



(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 I485509 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 05 月 21 日

(21) 申請案號：102118942

(22) 申請日：中華民國 102 (2013) 年 06 月 05 日

(51) Int. Cl. : G03F1/36 (2012.01)

G03F1/68 (2012.01)

G03F1/70 (2012.01)

(30) 優先權：2012/06/08 日本

2012-131117

(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) ; 荒井禎 ARAI, TADASHI (JP) ; 石井弘之 ISHII, HIROYUKI (JP)

(74) 代理人：林志剛

(56) 參考文獻：

TW I334961

TW I364064

TW 200731001A

EP 1450206A2

JP 2012-99596A

US 2012/0100468A1

審查人員：吳彥華

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：12 共 44 頁

(54) 名稱

圖案產生方法

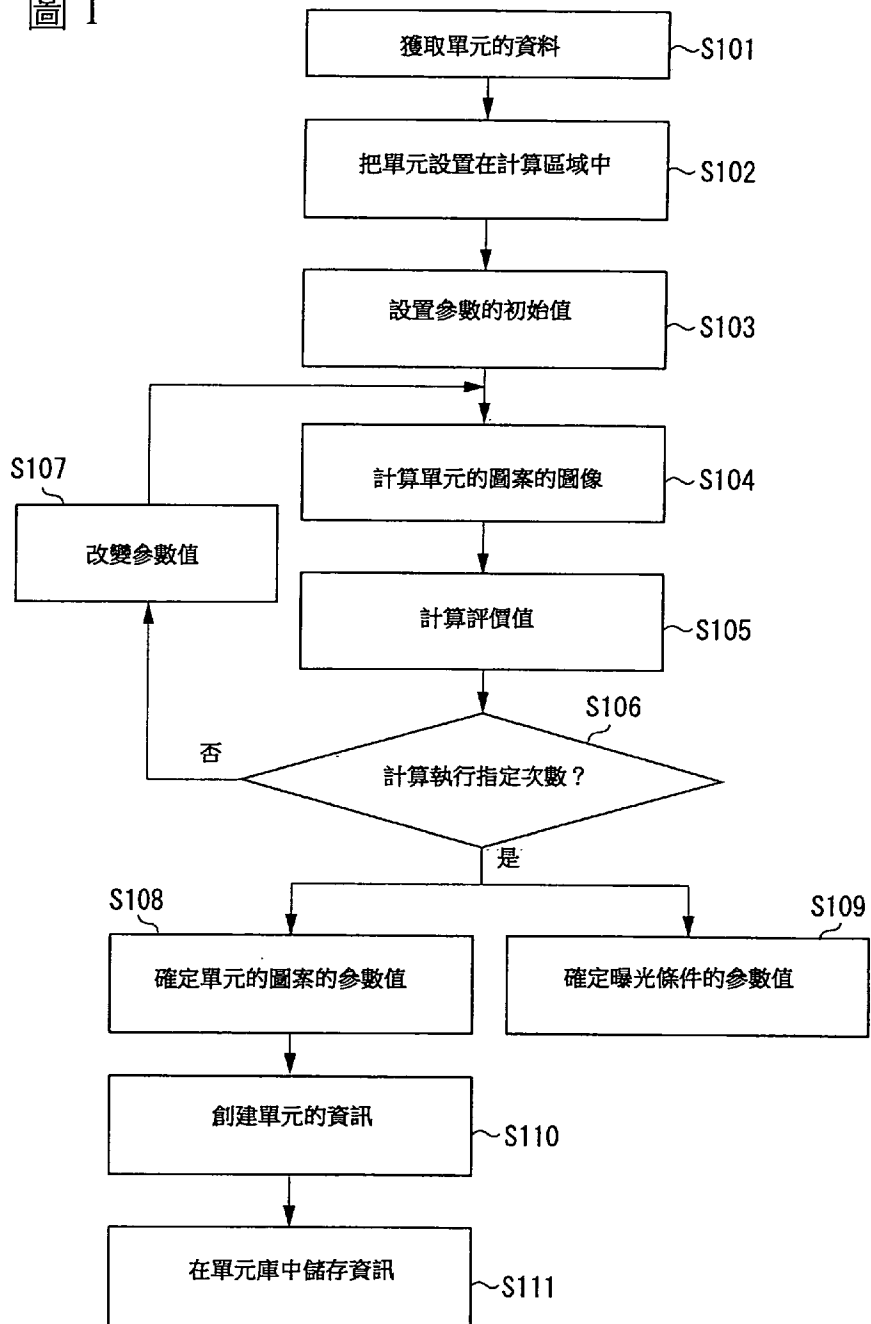
PATTERN GENERATION METHOD

(57) 摘要

一種圖案產生方法，用於使用電腦來產生用於產生遮罩的圖案的單元的圖案，包括：獲得單元的圖案的資料；透過重複改變當具有單元的圖案的遮罩受照射以將單元的圖案的圖像投影到基板上以使基板曝光時的曝光條件的參數值、以及單元的圖案的參數值來計算單元的圖案的圖像以獲得圖像的評價值；以及確定當評價值滿足預定的評價標準時的單元的圖案的參數值。

A pattern generation method for generating a pattern of a cell used to generate a pattern of a mask using a computer, includes obtaining data of pattern of the cell, calculating image of the pattern of the cell to obtain an evaluation value of the image by repeatedly changing a parameter value of an exposure condition when the mask which has the pattern of the cell is illuminated to project image of the pattern of the cell onto a substrate to expose the substrate, and a parameter value of the pattern of the cell, and determining parameter value of the pattern of the cell when the evaluation value satisfies a predetermined evaluation standard.

圖 1



## 發明摘要

公告本

※申請案號：102118942

※申請日：102年06月05日

※IPC分類：

G03F	1/36	(2006,1)
G03F	1/68	(2012,1)
G03F	1/70	(2012,1)

【發明名稱】(中文/英文)

圖案產生方法

Pattern generation method

【中文】

一種圖案產生方法，用於使用電腦來產生用於產生遮罩的圖案的單元的圖案，包括：獲得單元的圖案的資料；

透過重複改變當具有單元的圖案的遮罩受照射以將單元的圖案的圖像投影到基板上以使基板曝光時的曝光條件的參數值、以及單元的圖案的參數值來計算單元的圖案的圖像以獲得圖像的評價值；以及確定當評價值滿足預定的評價標準時的單元的圖案的參數值。

## 【英文】

A pattern generation method for generating a pattern of a cell used to generate a pattern of a mask using a computer, includes obtaining data of pattern of the cell, calculating image of the pattern of the cell to obtain an evaluation value of the image by repeatedly changing a parameter value of an exposure condition when the mask which has the pattern of the cell is illuminated to project image of the pattern of the cell onto a substrate to expose the substrate, and a parameter value of the pattern of the cell, and determining parameter value of the pattern of the cell when the evaluation value satisfies a predetermined evaluation standard.

**【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)

圖案產生方法

Pattern generation method

## 【技術領域】

本發明涉及一種圖案產生方法。

## 【先前技術】

曝光裝置用在半導體設備的製造過程的曝光過程中。曝光裝置使用來自光源的光來照射在上面形成有使用照射光學系統的半導體設備的電路圖案的遮罩（光罩），並且使用投影光學系統將遮罩圖案傳送到晶片上。

近來，半導體設備的圖案的小型化已經進一步發展，在曝光過程中，已經使用解析度增強技術（比如照射光學系統的離軸照射或遮罩圖案的光學鄰近校正（OPC））。

遮罩的整個表面的圖案包括與一個半導體晶片的區域對應的一個或多個圖案。透過組合包括在一個組中形成功能塊的塊單元、指示資料的輸入/輸出的 IO 單元以及以邏輯元件為單位的標準單元的電路圖案組來構成一個半導體晶片區域的圖案。

當對整個半導體晶片的遮罩圖案執行 OPC 時，圖案的校正資料量太大，這需要若干天作為處理時間。因此，已經研究了用於對標準單元執行 OPC 的技術（下文中，

被稱為單元 OPC) 作為對整個遮罩圖案執行的 OPC 的前步驟。

作為 OPC 被應用於標準單元的示例，討論用於對於每個單元重複進行提取一個單元、把 OPC 應用於該單元以及在庫中登記完成的單元的操作的技術（見日本專利申請 No.3073156）。

