示，並且顯示與對於最佳化執行的計算的數量（次數）對應的作爲評估專案值的 CD_RMS（nm）。特別地，“50 個變數”的符號表示第一比較示例。如圖 3 中顯示的結果所顯示的，第一比較示例中的評估專案值在 800 次計算之後繼續衰減，並且因此要求非常長的時間段來收斂。

此外，將描述關於利用考慮目標圖案的對稱性的變數的第二比較示例。通常當減少用在最佳化計算中的最佳化變數的數量時，已知的是存在更快收斂的趨勢。在該上下文中，出於參考的目的，將考慮如下的配置，在該配置中

以與第一比較示例相同的方式在沒有考慮從 S201 到 S206 的流程的情況下，經由使用與圖案的物理形狀的對稱性有關的資訊來減少變數的數量。在這個配置中，減少圖案參數的數量的方法是經由使用對稱性特性（諸如相鄰的形狀的佈置排列的重複或者鏡像反轉），來減少變數。例如，如圖 2A 中所顯示的圖案（組）的圖案參數可以經由構成如下面的公式（1）到公式（4）中所顯示的對於對稱圖案的共有變數來被減少。

$$PA(1,j) = PA(5,j) \quad (1)$$

$$PA(2,j) = PA(4,j) \quad (2)$$

$$PA(i,1) = PA(i,5) \quad (3)$$

$$PA(i,2) = PA(i,4) \quad (4)$$

表 3 顯示當使用上述配置所共有的變數時的圖案參數 PA 的分配。表 4 顯示圖案參數 PB 的分配。在表 3 和表 4 中，具有相同的變數名的圖案參數具有相同的值。如這些表所顯示的，在這個配置中存在 18 個圖案參數，當被添加到三個照明形狀參數時構成 21 個變數。經由使用具有這些 21 個變數（包括 18 個圖案參數）作為獨立變數的下降單純形法，執行最佳化。評估專案值的衰減對應於圖 3 中顯示的圖示中的“18 個變數”的符號。表 5 顯示所決定的對於圖案參數 PA 的值，並且表 6 顯示所決定的對於圖案參數 PB 的值。此外，在這時候所決定的對於照明形狀

參數的值是具有 0.904 的值的 P_a ，具有 0.637 的值的 P_b ，以及 53 度的 P_ϕ 。

表 3

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	PA(1, 1)	PA(2, 1)	PA(3, 1)	PA(2, 1)	PA(1, 1)
j=2	PA(1, 2)	PA(2, 2)	PA(3, 2)	PA(2, 2)	PA(1, 2)
j=3	PA(1, 3)	PA(2, 3)	PA(3, 3)	PA(2, 3)	PA(1, 3)
j=4	PA(1, 2)	PA(2, 2)	PA(3, 2)	PA(2, 2)	PA(1, 2)
j=5	PA(1, 1)	PA(2, 1)	PA(3, 1)	PA(2, 1)	PA(1, 1)

表 4

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	PB(1, 1)	PB(2, 1)	PB(3, 1)	PB(2, 1)	PB(1, 1)
j=2	PB(1, 2)	PB(2, 2)	PB(3, 2)	PB(2, 2)	PB(1, 2)
j=3	PB(1, 3)	PB(2, 3)	PB(3, 3)	PB(2, 3)	PB(1, 3)
j=4	PB(1, 2)	PB(2, 2)	PB(3, 2)	PB(2, 2)	PB(1, 2)
j=5	PB(1, 1)	PB(2, 1)	PB(3, 1)	PB(2, 1)	PB(1, 1)

表 5

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	75.1	74.9	65.3	74.9	75.1
j=2	60.5	75.3	59.6	75.3	60.5
j=3	69.8	60.6	54.1	60.6	69.8
j=4	60.5	75.3	59.6	75.3	60.5
j=5	75.1	74.9	65.3	74.9	75.1

表 6

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	48.0	48.2	54.4	48.2	48.0
j=2	56.2	45.6	55.9	45.6	56.2
j=3	49.0	56.8	62.3	56.8	49.0
j=4	56.2	45.6	55.9	45.6	56.2
j=5	48.0	48.2	54.4	48.2	48.0

在第二比較示例中，如圖 3 中所顯示的，與其中第一比較示例中的圖案參數全部是獨立變數的配置相比，最佳化的收斂更快速。出於參考的目的，表 7 顯示第一比較示

例 和 第二比較 示例 中的 用於 最佳化 的 計算 次數 以及 CD_RMS 的 值 (nm) 。

表 7

計算的次數	CD_RMS (nm)	
	50 個變數	18 個變數
200	20.5	11.5
400	11.4	4.5
600	7.1	1.2
800	6.4	1.1

以這樣的方式，可以經由使用關於具有規則排列的圖案（諸如測試圖案）的對稱性特性（諸如鏡像反轉）使先前獨立的圖案參數減少至少一半。然而，當如第二比較示例中一樣使用基於對稱性特性的變數的壓縮時，實際上難以如表 3 和表 4 所示地配置小於或等於 18 個變數。與測試圖案對比，因為在具有隨機排列的圖案（諸如除儲存單元的裝置圖案以外的裝置圖案）中存在很少的表現出重複或者對稱性特性的圖案組，所以難以有效地使得能夠經由使用那個方法進一步壓縮。也就是說，在以上述方式的變數的壓縮期間僅僅考慮圖案形狀的對稱性是不足夠的。在這點上，如下所述的本示例性實施例與圖案形狀的對稱性特性的提取無關地減少最佳化變數的數量。

首先，在圖 1 中的 S201 中，評估位置（第二評估位置）被設定，該評估位置用於評估與投影光學系統的影像平面上形成的轉印圖案的鄰近效應有關的影像形成特性。與圖 2B 中顯示的評估位置 EP1、EP2 相同的位置被處理作為鄰近效應的評估位置。此外，因為圖案參數 PA、PB

構成多邊形的一邊，所以到該邊的兩端的寬度被取為評估的對象。當圖案參數為多邊形的邊緣位置時，影像的移動分量可以被取為評估的物件。

接下來，在 S202 中，參考評估位置處的影像形成特性或者照明形狀參數，定義與鄰近效應有關的影像形成特性。例如，被照射的轉印圖案中的在檢查中的圖案的影像與目標圖案（中心圖案，圖 2A 中的行 3、列 3 中的圖案元素）的影像之間的尺寸差（CD 差）可以被用作影像形成特性的指標。可替代地，使用兩個照明（第一照明和第二照明）在相同的評估位置處的 CD 差可以被用作指標。以這樣的方式，雖然回應於照明形狀變化的影像形成特性可以構成鄰近效應的代表性的指標，但是不存在關於那個指標的限制。特別地，在本示例性實施例中， $P_a = 0.91$ ， $P_b = 0.73$ ，以及 $P_\phi = 30$ 度被設定作為照明形狀參數，並且對於鄰近效應的每個評估位置計算 CD 值 CD_{EP1} 和 CD_{EP2} 。根據公式（5）和公式（6）獲得的值 $\Delta EP1$ 、 $\Delta EP2$ 被定義作為與鄰近效應有關的影像形成特性。

$$\Delta EP1(i,j) = CD_{EP1}(i,j) - CD_{EP1}(3,3) \quad (5)$$

$$\Delta EP2(i,j) = CD_{EP2}(i,j) - CD_{EP2}(3,3) \quad (6)$$

雖然影像形成特性的一般的定義不限於用在本示例性實施例中的對於照明形狀參數的設定值，但是較佳是在最佳化期間它落入設定範圍內。

接下來，在 S203 中，基於用公式（5）和公式（6）表示的定義獲取（計算）鄰近效應的全部評估位置處的影像形成特性的值。基於用公式（5）表示的定義獲取的影像形成特性 $\Delta EP1$ 的計算結果被顯示在表 8 中，並且基於用公式（6）表示的定義獲取的影像形成特性 $\Delta EP2$ 的計算結果被顯示在表 9 中。

表 8

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	-11.1	-10.3	-9.9	-10.3	-11.1
j=2	-2.1	-1.6	-1.3	-1.6	-2.1
j=3	-0.6	-0.2	0.0	-0.2	-0.6
j=4	-2.1	-1.6	-1.3	-1.6	-2.1
j=5	-11.1	-10.3	-9.9	-10.3	-11.1

表 9

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	-7.9	-7.1	-6.8	-7.1	-7.9
j=2	-1.9	-1.4	-1.1	-1.4	-1.9
j=3	-0.6	-0.2	0.0	-0.2	-0.6
j=4	-1.9	-1.4	-1.1	-1.4	-1.9
j=5	-7.9	-7.1	-6.8	-7.1	-7.9

接下來，在 S204 中，定義用於將 S203 中獲取的影像形成特性分組成多個組的演算法。具體地定義進入相同的組的影像形成特性的範圍。首先，設定分組的組數量 n 。組數量 n 可以預先決定一個值並且可以被直接輸入，或者輸入到相同的組中的影像形成特性的數值範圍可以被定義，由此經由使用實際影像形成特性來計算和決定組數量。在此，組數量為 8，並且演算法定義關於影像形成特性的總共 8 組的分組，其中對於 $\Delta EP1$ 為 4 組並且對於 $\Delta EP2$ 為 4 組。設定的組數量 n 等於對於在最佳化中使用

的圖案參數的獨立變數的數量。如果假設分組中的圖案參數的最佳值回應於影像形成特性的較大差別而不同，則較佳的是在相同的組內在影像形成特性方面存在小偏差。這個觀察意味著對於每個組的中值（median value）被計算為使得對於每組影像形成特性的中值與影像形成特性的各個差的平方和被最小化。更具體地，當關於 $\Delta EP1$ 提供 4 組時，組的中值被計算作為值 $X(k) \{k = 1, 2, 3, 4\}$ ，並且 $X(k)$ 的值被計算以便使公式 7 中的 E_x 最小化。以同樣方式，當關於 $\Delta EP2$ 提供 4 組時，組的中值被計算作為值 $Y(k) \{k = 1, 2, 3, 4\}$ ，並且 $Y(k)$ 的值被計算以便使公式 8 中的 E_y 最小化。

等式 1

$$E_x = \sum_{j=1}^5 \sum_{i=1}^5 \text{Min}[(\Delta EP1(i, j) - X(1))^2, (\Delta EP1(i, j) - X(2))^2, (\Delta EP1(i, j) - X(3))^2, (\Delta EP1(i, j) - X(4))^2]$$

(7)

等式 2

$$E_y = \sum_{j=1}^5 \sum_{i=1}^5 \text{Min}[(\Delta EP2(i, j) - Y(1))^2, (\Delta EP2(i, j) - Y(2))^2, (\Delta EP2(i, j) - Y(3))^2, (\Delta EP2(i, j) - Y(4))^2]$$

(8)

結果得到的 $X(k)$ 和 $Y(k)$ 的值被顯示在表 10 中。當取 $X(k)$ 為中值的組被取為 $GX(k)$ 並且取 $Y(k)$ 為中值的組被取為 $GY(k)$ 時，這是與使用表 11 中顯示的範圍的分類（categorization）相同的配置。

表 10

X(1)	-11.12	Y(1)	-7.92
X(2)	-10.14	Y(2)	-7.03
X(3)	-1.74	Y(3)	-1.54
X(4)	-0.32	Y(4)	-0.33

表 11

$-\infty$	$\leq GX(1) <$	-10.63
-10.63	$\leq GX(2) <$	-5.94
-5.94	$\leq GX(3) <$	-1.03
-1.03	$\leq GX(4) <$	∞
$-\infty$	$\leq GY(1) <$	-7.48
-7.48	$\leq GY(2) <$	-4.28
-4.28	$\leq GY(3) <$	-0.94
-0.94	$\leq GY(4) <$	∞

接下來，在 S205 中，S204 的細節被應用於 S203 中獲取的影像形成特性，以便由此運行實際影像形成特性的分組。更具體地，分組被執行，以使得 $X(k)$ 和 $Y(k)$ 的值與組的中值一致。關於表 8 中顯示的影像形成特性 $\Delta EP1$ 的實際分組被顯示在表 12 中，並且關於表 9 中顯示的影像形成特性 $\Delta EP2$ 的實際分組被顯示在表 13 中。如這些表所顯示的，當一個組由相同的參數構成時，50 個圖案參數可以被壓縮到總共八個參數。