此外，討論了遮罩圖案被分類為單元 OPC 被應用到的圖案以及其中 OPC 被應用到半導體晶片的整個表面的圖案的圖案（下文中，被稱為晶片級別 OPC）（見日本專利 No.3827659）。日本專利 No.3827659 討論了對用於單元 OPC 的圖案執行 OPC 並且在單元庫中登記對其執行了 OPC 的單元。此外，日本專利 No.3827659 還討論了用於在透過佈置從單元庫選擇的單元來產生半導體晶片的圖案之後對晶片級別 OPC 應用圖案執行 OPC 以產生遮罩圖案的技術。

同時，為了處理圖案的小型化，變得困難的是，在（水平和垂直方向上延伸的）傳統的二維佈局圖案中將期望的圖案滿意地傳送到晶片上。因此，存在使用被稱為面向製造的設計（DfM）的改進技術的動作，DfM 允許在製造過程中進行容易處理以防止在後續過程中檢測到的熱點（hot spot）出現。

對於邏輯設備研究了用於產生圖案的方法，稱為一維柵格設計規則（1D-GDR）（一維佈局）技術，其中間距限制被加入到設計圖案（見“Low k1 Logic Design using

Gridded Design Rules” by Michael C. Smayling 等人, Proc. of SPIE Vol. 6925 (2008) )。在 1D-GDR 技術中，具有單個間距的線和空間 (L/S) 圖案預先形成在晶片上，然後多個圖案元件 (例如孔圖案或切分圖案) 在多個位置中暴露在具有相同圖像大小的相等柵格上。透過該方法，具有單個間距的 L/S 圖案被圖案元件切分，或空間被填充以產生設備。與具有高自由度的圖案 (例如相關技術中所使用的二維佈局圖案) 相比，1D-GDR 技術可以不僅具有大曝光餘量，而且還減少單元面積。

此外，作為 1D-GDR 的檢驗示例，可以形成在 20nm 節點以下的設備 (見 “Sub-20 nm Logic Lithography Optimization with Simple OPC and Multiple Pitch Division” by Michael C. Smayling 等人 Proc. Of SPIE Vol. 8327 (2012) )。

在日本專利 No.3073156 和 3827659 所討論的發明中，當對單元執行 OPC 時，在不調整曝光裝置的曝光條件的情況下執行計算。如果在固定曝光條件的同時執行單元 OPC，則當曝光條件不適當時，無法獲得期望的圖像表現。在此情況下，如果在調整曝光條件以獲得在對其執行單元 OPC 的單元被佈置為設計遮罩圖案以執行晶片級別 OPC 時的適當曝光條件的同時校正遮罩圖案，則待校正的位置或部分中的圖案的線寬度和校正量增加，以使得計算量增加。因此，存在計算時間增加的問題。

此外，如在日本專利 No.3073156 中所討論的那樣，



如果單元 OPC 被重複施加於每個單元，則用於所有單元的計算時間增加。

此外，單元的圖案可以被設計為用於在“Low k1 Logic Design using Gridded Design Rules” by Michael C. Smayling 等人, Proc. of SPIE Vol. 6925 (2008)和“Sub-20 nm Logic Lithography Optimization with Simple OPC and Multiple Pitch Division” by Michael C. Smayling 等人, Proc. Of SPIE Vol. 8327 (2012)中所討論的一維佈局的切分圖案。然而，當對以上圖案執行日本專利 No.3073156 和 No.3827659 中所討論的單元 OPC 時，可能出現相同問題。

### 【發明內容】

本發明針對一種單元圖案產生方法，其中，單元被佈置為在短時間中產生遮罩圖案。

根據本發明的一態樣，一種圖案產生方法，用於使用電腦來產生用於產生遮罩的圖案的單元的圖案，包括：獲得單元的圖案的資料；透過重複改變當具有單元的圖案的遮罩受照射以將單元的圖案的圖像投影到基板上以使基板曝光時的曝光條件的參數值、以及單元的圖案的參數值來計算單元的圖案的圖像以獲得圖像的評價值；以及確定當評價值滿足預定的評價標準時的單元的圖案的參數值。

從參照圖式對示例性實施例的以下描述，本發明的其他特徵將變得清楚。

**【圖式簡單說明】**

圖 1 是示出單元圖案的產生方法的流程圖。

圖 2 是示出單元圖案的示例的圖。

圖 3 是示出遮罩圖案的產生方法的流程圖。

圖 4 是示出單元的一種圖案的圖。

圖 5 是多個單元的佈置和計算區域的示例的示圖。

圖 6 是示出圖案元件的參數的圖。

圖 7A 和圖 7B 是示出有效光源分佈的參數的圖。

圖 8A 和圖 8B 是分別示出多個單元的圖案的最佳化結果的圖。

圖 9 是示出相鄰地佈置單元的測試晶片上的佈局的圖。

圖 10 是示出根據本發明的示例性實施例的當在測試晶片的金屬層中執行 OPC 時的遮罩圖案的圖。

圖 11 是示出本發明的示例性實施例和第一比較性實施例的計算結果的圖。

圖 12 是示出本發明的示例性實施例和第二比較性實施例的計算結果的圖。

**【實施方式】**

本發明可以應用於產生遮罩（原板）圖案的資料。遮罩用於製造各種設備（例如半導體晶片（如 IC 或 LSI）、顯示設備（如液晶面板）、檢測設備（如磁頭）

或圖像捕獲設備（如 CCD 感測器）），或用於微機械。

將描述根據示例性實施例的單元的圖案的產生方法。圖 1 是示出根據該示例性實施例的單元的圖案的產生方法的流程圖。透過資訊處理裝置（如電腦）來執行該產生方法。

在該示例性實施例中，指示邏輯元件的標準單元被佈置為產生單元的圖案。可以透過經過網路或記錄媒體將能夠執行圖 1 所示的各個步驟的程式提供給資訊處理裝置（電腦）並且允許資訊處理裝置讀取並且執行儲存媒體（如記憶體）中所儲存的程式來實施根據該示例性實施例的產生方法。

首先，在步驟 S101 中，電腦獲得多個單元的圖案的資料。資料可以透過從電腦的記憶體中所儲存的單元庫 10（未示出）的多個單元選擇資料來獲得或透過讀取使用者所輸入的多個單元來獲得。

可以選擇具有臨界圖像表現的單元（單元非常可能產生差的解析度），或可以選擇很可能被設置在遮罩上的所有單元。

資料是例如單元的設計值的 GDSII 資料。圖 2 是包括多個矩形圖案元件的圖案的圖，該圖案為在一維佈局技術中所使用的孔圖案或切分圖案。

單元庫 10 包括單元資訊，諸如包括單元的名稱和範圍、輸入/輸出管腳資訊以及引線層的佈局物理屬性資訊的佈局交換格式（LEF）文件、包括電晶體的寄生電容或

溫度電勢的變化的時序庫 ( LIB ) 文件、邏輯電路的設計資料或設計值的 GDSII 資料。在一個單元中包括電晶體、閘極、觸點、金屬以及過孔的散佈。

接下來，在步驟 S102 中，在步驟 S101 中所選擇的多個單元被充分地隔離以使得光學鄰近效果不施加在各單元之間，並且被設置在計算區域中。如果所選擇的單元的數量較大並且因此所選擇的單元未被設置在一個計算區域中，則這些單元被設置在多個計算區域中，隨後計算處理可以由單獨的電腦對計算區域中的每一個執行，或由一個電腦依次按時間順序執行。換句話說，多個所選擇的單元被劃分為第一單元組和第二單元組，並且各組可以被獨立地計算。

接下來，在步驟 S103 中，設定多個單元的圖案的參數以及曝光條件的參數的初始值。單元的圖案的參數包括圖案的線寬度和偏移量。曝光條件是當遮罩受照射以將遮罩的圖案的圖像投影到晶片 ( 基板 ) 上以使晶片曝光時的條件。曝光條件的參數包括曝光裝置的照射光學系統的光瞳面上的光強度分佈 ( 有效光源分佈 ) 的形狀、數值孔径 ( NA )、像差以及投影光學系統的曝光波長。

接下來，在步驟 S104 中，當具有所設定的初始值的單元的圖案被假設為在遮罩中並且遮罩在初始值的曝光條件下受照射以使基板曝光時，計算多個單元的圖案的圖像。接下來，在步驟 S105 中，使用 ( 以下將描述的 ) 預定評價指標來評價所計算的圖像，以獲得評價值。