表 12

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	GX(1)	GX(2)	GX(2)	GX(2)	GX(1)
j=2	GX(3)	GX(3)	GX(3)	GX(3)	GX(3)
j=3	GX(4)	GX(4)	GX(4)	GX(4)	GX(4)
j=4	GX(3)	GX(3)	GX(3)	GX(3)	GX(3)
j=5	GX(1)	GX(2)	GX(2)	GX(2)	GX(1)

表 13

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	GY(1)	GY(2)	GY(2)	GY(2)	GY(1)
j=2	GY(3)	GY(3)	GY(3)	GY(3)	GY(3)
j=3	GY(4)	GY(4)	GY(4)	GY(4)	GY(4)
j=4	GY(3)	GY(3)	GY(3)	GY(3)	GY(3)
j=5	GY(1)	GY(2)	GY(2)	GY(2)	GY(1)

雖然完全隨機地取組的中值 $X(k)$ 和 $Y(k)$ ，但是在這點上不存在限制。例如，可以如公式（9）和公式（10）中顯示地定義 Dx 和 Dy ，並且如公式（11）和公式（12）所示的 $X(k)$ 和 $Y(k)$ 的中值可以被設定為等差數列。

$$Dx = \{ \text{Max}(\Delta EP1) - \text{Min}(\Delta EP1) \} / 4 \quad (9)$$

$$Dy = \{ \text{Max}(\Delta EP2) - \text{Min}(\Delta EP2) \} / 4 \quad (10)$$

$$X(k) = (k-1) \times Dx + \text{Min}(\Delta EP1) + Dx/2 \quad (11)$$

$$Y(k) = (k-1) \times Dy + \text{Min}(\Delta EP2) + Dy/2 \quad (12)$$

在 S206 中，與被分組到同一組中的評估位置對應的圖案參數被配置為因變數（也就是說，單組變數）並且分配作為圖案參數。其後，處理進行到圖 1 中的 S105。

圖 4 是顯示當在本示例性實施例中使用三個照明形狀參數和 8 個獨立的圖案參數時的評估專案值（影像形成特性的指標值）的衰減的圖示。“8 個變數”的符號表示與本示例性實施例有關的結果，並且出於參考的目的，也記錄第二比較示例的結果（“18 個變數”）。所決定的圖案參

數 PA 的值被顯示在表 14 中並且所決定的圖案參數 PB 的值被顯示在表 15 中。所決定的照明圖案參數的值是如此以至 Pa 是 0.916，Pb 是 0.647 並且 $P\phi$ 是 102 度。

表 14

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	36.6	40.7	40.7	40.7	36.6
j=2	72.1	72.1	72.1	72.1	72.1
j=3	66.1	66.1	66.1	66.1	66.1
j=4	72.1	72.1	72.1	72.1	72.1
j=5	36.6	40.7	40.7	40.7	36.6

表 15

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	44.8	41.0	41.0	41.0	44.8
j=2	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2
j=3	27.9	27.9	27.9	27.9	27.9
j=4	26.2	26.2	26.2	26.2	26.2
j=5	44.8	41.0	41.0	41.0	44.8

在本示例性示例中，如圖 4 中所顯示的，與第二比較示例中的 18 個獨立的圖案參數的配置相比，最佳化的收斂更快速。出於參考的目的，表 16 顯示第二比較示例和本示例性示例中的最佳化的計算次數以及 CD_RMS 的值 (nm)。

表 16

計算的次數	CD_RMS (nm)	
	18 個變數	8 個變數
200	11.5	1.2
400	4.5	1.2
600	1.2	1.2
800	1.1	1.1

如上所述，本示例性實施例的決定方法首先使得能夠同時最佳化（決定）照射遮罩時的照明形狀以及作為可以

以足夠精度形成在基板上的圖案的遮罩圖案兩者。此外，這個決定方法定義在檢查中的圖案與目標圖案之間的影像的 CD 差作為與鄰近效應有關的影像形成特性的指標，並且使用基於這個指標分組的圖案參數，由此使得能夠利用比先前可能的計算次數更少的計算次數來有效地引入最佳解。例如，雖然在使用傳統地已經使用對稱性特性的變數的壓縮時存在對壓縮數的限制，但是在本示例性實施例中，與對稱性特性無關地有效地減少用於最佳化的獨立變數。這個決定方法發現，在圖案排列隨機（諸如除儲存單元以外的裝置圖案）（包括相當大量形狀的圖案）時，關於初始大量的圖案參數的最佳化，對於減少收斂時間特別有利。

如上所述，本示例性實施例提供用於有效決定曝光條件與使得能夠在基板上以高精度形成圖案的遮罩圖案的方法，以及用於在資訊處理設備上運行這個過程的程式。

第二示例性實施例

接下來，將描述根據本發明的第二示例性實施例的用於曝光條件和遮罩圖案的決定方法。第一示例性實施例考慮與鄰近效應有關的影像形成特性作為中心圖案（目標圖案）和為了計算評估值而在檢查中的其他圖案之間的影像 CD 差。與此對比，本示例性實施例不同於第一示例性實施例之處在於，影像形成特性被不同地定義，並且特別地，本示例性實施例考慮其中與鄰近效應有關的影像形成

特性被取為兩個照明操作（第一照明和第二照明）之間的 CD 差的配置。以與第一示例性實施例相同的方式，使用圖 2C 中顯示的照明形狀和圖 2B 中顯示的遮罩圖案執行參數的決定，並且使得鄰近效應的評估位置以同樣方式接近參考尺寸。在下面的描述中，參考在上面的第一示例性實施例的描述中使用的圖 1 中的每個步驟描述決定方法的次序。在下面的描述中沒有重複的圖 1 中的其他步驟被理解為與第一示例性實施例中描述的那些相同。