在步驟 S106 中，確定在步驟 S104 中所執行的圖像的計算的次數和在步驟 S105 中所執行的評價值的計算的次數是否達到指定次數。如果在步驟 S106 中確定它們尚未達到指定次數，則在步驟 S107 中，改變多個單元的圖案的參數值和曝光條件的參數值。然後，使用改變後的參數值來執行步驟 S104 中的圖像的計算以及步驟 S105 中的評價值的計算。透過重複改變參數值直到計算的次數達到指定次數來執行這些計算，以獲得多個評價值。

如果步驟 S104 中所執行的圖像的計算的次數和步驟 S105 中所執行的評價值的計算的次數達到指定次數，則在步驟 S108 中，確定當多個評價值當中的某個評價值滿足預定評價標準時的單元的圖案的參數值。此外，在步驟 S109 中，確定當該評價值滿足預定評價標準時的曝光條件的參數值。評價標準可以是最佳值（最大值或最小值）或預定的可接受的值。

接下來，在步驟 S110 中，創建單元的資訊，所述單元的資訊被加入到在步驟 S108 中所確定的多個單元中的每一個的圖案。在步驟 S111 中，該資訊被儲存在與作為 OPC 完成單元的單元庫 10 不同的單元庫 20 中並且被管理為用於遮罩圖案設計的邏輯元件的資訊。

此外，在步驟 S106 中，透過重複改變參數值直到計算的次數達到指定次數來執行圖像的計算和評價值的計算。在此情況下於在步驟 S105 中計算評價值之後，每次確定評價值是否滿足可接受的值（評價標準）以及何時評

價值滿足可接受的值，參數值就可以確定了。

接下來，將描述根據該示例性實施例的遮罩圖案的產生方法。圖 3 是根據該示例性實施例的遮罩圖案的產生方法的流程圖。透過資訊處理裝置（如電腦）來執行該產生方法。

在步驟 S301 中，基於設計規範（如專用積體電路（ASIC））來執行邏輯電路設計，並且產生對邏輯元件進行組合的電路設計資料。通常，以被稱為 Netlist 的格式來記錄資訊，並且安裝邏輯電路的部分被指示。在步驟 S302 中，從單元庫 20 選擇與步驟 S301 中所產生的邏輯元件相對應的單元。然後，在步驟 S303 中，透過在佈局和佈線工具中輸入所選擇的單元來執行單元的佈局和佈線。

例如，佈局和佈線工具（如 Synopsys, Inc 所製造的 IC 編譯器或 Mentor Graphics Corporation 所製造的 Olympus-SoC）用於確定單元的佈局和佈線。此外，包括不對其執行 OPC 的設計值的單元的單元庫 10 用於在很多情況下產生一般的遮罩圖案，具有非臨界的圖像表現的單元可以選自單元庫 10。

接下來，在步驟 S304 中，對於遮罩的每個層提取圖案。例如，對於每個所設置的單元提取一層圖案並且各層圖案彼此連接，以使得可以獲得晶片的整個表面的圖案文件，這通常被稱為平坦化處理。對於每個層重複該處理，以獲得用於每個曝光過程的晶片的整個表面的遮罩圖案資

訊。接下來，在步驟 S305 中，設定曝光條件的參數值。在單元 OPC 的情況下，曝光條件的參數值被設定為與在步驟 S109 中所確定的曝光條件的參數值相同的值或近似的值。

接下來，在步驟 S306 中，設定對於每個層所提取的圖案的參數值。接下來，在步驟 S307 中，當步驟 S306 中設定的圖案被設定在遮罩中時，遮罩在步驟 S305 中所設定的曝光條件下受照射，計算當遮罩圖案的圖像投影到晶片上時的遮罩圖案的圖像，並且評價圖像。

在步驟 S308 中，確定圖像的評價值是否滿足預定評價標準（可接受的值）。如果圖像的評價值不滿足評價標準，則操作返回步驟 S306，圖案的參數值被改變以被重置，來計算並且評價圖像。

在步驟 S306 至 S308 中，調整遮罩圖案（OPC）以將遮罩圖案的圖像近似為圖像形成圖案的期望大小。在步驟 S309 中，如果圖像的評價值滿足評價標準，則確定在此情況下的遮罩圖案。此外，可以使用 Mentor Graphics Corporation 所製造的 Calibre 或 Brion Technologies, Inc 所製造的 Tachyon 來執行晶片的整個表面上的在步驟 S305 至 S309 中的 OPC。

如果確定了圖案，則在步驟 S310 中，呈現遮罩圖案所需的資料格式被轉換，並且透過一般的電子束光刻法來產生遮罩。對於遮罩的每個層重複執行步驟 S305 至 S310 中的處理，以產生用於半導體設備的關鍵過程的遮罩圖

案。

根據該示例性實施例，使用曝光條件和單元圖案的參數對於包括多個單元的每個單元組計算光學圖像，以最佳化圖像表現，以使得與當對於每個單元執行計算時相比可以在更短時間中執行計算。

此外，根據該示例性實施例，在確定具有期望圖像表現的遮罩圖案之前，使用曝光條件和單元圖案的參數來確定單元中的每一個單元的圖案，以最佳化圖像表現。因此，可以在確定遮罩圖案之前使用基於適當曝光條件所計算的 OPC 完全單元的圖案，因此減少了確定遮罩圖案所需的計算時間。

將描述這樣的示例：上述示例性實施例中描述的圖案產生方法被應用於使用 20nm 節點的 1D-GDR 的標準單元的金屬過程的遮罩圖案的產生。

在 1D-GDR 設備中，透過在形成微小線和空間 (L/S) 圖案之後用消除 L/S 的一部分空間的切分圖案來填充 L/S 圖案並且蝕刻整個 L/S 圖案，來形成隔離槽。即使無論單元如何 L/S 都是均勻的，通常切分圖案的數量和佈置也在單元中的每一個單元中變化。將描述切分圖案過程的遮罩作為示例。這與在消除 L/S 的一部分線的用於閘極圖案的切分圖案中相同。

作為曝光裝置的曝光條件，使用具有 193.368nm 的光源波長、1.35 的投影系統數值孔徑、1.437 的浸入折射率 (immersion refractive index) 以及 1.683 抗蝕劑折射率



(resist refractive index) 的切向極化照射。遮罩是二元遮罩，並且在遮罩中，每個圖案元件是黑色（遮光部），並且背景是白色（透射部），其為亮場。

在 20nm 節點的 1D-GDR 中，通常，閘極間距是 84nm，金屬間距是 64nm。因此，獲得這樣的單元：其中在 X 方向上具有 84nm 的長度並且在 Y 方向上具有 64nm 的長度的 L/S 形成柵格。在該示例性實施例中，如圖 4 所示，從單元庫 10 選擇多個標準單元的設計圖案。

以下以 nm 為單位來描述單元中的每一個單元的區域（水平長度（X）、垂直長度（Y））。

A:(1353,640)

B:(861,640)

C:(369,640)

D:(369,640)

E:(287,640)

F:(1599,640)

G:(123,640)

H:(205,640)

I:(615,640)

J:(287,640)

K:(287,640)

L:(369,640)

M:(369,640)

N:(943,640)

O:(779,640)

通常，如果當有效光源分佈被劃分為多個元件（點光源）時的劃分數量是固定的，則光學計算的計算區域的一側的長度與波長/NA 成比例。然而，近年來，由於在不改變曝光裝置的波長和 NA 的情況下進行了單元的圖案的小型化，因此可以在不改變計算區域的情況下在計算區域中放置更多的單元。在以上曝光條件中，光學圖像的計算區域近似 4.5 平方微米。

圖 5 示出多個單元的計算區域和佈置的示例。以虛線指示的框是計算區域。各單元（單元 A 至 O）之間的空間在光學計算的計算區域中在 X 和 Y 方向上以 1 $\mu$ m 而分離地設定，可以在三個計算區域中設置總共 15 個所選擇的單元。包括單元 A、F、N 和 O 的單元組、包括單元 B、C、D、E、I 和 J 的單元組以及包括單元 G、H、K、L 和 M 的單元組分別設置在一個計算區域中。

因此，如果對於每個單元重複圖案的光學圖像的計算，則需要 15 次計算，但根據該示例性實施例，僅需要三次計算。因此，組合多個單元以計算光學圖像，以使得在更短時間中執行計算。

單元中的每一個單元的圖案是由包括多個在圖 6 中所示的圖案元件的圖案構成的。圖案元件 (i, j) 的寬度的設計值是常數  $L_x(i, j)$  和  $L_y(i, j)$ ，圖案元件 (i, j) 的座標的設計值是常數  $P_x(i, j)$  和  $P_y(i, j)$ 。i 是指示圖 4 的單元 A 至 O 的變數，j 指示單元中的圖案元件

的數量。

圖案元件中的每一個的線寬度的變化是  $\Delta l_x(i, j)$  和  $\Delta l_y(i, j)$ ，變數是單元圖案的參數。此外，圖案元件中的每一個的座標的偏移量是  $\Delta P_x(i, j)$  和  $\Delta P_y(i, j)$ ，變數也是單元圖案的參數。此外，單元圖案的參數可以是圖案元件的相對側之間的距離（線寬度），例如  $L_x(i, j) + \Delta l_x(i, j)$ 。

在該示例性實施例中，圖案元件中的每一個的線寬度的設計值是：

$$L_x(i, j) = 41 \text{ nm}, \forall i \forall j$$

$$L_y(i, j) = 64 \text{ nm}, \forall i \forall j$$

當多個圖案元件彼此相鄰時，使用相鄰側的邊緣（邊界）的位置是固定這樣的約束。

圖 7A 和圖 7B 示出曝光條件的參數。在該示例性實施例中，曝光裝置的有效光源分佈的形狀被參數化以被定義為曝光條件的參數。圖 7A 示出照射光學系統的四極（quadrupole）照射的光瞳空間。光強度分佈（黑色顯示）在外部  $\sigma_{SO}$  和內部  $\sigma_{SI}$  之間，並且由指示為  $Int_x$  的極的孔徑角  $A_x$  和指示為  $Int_y$  的極的孔徑角  $A_y$  表示。圖 7B 示出每個極的光強度， $Int_x$  和  $Int_y$  的光強度由透過以  $Int_x$  的光強度為 1 進行歸一化所獲得的值表示，並且假設每個極的光強度是均勻分佈的。

待評價的圖案是透過以閾值  $I_{th}$  分割圖像平面上的遮罩圖案的空中圖像並且連接所獲得的水平線所獲得的圖（下文中被稱為光學圖像）。在該示例性實施例中，即使使用光學圖像來簡化描述，也可以使用透過使用指示抗蝕劑感光材料的感光 and 顯影屬性的抗蝕劑參數或基板材料的蝕刻參數來對光學圖像執行過程鄰近校正所獲得的圖像。

曝光條件的參數和單元圖案的參數的可變化範圍如下。

$$0.7 \leq SO \leq 0.98$$

$$0.5 \leq (SO/SI) \leq 0.8$$

$$20^\circ \leq A_x \leq 90^\circ$$

$$20^\circ \leq A_y \leq 90^\circ$$

$$Int_x = 1$$

$$0 \leq Int_y \leq 1$$

$$10 \leq \Delta l_x \leq 100$$

$$10 \leq \Delta l_y \leq 100$$

$$-5 \leq \Delta p_x \leq +5$$

$$-5 \leq \Delta p_y \leq +5$$

作為曝光條件，即使有效光源分佈的形狀是變數，除了有效光源分佈的形狀之外，投影光學系統的數值孔徑也可以是變數。此外，閾值  $I_{th}$  是  $0 \leq I_{th} \leq 1$ 。

待評價的圖案的圖像的目標是每一個圖案元件的線寬度誤差的均方根（RMS）和歸一化圖像對數斜率（NILS）。此外，包括每一個圖案元件的設計值中心的 X

橫截面的大小  $CD_x$  以及包括每一個圖案元件的設計值中心的 Y 橫截面的大小  $CD_y$  的 EL (曝光餘量) 滿足 5% 處的焦點深度  $F$  也是待評價的目標。此外，圖案元件的位置偏移誤差  $RG_x$  和位置偏移誤差  $RG_y$  也是評價目標。

期望的是，圖案元件的線寬度誤差和位置偏移誤差最小化，NILS 和焦點深度最大化，以使得在該示例性實施例中，以下等式 1 用作評價指標 (評價函數)  $P$ 。多個單元的圖案的圖像相對於線寬度誤差的所有評價點的總 RMS 值，多個單元的圖案的圖像相對於 NILS、位置偏移誤差、以及焦點深度的所有評價點當中的最差值 (最小值) 用作評價函數的項。

$$P = \frac{\text{線寬度誤差 RMS}}{\text{線寬度誤差 RMS 可接受的值}} + \frac{\text{NILS 可接受的值}}{\text{NILS 最小值} + 0.001} + \frac{\text{位置偏移誤差 } RG_x \text{ 和 } RG_y \text{ 的最小值}}{\text{位置偏移誤差可接受的值}} + \frac{\text{焦點深度可接受的值}}{\text{焦點深度 } F \text{ 的最小值} + 0.001} \dots \dots (1)$$

此外，線寬度誤差 RMS 可接受的值 = 目標線寬度的 1%

NILS 可接受的值 = 1.5

位置偏移誤差可接受的值 = 5nm

焦點深度可接受的值 = 70nm

首先，計算用於所有選擇的單元的圖案的圖像，並且計算針對多個單元的圖案的圖像的所有評價點中的每一個評價點的線寬度誤差 RMS、NILS、位置偏移誤差和焦點深度  $F$ 。

多個單元的圖案的圖像對於線寬度誤差的所有評價點的總 RMS 值，以及多個單元的圖案的圖像對於 NILS、位置偏移誤差、以及焦點深度的所有評價點當中的最差值（最小值）被計算，以獲得要被確定為評價值的評價函數的值。

評價指標並不限於此，並且可以使用透過把針對多個單元來評價多個單元中的每一個的圖案的圖像的值相加所獲得的值或在評價多個單元的圖案的圖像的值當中的最小值或最大值而被設定。

然後，參數值中的每一個被改變以使評價指標的評價值最小化，以便執行其最佳化。在該示例性實施例中，曝光條件的參數是九，多個單元的圖案的參數是 745，以便最佳化總共 754 個參數。

圖 8A 和圖 8B 分別示出最佳化結果的圖案。灰色（虛線）區域部分表示單元的設計值的圖案元件，以及被示出為包圍圖案元件的實線框表示在單元 OPC 最佳化之後的經校正的圖案元件的外部形狀。

圖 8A 是圖 4 所示的單元 A 的示例，圖 8B 是圖 4 所示的單元 B 的示例，應理解，單元的設計值和在最佳化之後的形狀是廣泛改變的。在最佳化之後所計算的單元圖案以 GDSII 資料格式儲存在單元庫 20 中。GDSII 資料加入到初始設計值的單元的資訊，以構成單元 OPC 庫。在單元 C 至 O 中情況相同。

以下描述有效光源分佈的參數的最佳化結果。

$$SO=0.85$$

$$\text{比率} = SI/SO = 0.703$$

$$Ax=57^\circ$$

$$Ay=61^\circ$$

$$Inty=0.442$$

閾值  $I_{th}$  是 0.4086。

評價指標在該示例性實施例是 1，但評價指標的數量不限於 1。例如，如果設定多個不同的評價指標，則單元圖案和曝光條件的最佳化結果改變。也就是說，對於評價指標中的每一個所確定的單元圖案的參數值彼此不同。

創建單元庫以儲存使用評價指標的設定來確定的單元的參數，並且可以根據目的來選擇適當的單元庫。此外，在最佳化之後的曝光條件的參數與單元圖案的參數的組合的多個集合可以儲存在儲存媒體中並且被管理。

接下來，將描述使用單元庫中所儲存的 OPC 完全單元來產生遮罩圖案的方法。圖 9 示出在從單元庫選擇 OPC 完全單元以相鄰地設置單元圖案之後的圖案。為了簡化描述，單元 A 至 O 中所包括的任意標準單元相鄰地設置為 5 乘 5，以使用總共 25 個單元來形成測試單元。垂直相鄰單元在分離達到金屬的一個柵格間距的情況下彼此鍵合。

作為曝光條件，使用具有 193.368nm 的光源波長、1.35 的投影系統數值孔徑、1.437 的浸入折射率以及 1.683 抗蝕劑折射率 (resist refractive index) 的切向極化照射。在此，作為有效光源分佈的參數，即使使用與最佳化