首先，在照明形狀參數為 $P_a = 0.91$ ， $P_b = 0.73$ 和 $P_\phi = 30$ 度時鄰近效應的評估位置 $EP1(i,j)$ 的 CD 值和鄰近效應的評估位置 $EP2(i,j)$ 的 CD 值被分別配置作為 $CD1_EP1(i,j)$ 和 $CD1_EP2(i,j)$ 。另一方面，在照明形狀參數為 $P_a = 0.95$ ， $P_b = 0.73$ 和 $P_\phi = 30$ 度時鄰近效應的評估位置 $EP1(i,j)$ 的 CD 值和鄰近效應的評估位置 $EP2(i,j)$ 的 CD 值被分別配置作為 $CD2_EP1(i,j)$ 和 $CD2_EP2(i,j)$ 。在該情況下，在圖 1 中的 S202 中，與鄰近效應有關的影像形成特性 $\Delta EP1$ 、 $\Delta EP2$ 被如下面的公式 (13) 和公式 (14) 中顯示地定義。

$$\Delta EP1(i,j) = CD2_EP1(i,j) - CD1_EP1(i,j) \quad (13)$$

$$\Delta EP2(i,j) = CD2_EP2(i,j) - CD1_EP2(i,j) \quad (14)$$

接下來，在 S203 中，基於用公式 (13) 和公式 (14) 表示的定義公式獲取（計算）鄰近效應的全部評估

位置處的影像形成特性。基於用公式（13）表示的定義公式獲取的影像形成特性 $\Delta EP1$ 的結果被顯示在表 17 中，並且基於用公式（14）表示的定義公式獲取的影像形成特性 $\Delta EP2$ 的結果被顯示在表 18 中。

表 17

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	-0.5	-1.4	-1.4	-1.4	-0.5
j=2	0.3	-0.4	-0.5	-0.4	0.3
j=3	-1.1	-1.9	-2.0	-1.9	-1.1
j=4	0.3	-0.4	-0.5	-0.4	0.3
j=5	-0.5	-1.4	-1.4	-1.4	-0.5

表 18

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	0.0	-0.7	-0.7	-0.7	0.0
j=2	1.6	1.0	0.9	1.0	1.6
j=3	0.7	0.1	0.0	0.1	0.7
j=4	1.6	1.0	0.9	1.0	1.6
j=5	0.0	-0.7	-0.7	-0.7	0.0

接下來，在 S204 中，定義用於將 S203 中獲取的影像形成特性分組成多個組的演算法。組數量 n 被設定為 10，並且在此，演算法定義關於影像形成特性的總共 10 組的分組，其中對於 $\Delta EP1$ 為 5 組並且對於 $\Delta EP2$ 為 5 組。當 $\Delta EP1$ 被分成 5 組時，組的中值被計算作為值 $X(k) \{k = 1, 2, 3, 4, 5\}$ ，並且 $X(k)$ 的值被計算以便使公式 7 中的 E_x 最小化。以同樣方式，當關於 $\Delta EP2$ 提供 5 組時，組的中值被計算作為值 $Y(k) \{k = 1, 2, 3, 4, 5\}$ ，並且 $Y(k)$ 的值被計算以便使公式 8 中的 E_y 最小化。也就是說，分組演算法與在第一示例性實施例中使用的分組

演算法相同。所獲取的 $X(k)$ 和 $Y(k)$ 的值被顯示在表 19 中。當具有 $X(k)$ 的中值的組被取為 $GX(k)$ 並且具有 $Y(k)$ 的中值的組被取為 $GY(k)$ 時，該分類與使用表 20 中顯示的範圍的分類相同。

表 19

X(1)	-1.96	Y(1)	-0.69
X(2)	-1.43	Y(2)	0.01
X(3)	-1.11	Y(3)	0.75
X(4)	-0.49	Y(4)	0.98
X(5)	0.30	Y(5)	1.58

表 20

$-\infty$	$\leq GX(1) <$	-1.69
-1.69	$\leq GX(2) <$	-1.27
-1.27	$\leq GX(3) <$	-0.8
-0.8	$\leq GX(4) <$	-0.09
-0.09	$\leq GX(5) <$	∞
$-\infty$	$\leq GY(1) <$	-0.34
-0.34	$\leq GY(2) <$	0.38
0.38	$\leq GY(3) <$	0.87
0.87	$\leq GY(4) <$	1.28
1.28	$\leq GY(5) <$	∞

接下來，在 S205 中，S204 的細節被應用於 S203 中獲取的影像形成特性，以便由此運行實際影像形成特性的分組。在本示例性實施例中分組也被執行以使得 $X(k)$ 和 $Y(k)$ 的值與組的中值一致。關於表 17 中顯示的影像形成特性 $\Delta EP1$ 的實際分組被顯示在表 21 中，並且關於表 18 中顯示的影像形成特性 $\Delta EP2$ 的實際分組被顯示在表 22 中。如這些表所顯示的，當一個組由相同的參數構成時，50 個圖案參數可以被壓縮到總共 10 個參數。

表 21

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	GX(4)	GX(2)	GX(2)	GX(2)	GX(4)
j=2	GX(5)	GX(4)	GX(4)	GX(4)	GX(5)
j=3	GX(3)	GX(1)	GX(1)	GX(1)	GX(3)
j=4	GX(5)	GX(4)	GX(4)	GX(4)	GX(5)
j=5	GX(4)	GX(2)	GX(2)	GX(2)	GX(4)

表 22

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	GY(2)	GY(1)	GY(1)	GY(1)	GY(2)
j=2	GY(5)	GY(4)	GY(4)	GY(4)	GY(5)
j=3	GY(3)	GY(2)	GY(2)	GY(2)	GY(3)
j=4	GY(5)	GY(4)	GY(4)	GY(4)	GY(5)
j=5	GY(2)	GY(1)	GY(1)	GY(1)	GY(2)

在 S206 中，與被分到同一組中的評估位置對應的圖案參數被配置為因變數，圖案參數被分配，並且其後，該處理以與第一示例性實施例相同的方式進行到 S105。

圖 5 對應於圖 4，並且是顯示在三個照明形狀參數和 10 個獨立的圖案參數被用在本示例性實施例中時的評估專案值（對於影像形成特性的指標值）的衰減的圖示。“10 個變數”的符號表示本示例性實施例的結果，並且出於參考的目的，也記錄第二比較示例的結果（“18 個變數”）。所決定的圖案參數 PA 的值被顯示在表 23 中並且所決定的圖案參數 PB 的值被顯示在表 24 中。所決定的照明圖案參數的值是如此以至 Pa 是 0.873，Pb 是 0.728 並且 $P\phi$ 是 74 度。