結果的值相等的值，值也可能不等於最佳化結果的值。例如，在以下範圍中可以使用外部  $\sigma_{SO_2}$ 、外部  $\sigma$  和內部  $\sigma$  的比率  $2$ 、X 方向上的極的孔徑角  $A_{x2}$ 、Y 方向上的極的孔徑角  $A_{y2}$ 、X 方向上的極的光強度  $Int_{x2}$ 、Y 方向上的極的光強度  $Int_{y2}$ 。

$$e=0.2$$

$$e_2=60$$

$$e_3=0.5$$

$$SO^*(1-e) \leq SO_2 \leq SO^*(1+e)$$

$$\text{比率}^*(1-e) \leq \text{比率} 2 \leq \text{比率}^*(1+e)$$

$$A_{x-e_2} \leq A_{x2} \leq A_{x+e_2}$$

$$A_{y-e_2} \leq A_{y2} \leq A_{y+e_2}$$

$$Int_x^*(1-e_3) \leq Int_{x2} \leq Int_x^*(1+e_3)$$

$$Int_y^*(1-e_3) \leq Int_{y2} \leq Int_y^*(1+e_3)$$

例如，外部  $\sigma$  可以在與最佳化結果的值  $SO$  差預定量  $e$  的範圍中改變。

遮罩是圖案部分為黑色並且背景為白色（亮場）的二元遮罩。

設定曝光條件的參數值，以將圖 9 所示的圖案設定為初始值。然後，在計算圖案中的每一個的圖像的同時對圖案中的每一個執行 OPC，並且在改變圖案中的每一個的參數的同時執行最佳化。

當包括參數元件中的每一個的設計值中心的 X 橫截面的大小是  $CD_x$  並且 Y 橫截面的大小是  $CD_y$  時，對於評價



指標使用與整個圖案元件的設計值的差的 RMS。在以下等式中示出 RMS 的等式。

$$CDRMS[\%] = \sqrt{\frac{1}{n_x + n_y} \left[ \sum_i \sum_j \left\{ \frac{CDx(i, j) - CDx_0(i, j)}{CDx_0} \times 100 \right\}^2 + \sum_i \sum_j \left\{ \frac{CDy(i, j) - CDy_0(i, j)}{CDy_0} \times 100 \right\}^2 \right]}$$

[等式 1]

此外， $n_x$  是 X 橫截面的總評價值， $n_y$  是 Y 橫截面的總評價數量， $CDx_0(i, j)$  和  $CDy_0(i, j)$  是設計值。

圖 10 示出結果。圖 10 所示的灰色（虛線）區域部分表示設計值單元的圖案，並且被示出為包圍灰色圖案的實線框表示整個晶片上的經校正的圖案的外部形狀。

此外，圖 11 示出用於 OPC 的光學計算的計算次數以及遮罩圖案的 CD 的 RMS (CDRMS)。圖 11 在水平軸上示出用於 OPC 的光學計算的計算次數以及在垂直軸上示出 CDRMS 的殘餘誤差。

曲線 I 是當從單元庫中選擇待設置在晶片上的 OPC 完全單元並且對整個晶片執行 OPC 時的結果，類似於本示例性實施例。曲線 II 是當從單元庫選擇待設置在晶片上的不對其執行 OPC 的設計值的單元並且對整個晶片執行 OPC 時的比較性示例的結果。

如果 CDRMS 的可接受的值是 2%，則應理解，在曲線 I 中，當計算數量是五時，CDRMS 達到可接受的值，以及在曲線 II 中，當計算數量是十時，CDRMS 達到可接受的值。也就是說，曲線 I 的計算數量近似為曲線 II 的計

算次數的一半。

因此，晶片級別 OPC 所需的計算時間變為近似 1/2。另一方面，如果指定計算數量是七，則曲線 I 中的 CDRMS 是 1.02%，曲線 II 中的 CDRMS 是 7.49%。

也就是說，曲線 I 具有（在預定時間內）達到恆定計算數量的 CDRMS 的殘餘誤差的較小值。因此，根據該示例性實施例中的遮罩圖案的產生方法，可以在更短的時間中產生具有期望解析度表現的遮罩圖案。使用曲線 I 的遮罩圖案來評價圖像表現，以在 EL 是 5%時獲得 69nm 的 DOF。

爲了評價圖像表現的實現程度，使用在晶片佈置之後的遮罩圖案和等式 1 的評價指標來最佳化曝光條件和遮罩圖案。透過執行近似 3,000 個計算，CDRMS 收斂到 2%，並且獲得當 EL 是 5%時的 68nm 的 DOF。透過要求 600 倍的計算數量的結果所獲得的圖像表現等於曲線 I 的遮罩的結果。換句話說，根據該示例性實施例的遮罩圖案產生方法，不僅 CDRMS 而且 DOF 也可以透過較小的計算數量來獲得良好表現。

此外，爲了與相關技術進行比較，作爲第二比較性示例，當確定單元的圖案時，在不改變曝光條件的參數值的情況下，僅改變多個單元的圖案的參數值，來計算單元 OPC。單元的圖案的參數如下所述是五，並且參數值的變化範圍如下。

$$10 \leq \Delta Lx \leq 100$$

$$10 \leq \Delta L_y \leq 100$$

$$-5 \leq \Delta p_x \leq +5$$

$$-5 \leq \Delta p_y \leq +5$$

此外， $SO=0.98$ （固定值），比率= $SI/SO=0.7$ （固定值）並且  $0 \leq I_{th} \leq 1$ 。使用輪帶（zona orbicular）有效光源而不是四元（tetrameric）光源。

圖案的圖像的評價目標和評價指標與該示例性實施例相同。此外，計算重複 200 次或更少。在校正單元的圖案之後，所確定的單元圖案的資料被儲存在記憶體的單元庫 30 中。從單元庫 30 中選擇單元以產生如圖 9 所示的其中相鄰地設置 25 個標準單元的測試晶片圖案。

執行與該示例性實施例的遮罩圖案的產生方法相同的計算。圖 12 示出用於 OPC 的光學計算的計算數量以及遮罩圖案的 CD 的 RMS。曲線 I 表示該示例性實施例的結果，曲線 III 表示第二比較性示例的結果。

如果 CDRMS 的可接受的值是 2%，則應理解，在曲線 I 中，當計算數量是五時，CDRMS 達到可接受的值，在曲線 III 中，當計算數量是七時，CDRMS 達到可接受的值。也就是說，曲線 I 的計算數量小於曲線 III 的計算數量，曲線 I 的計算時間短於曲線 III 的計算時間。

同時，如果指定計算數量是七，則曲線 I 中的 CDRMS 是 1.02%，曲線 III 中的 CDRMS 是 1.87%。也就是說，曲線 I 具有（在某時間內）達到恆定計算數量的 CDRMS 的殘餘誤差的較小值。因此，根據依據該示例性

實施例中的遮罩圖案的產生方法，可以在更短的時間中產生具有期望解析度表現的遮罩圖案。

在曲線 III 的情況下，適當的曝光條件未在確定單元的圖案時設定，對其執行 OPC 的單元被設置在曝光條件下並且被用作遮罩圖案的初始值，以使得透過改變曝光條件而得的遮罩圖案的校正量較大，並且因此需要更長的計算時間。

此外，根據該示例性實施例，在確定遮罩圖案之前，使用單元圖案的參數和曝光條件來確定單元中的每一個的圖案，以最佳化圖像表現。因此，可以縮短確定遮罩圖案所需的計算時間，並且可以獲得改進的圖像表現。

對於一維佈局所使用的圖案是簡單圖案（如在相等柵格上設置的矩形圖案），以使得與在水平和垂直方向上延伸的圖案（如 L 形圖案）相比，在執行 OPC 時的圖案的校正量不被曝光條件的改變所明顯改變。

在水平和垂直方向上延伸但不在相等柵格上設置的單元圖案的情況下，當單元被設置為彼此相鄰時，在圖案的邊界或轉角處校正量變得更大，或可能需要圖案的複雜校正。

因此，OPC 的計算時間增加。相應地，該示例性實施例中的單元的圖案的產生方法和遮罩圖案產生方法適合於在一維佈局中所使用的圖案。

此外，透過該示例性實施例的單元的圖案的產生方法所產生的單元可應用於各個設備的佈局設計，以使得各個

設備的圖案的產生時間也可以縮短。

本發明還透過執行以下處理來實現。也就是說，實現上述示例性實施例的功能的軟體（程式）透過網路或各種儲存媒體而被提供給系統或設備，並且系統或設備的電腦（或 CPU 或 MPU）讀出並且執行程式。

接下來，將描述設備（如液晶顯示設備）的製造方法。透過包括形成透明電極的過程來製造液晶顯示設備。形成透明電極的過程包括以下過程：在沈積有透明導電膜的玻璃基板上應用感光劑，在曝光裝置上安裝遮罩以對應用了感光劑的玻璃基板曝光，使玻璃基板顯影。遮罩是用如上所述所產生的遮罩的圖案來製造的。

使用如上所述的曝光裝置的設備製造方法也適合於製造除了液晶顯示設備之外的各種設備（如半導體設備）。上述方法可以包括以下過程：在曝光裝置上安裝如上所述所製造的遮罩以使應用了感光劑的基板曝光，並且使經曝光的基板顯影。此外，設備製造方法可以包括其他傳統過程（氧化、膜形成、沈積、摻雜、平坦化、蝕刻、抗蝕劑剝離、切片、鍵合或封裝）。

雖然已經參照示例性實施例描述了本發明，但應理解，本發明不限於公開的示例性實施例。所附申請專利範圍的範圍將要賦予最寬泛的解釋，從而包括所有修改、等效結構以及功能。

## 申請專利範圍

1. 一種圖案產生方法，用於使用電腦來產生用於產生遮罩的圖案的單元的圖案，該方法包括：

獲得單元的圖案的資料；

當具有單元的圖案的遮罩被照射，透過重複改變以將單元的圖案的圖像投影到基板上以使基板曝光時的曝光條件的參數值、以及單元的圖案的參數值，來計算單元的圖案的圖像以獲得圖像的評價值；以及

確定當評價值滿足預定的評價標準時的單元的圖案的參數值。

2. 根據申請專利範圍第 1 項所述的圖案產生方法，其中，確定當評價值滿足預定的評價標準時的曝光條件的參數值和單元的圖案的參數值。

3. 根據申請專利範圍第 1 項所述的圖案產生方法，其中，單元的圖案包括矩形的圖案元件。

4. 根據申請專利範圍第 3 項所述的圖案產生方法，其中，單元的圖案的參數包括該圖案元件的線寬度和偏移量。

5. 根據申請專利範圍第 1 項所述的圖案產生方法，其中，獲得多個單元的圖案的資料，

計算所有多個單元的圖像的所獲得的評價值，以及  
確定當評價值滿足預定的評價標準時的曝光條件的參數值和單元的圖案的參數值。

6. 根據申請專利範圍第 1 項所述的圖案產生方法，其

中，使用將被評價的圖案之圖像的目標之多個評價指標來計算用於每一個評價指標之圖像的評價值，以及

確定當評價值滿足用於評價指標中的每一個評價指標的預定的評價標準時的單元的圖案的參數值。

7.根據申請專利範圍第 6 項所述的圖案產生方法，其中，針對評價指標中的每一個評價指標所確定的單元的圖案的參數值彼此不同。

8.根據申請專利範圍第 1 項所述的圖案產生方法，其中，獲得多個單元的圖案的資料，以及

以該多個單元彼此分隔開不互相施加光學鄰近效應的距離，來計算該多個單元的圖案的圖像。

9.根據申請專利範圍第 1 項所述的圖案產生方法，其中，獲得多個單元的圖案的資料，評價值包括透過針對多個單元把多個單元的圖案的圖像的評價值相加所獲得的值以及包括在多個單元的圖案的圖像的評價值當中的最小值和最大值中的至少一個。

10.根據申請專利範圍第 1 項所述的圖案產生方法，還包括：

在單元庫中儲存當評價值滿足預定的評價標準時的單元的圖案。

11.一種遮罩圖案產生方法，包括：

從單元庫獲得透過根據申請專利範圍第 5 至 10 項中任一項所述的圖案產生方法產生的多個單元的圖案，或獲得使用者輸入的多個單元的圖案以產生用以切分或連接線

圖案和空間圖案的遮罩圖案。

12. 一種遮罩圖案產生方法，包括：

當透過從儲存多個單元的圖案的單元庫中選擇單元來產生用以切分或連接線圖案和空間圖案的遮罩圖案時，該多個單元的圖案係透過根據申請專利範圍第 5 項所述的圖案產生方法產生的，

透過重複改變包括從單元庫中選擇的單元的圖案的遮罩圖案的參數值，使用所確定的曝光條件的參數值來計算所選擇的單元的圖案的圖像以獲得圖像的評價值；以及

確定當評價值滿足預定的評價標準時的遮罩圖案的參數值。

13. 一種遮罩圖案產生方法，包括：

當透過從儲存有多個單元的圖案的單元庫中選擇單元來產生用以切分或連接線圖案和空間圖案的遮罩圖案時，該多個單元的圖案係透過根據申請專利範圍第 5 項所述的圖案產生方法產生的，

透過重複改變包括從單元庫中選擇的單元的圖案的遮罩圖案的參數值、以及在與曝光條件的所確定的參數值相差預定量的範圍中的曝光條件的參數值來計算所選擇的單元的圖案的圖像，以獲得圖像的評價值；以及

確定當評價值滿足預定的評價標準時的遮罩圖案的參數值。

14. 一種電腦可讀取儲存媒體，其儲存程式以使電腦執行根據申請專利範圍第 1 至 10 項中任一項所述的圖案



產生方法，以產生用於產生遮罩的圖案的單元的圖案。

15. 一種資訊處理裝置，被配置為執行根據申請專利範圍第 1 至 10 項中任一項所述的圖案產生方法，以使用電腦產生用於產生遮罩的圖案的單元的圖案。

16. 一種曝光裝置，被配置為把遮罩上形成的圖案曝光到基板上，遮罩的圖案是透過圖案產生方法產生的，該圖案產生方法係用於使用電腦來產生用於產生遮罩的圖案的單元的圖案，該方法包括：

獲得單元的圖案的資料；

當包括單元的圖案的遮罩被照射，透過重複改變以將單元的圖案的圖像投影到基板上以使基板曝光時的曝光條件的參數值、以及單元的圖案的參數值，來計算單元的圖案的圖像以獲得圖像的評價值；以及

確定當評價值滿足預定的評價標準時的單元的圖案的參數值。

17. 一種設備製造方法，包括：使用曝光裝置來對基板曝光，並且使經曝光的基板顯影，其中，曝光裝置把在遮罩上所形成的圖案曝光到基板上，遮罩的圖案是透過圖案產生方法產生的，該圖案產生方法係用於使用電腦產生用於產生遮罩的圖案的單元的圖案，該圖案產生方法包括：