表 23

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	51.5	46.9	46.9	46.9	51.5
j=2	39.2	51.5	51.5	51.5	39.2
j=3	73.5	50.3	50.3	50.3	73.5
j=4	39.2	51.5	51.5	51.5	39.2
j=5	51.5	46.9	46.9	46.9	51.5

表 24

	i=1	i=2	i=3	i=4	i=5
j=1	48.8	51.6	51.6	51.6	48.8
j=2	55.4	47.7	47.7	47.7	55.4
j=3	40.4	48.8	48.8	48.8	40.4
j=4	55.4	47.7	47.7	47.7	55.4
j=5	48.8	51.6	51.6	51.6	48.8

在本示例性示例中，如圖 5 中所顯示的，與第二比較示例中的使用 18 個獨立的圖案參數的配置相比，最佳化的收斂更快速。出於參考的目的，表 25 顯示第二比較示例和本示例性示例中的最佳化的計算次數以及 CD_RMS 的值（nm）。

表 25

計算的次數	CD_RMS (nm)	
	18 個變數	10 個變數
200	11.5	1.8
400	4.5	1.3
600	1.2	1.2
800	1.1	1.2

以上述方式，根據本示例性實施例的決定方法定義兩個照明操作之間的 CD 差作為與鄰近效應有關的影像形成特性的指標，並且使用參考指標被分組的圖案參數以便由此獲得與第一示例性實施例相同的效果。

第三示例性實施例

接下來，將描述根據第三示例性實施例的用於曝光條件和遮罩圖案的決定方法。在本示例性實施例中，經由使用分組來減少獨立的最佳化變數，使最佳化的收斂進一步更快速。以這樣的方式，關於變數的自由度被進一步增大並且進一步增強最終解（獲取最佳解）。在本示例性實施例中，最佳化的收斂進一步更快速並且新的步驟被添加到根據圖 1 中顯示的示例性實施例的決定方法，由此使得結果得到的解接近最佳解。

圖 6 對應於圖 1 並且是顯示根據本示例性實施例的決定方法的次序的流程圖。在圖 6 中，與圖 1 中顯示的步驟相同的那些步驟由相同的步驟編號表示，並且有關的描述不會被重複。特別地，被配置為決定是否已經超過定義的計算次數的步驟作為 S301 被插入在被配置為在 S102 中設定的評估位置處獲取評估專案的步驟（S107）與被配置為決定評估專案的值是否滿足評估標準的步驟（S108）之間。此外，在 S301 中計算次數被決定為沒有超過預定數量（“是”）時，被配置為改變（增大）組數量 n 的步驟（S302）被包括。在該情況下，首先，經由預先設定初始組數量 n ，開始圖案參數和照明形狀參數的最佳化。然後，在計算次數不超過預定數量（例如，20 次）時，過程進行到 S302 並且組數量被增大。在 S302 中，例如，經由在第一次為 2、在第二次為 4、在第三次為 8、在第四次為 16 來逐漸地實現增大，並且其後，以同樣

方式繼續最佳化過程。在計算與鄰近效應有關的影像形成特性時的照明形狀參數應用關於緊挨著先前的最佳化過程獲得的值。此外，圖案參數也應用作為最佳解獲得的值作為初始值。以這樣的方式，本示例性實施例以逐步的方式增大圖案參數的數量，並且因此使用（輸入）在最佳化過程期間對於最佳化的各個初始值作為接近於最佳解的值。因此，最佳化的收斂被進一步促進，並且最後全部變數可以被配置為獨立參數並且結果得到的解是最佳解。

雖然已經參考示例性實施例描述了本發明，但是應當理解，本發明不限於所公開的示例性實施例。以下申請專利範圍的範圍將被給予最廣泛的解釋從而包括所有這樣的修改、等同的結構與功能。

本申請要求 2012 年 11 月 26 日申請的日本專利申請 No. 2012-257363 號案的權益，該日本專利申請案的整體經由參考被併入於此。

申請專利範圍

1. 一種用於經由使用電腦決定由照明光學系統形成的有效光源分佈以及用在曝光設備中的遮罩的圖案的決定方法，該曝光設備包括被配置為使用來自光源的光照射遮罩的照明光學系統和被配置為將遮罩的多個圖案元素的影像投影到基板上的投影光學系統，該方法包括如下的步驟：

設定用於評估在投影光學系統的影像平面上的遮罩的多個圖案元素的影像的評估位置、以及用於在評估位置處評估的評估專案；

設定用於定義遮罩的多個圖案元素的形狀的第一參數；

設定用於定義有效光源分佈的第二參數；以及

在改變第一參數和第二參數的值的同時重複遮罩的多個圖案元素的影像的計算以及評估專案的值的計算的過程，由此決定有效光源分佈以及遮罩的圖案，

其中該設定第一參數的步驟包含：計算代表該等圖案元素之每一者的鄰近效應之指標的值、和基於該等圖案元素之每一者的指標之被計算值，設定該等圖案元素中的圖案元素的參數作為一個參數，該指標的值代表該遮罩的該等圖案元素中的與評估圖案元素相鄰的相鄰圖案元素對評估圖案元素的評估位置處的評估圖案元素的影像所具有的鄰近效應。

2. 根據申請專利範圍第 1 項所述的決定方法，其中

設定第一參數的步驟包括如下的步驟：

定義影像形成特性；

設定被配置為評估影像形成特性的第二評估位置；

計算關於每個第二評估位置的影像形成特性的每個值；

將所計算出的影像形成特性的值分組到預設的組中，並且將影像形成特性的多個值分組到一個組中；以及

將與被分組到一個組中的影像形成特性的值對應的第二評估位置中的第一參數設定作為一個參數。

3. 根據申請專利範圍第 2 項所述的決定方法，

其中設定第一參數的步驟包括定義用於將所計算出的影像形成特性的值分組到預設數量的組中的演算法的步驟，以及

其中該演算法是用於在被輸入到相同的組中的影像形成特性的值的範圍內分組的演算法，以及

其中，在分組的步驟中，計算影像形成特性的值的範圍中的每個組的中值，並且對於包括所計算出的中值的每個組執行分組。

4. 根據申請專利範圍第 3 項所述的決定方法，其中中值被計算為使中值和各個影像形成特性的值之間的差的平方和最小化。

5. 根據申請專利範圍第 3 項所述的決定方法，其中使用等差數列設定中值。

6. 根據申請專利範圍第 1 項所述的決定方法，其中

代表鄰近效應的指標是評估圖案元素的影像和相鄰圖案元素的影像之間的尺寸差。

7. 根據申請專利範圍第 1 項所述的決定方法，其中代表鄰近效應的指標是在使用第一有效光源分佈照射評估圖案元素的情況與使用具有與第一有效光源分佈的形狀不同的形狀的第二有效光源分佈照射評估圖案元素的情況之間的評估圖案元素的 CD 差。

8. 根據申請專利範圍第 1 項所述的決定方法，還包括改變組數量並且重複有效光源分佈和遮罩的圖案的決定的步驟。

9. 根據申請專利範圍第 8 項所述的決定方法，其中經由對於有效光源分佈和遮罩的圖案的決定的計算次數是否已經超過預定數量，來決定是否改變組數量。

10. 根據申請專利範圍第 1 項所述的決定方法，其中在該設定第一參數的步驟中，該指標之該被計算值在預定範圍內的該等圖案元素的該等參數被設定作為一個參數。

11. 一種非暫時性的儲存媒體，其上儲存了用於使電腦執行根據申請專利範圍第 1 項所述之決定方法的電腦程式。

圖 1

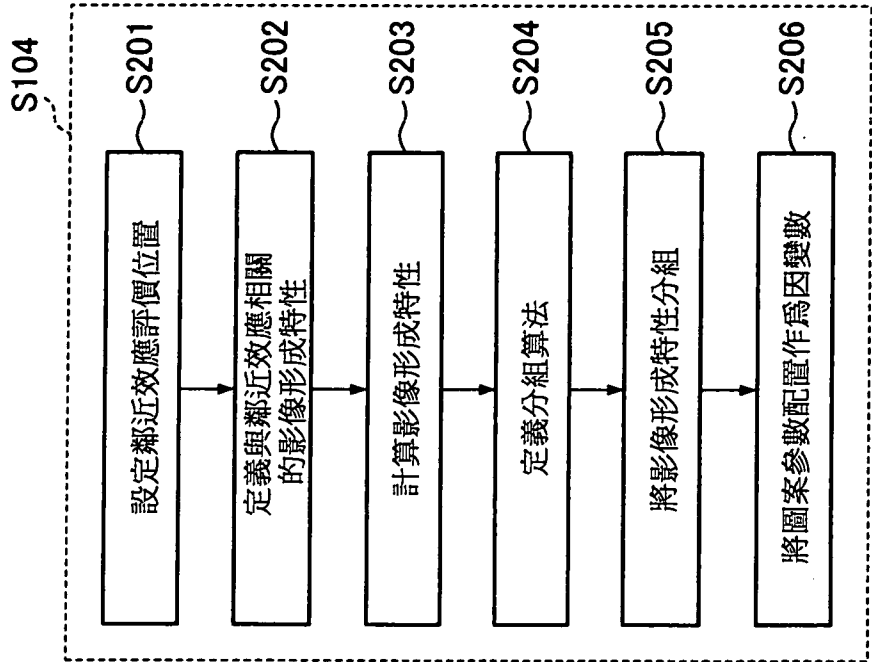
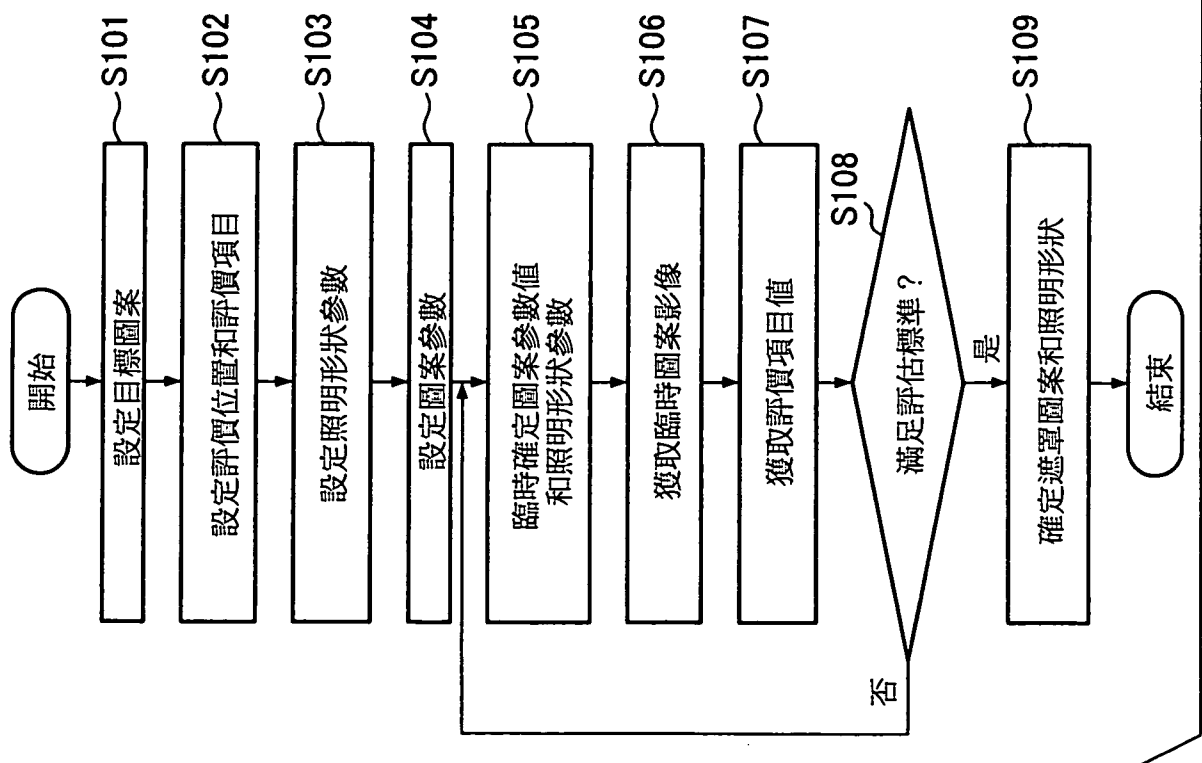


圖 2A

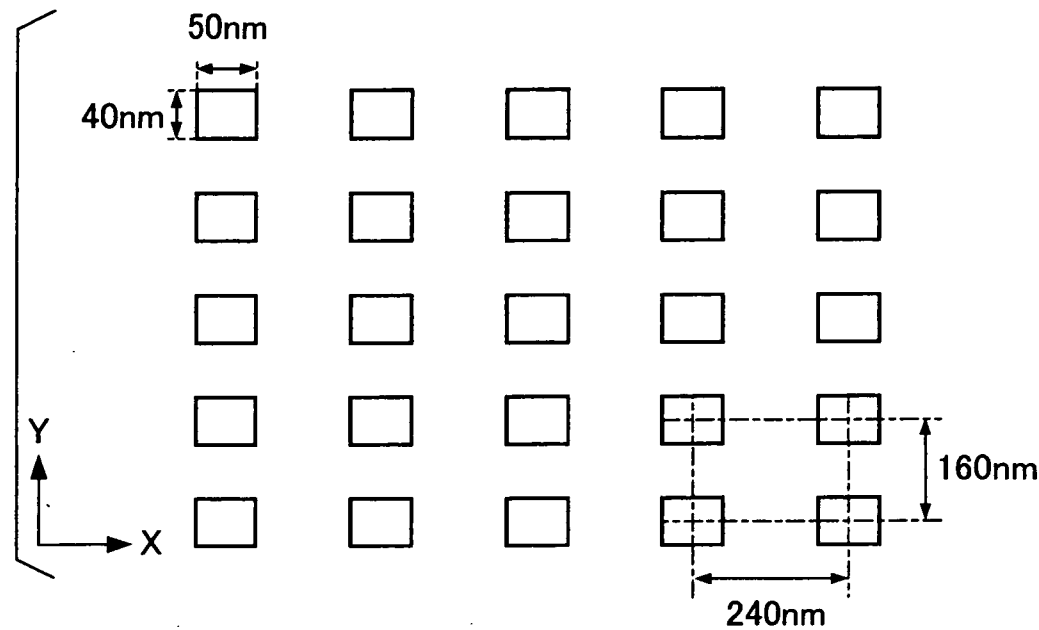


圖 2B

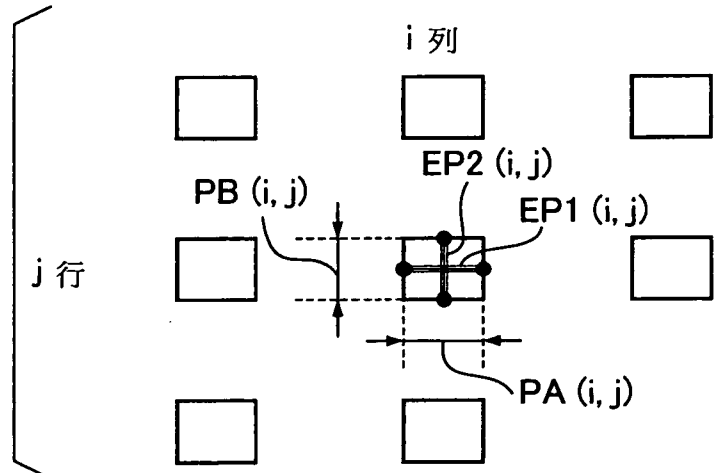


圖 2C

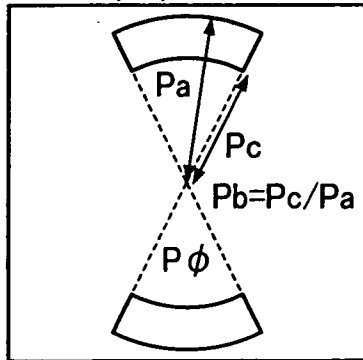


圖 2D

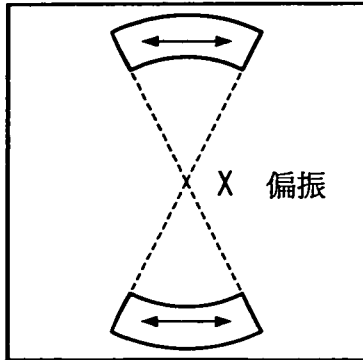


圖 3

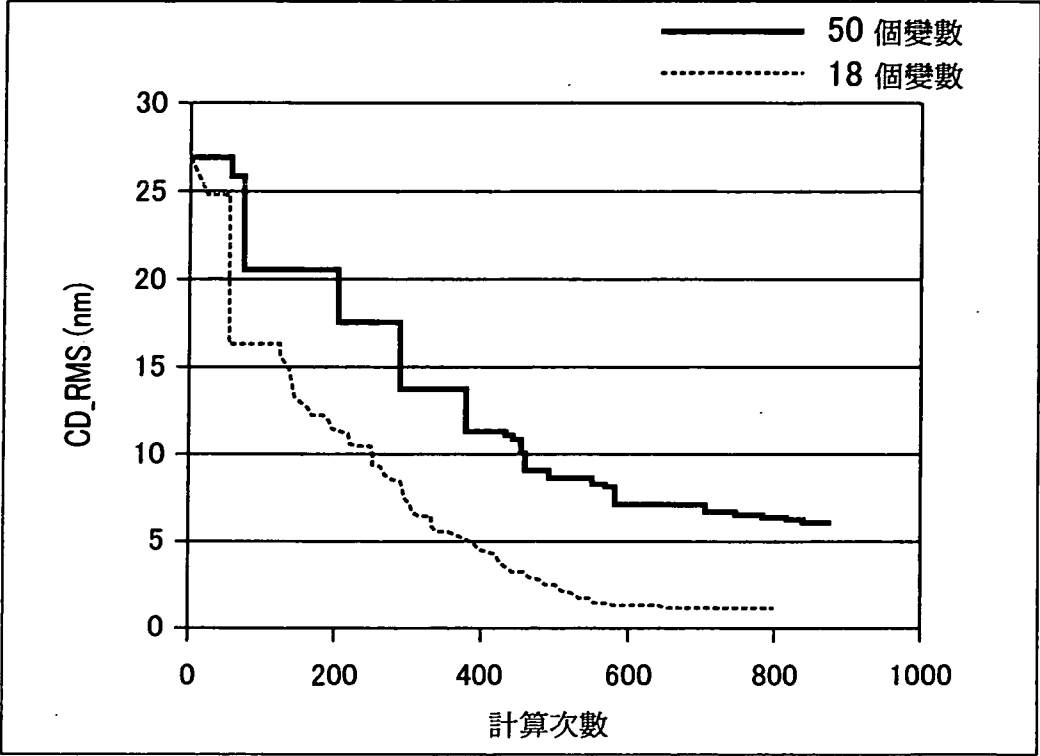


圖 4

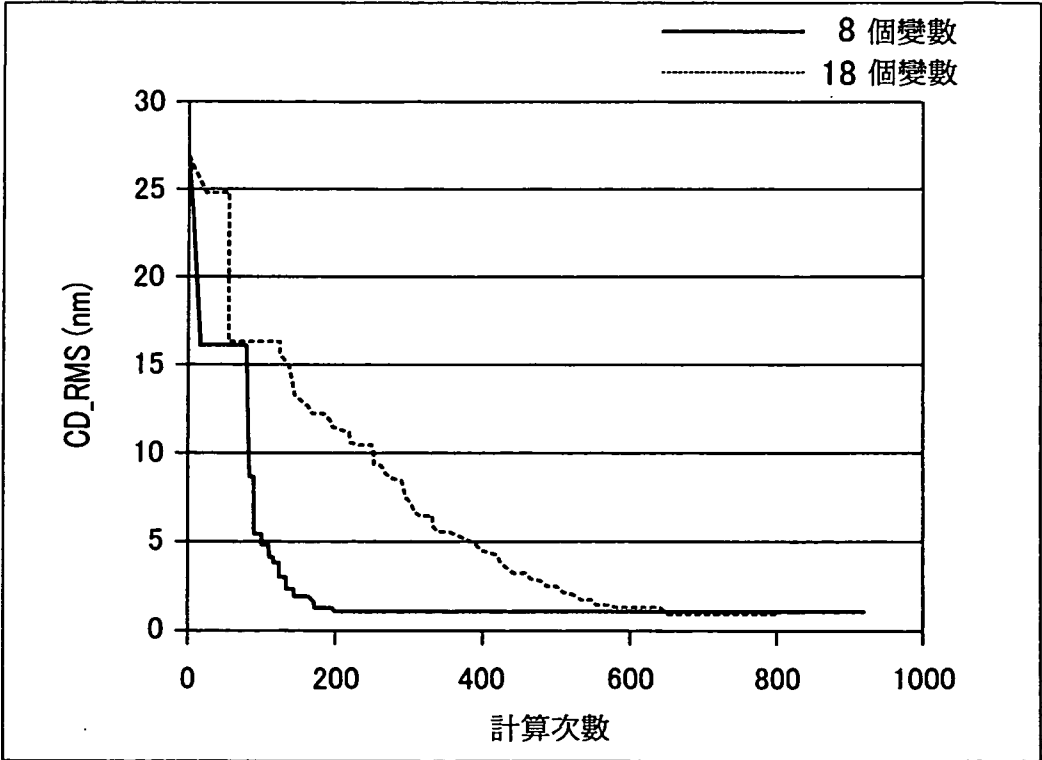


圖 5

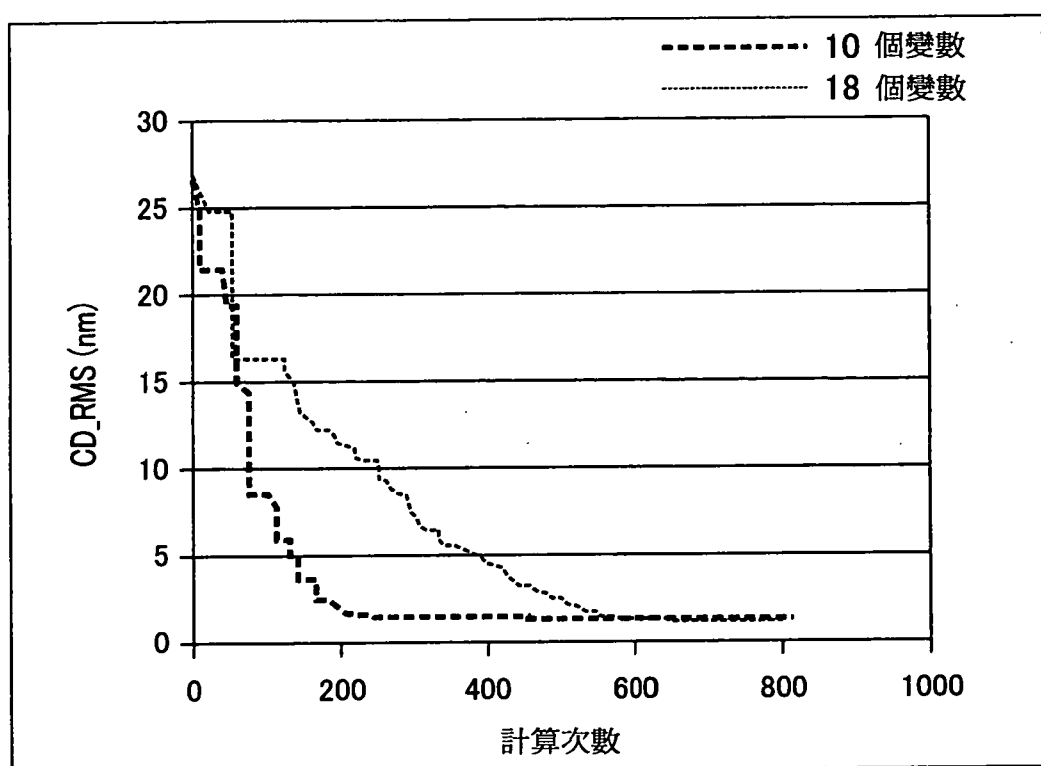


圖 6