獲得單元的圖案的資料；

當包括單元的圖案的遮罩被照射，透過重複改變以把單元的圖案的圖像投影到基板上以使基板曝光時的曝光條

件的參數值、以及單元的圖案的參數值，來計算單元的圖案的圖像以獲得圖像的評價值；以及

確定當評價值滿足預定的評價標準時的單元的圖案的參數值。

18.一種電腦可讀取儲存媒體，其儲存程式以使電腦執行遮罩圖案產生方法，用於產生遮罩的圖案，該方法包括：

設定遮罩的圖案，其包括選自庫的單元的圖案，該庫包含複數個單元及對應於該複數個單元的曝光條件；

設定選自於庫的曝光條件；

使用設定的曝光條件來計算遮罩的圖案的圖像，以得到圖像的評價值，基於得到的評價值重複改變遮罩之設定的圖案；以及

確定當評價值滿足預定的評價標準時的遮罩圖案。

圖式

103年10月14日修(更)正替換頁

圖 1

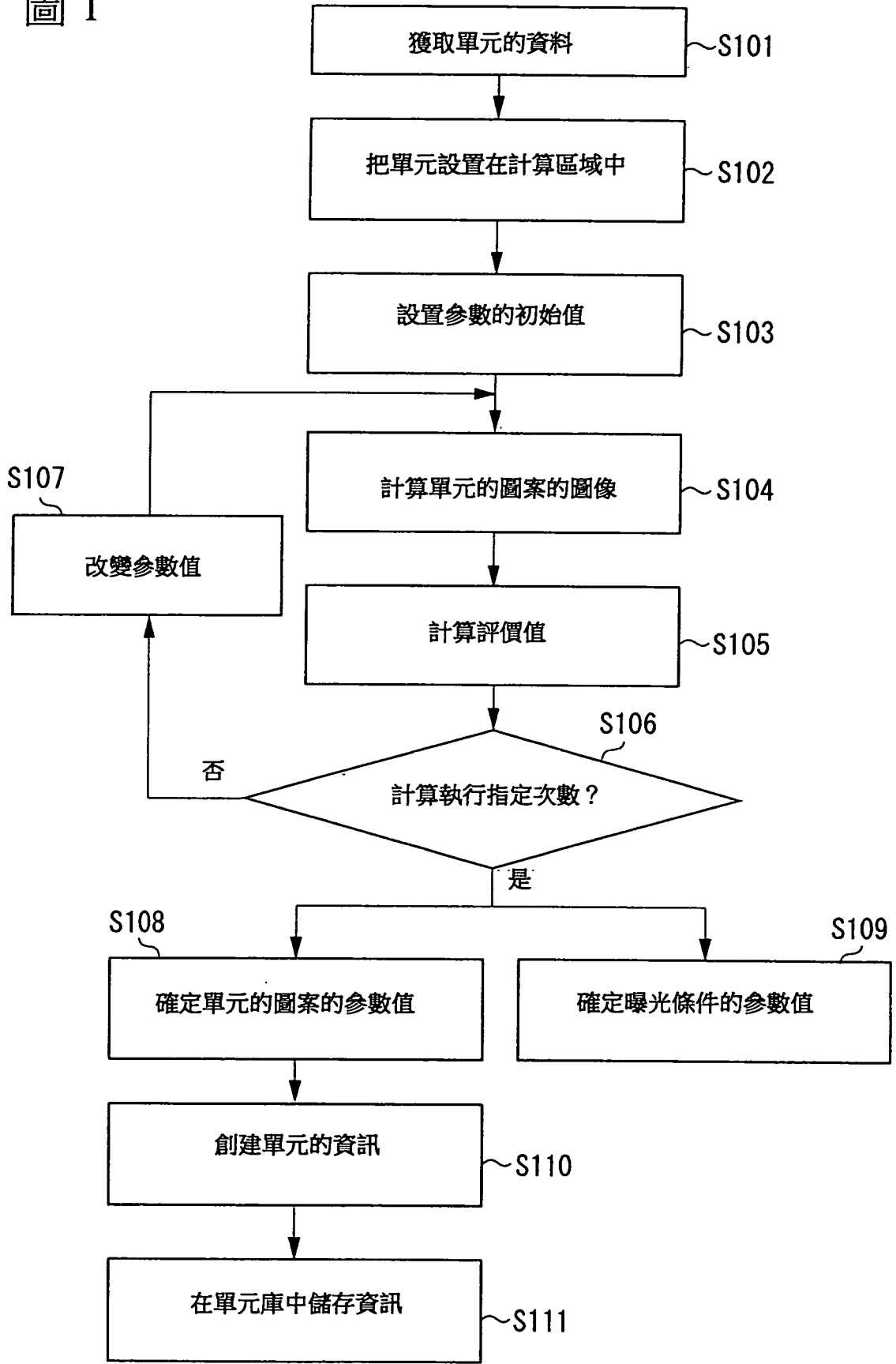


圖 2

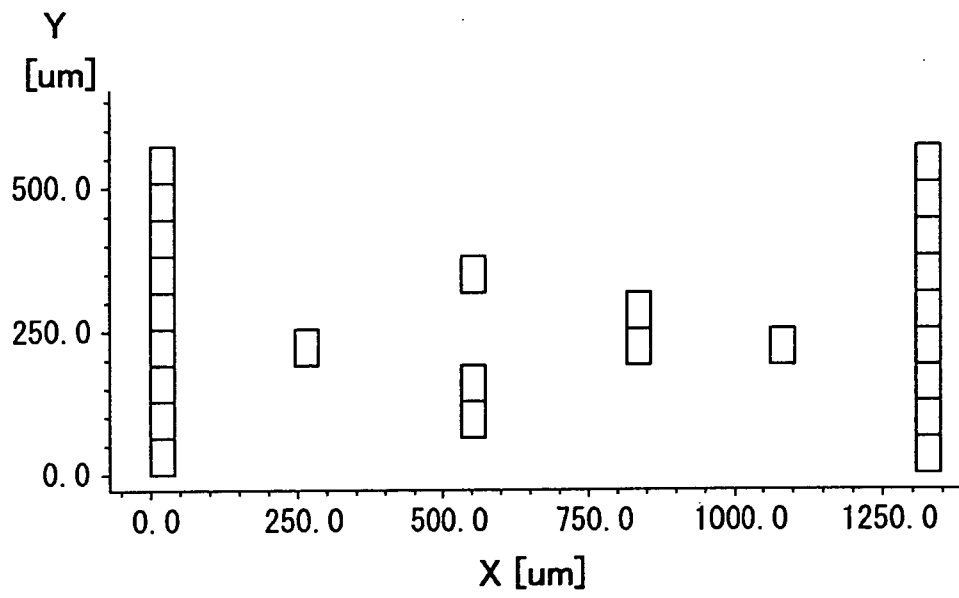


圖 3

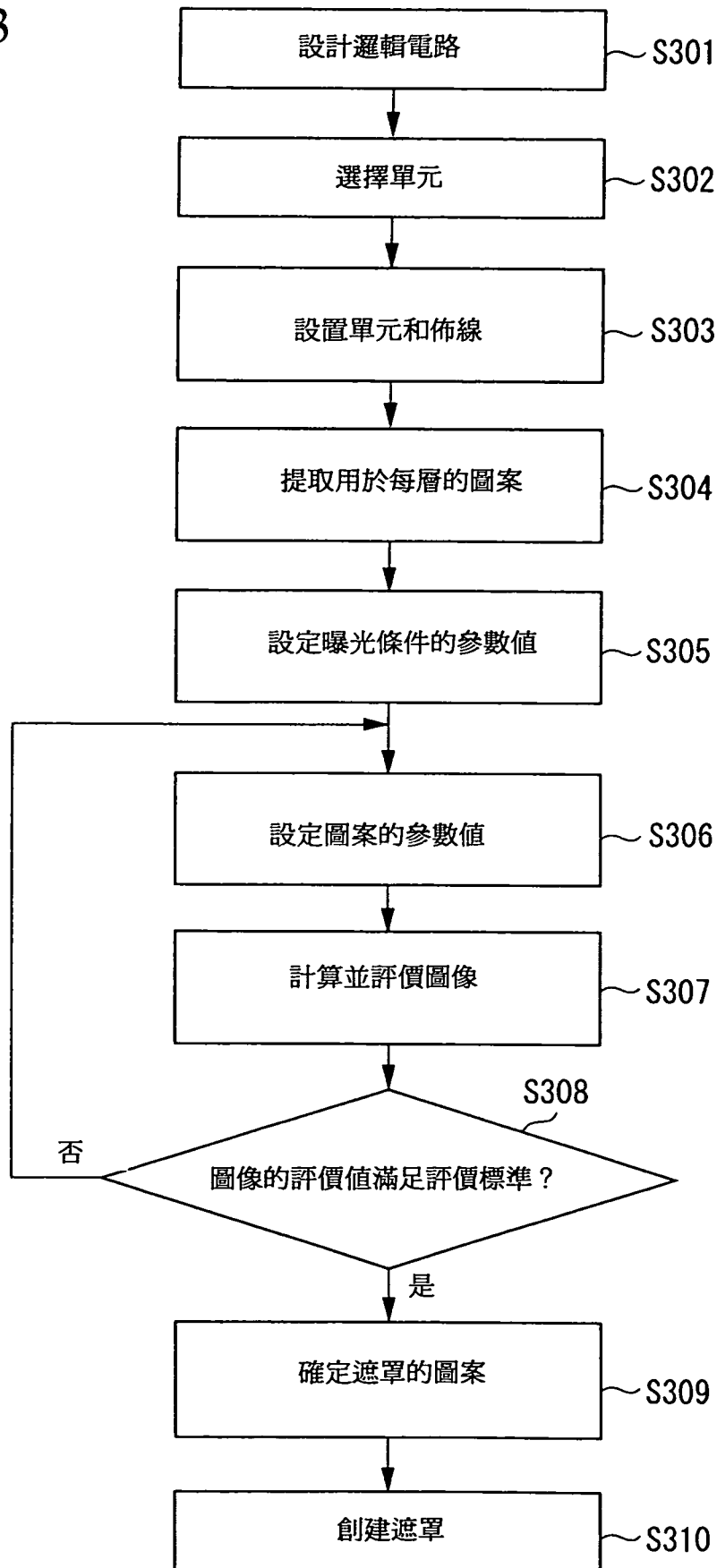


圖 4

圖案之類型				
A	B	C	D	E
F	G	H	I	J
K	L	M	N	O

圖 5

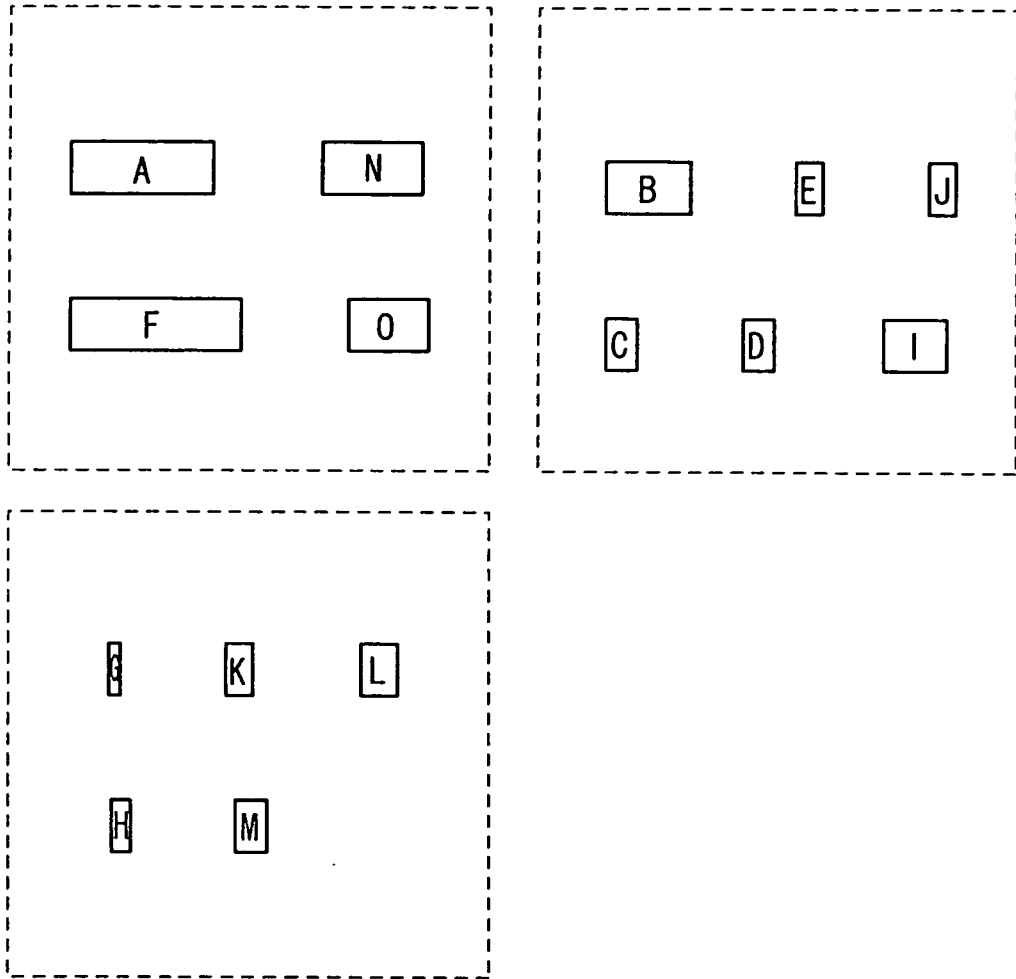


圖 6

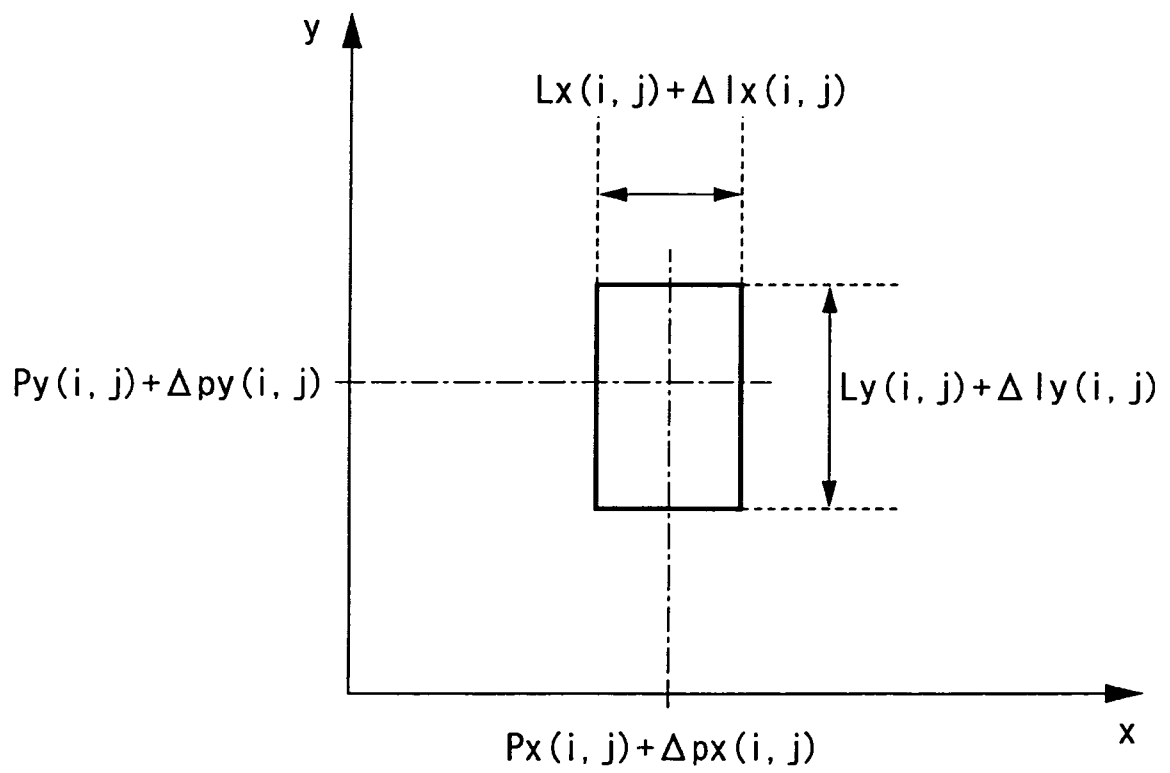




圖 7A

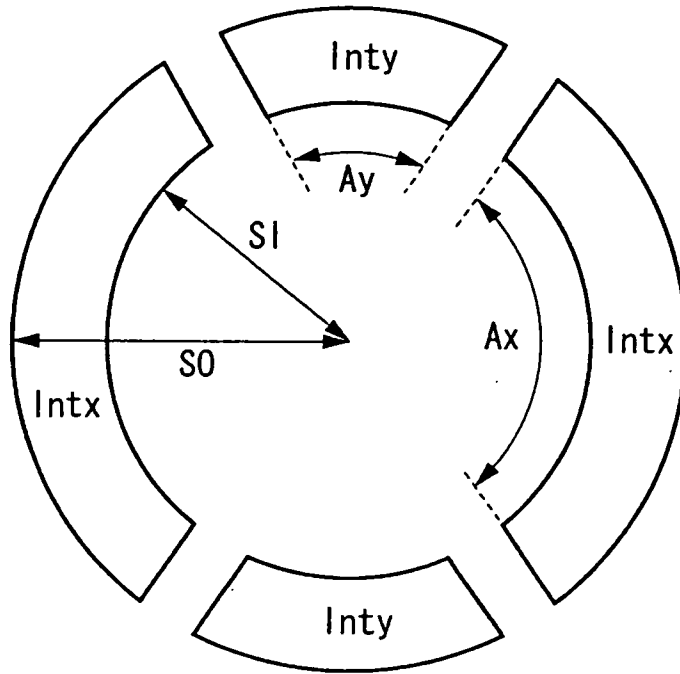


圖 7B

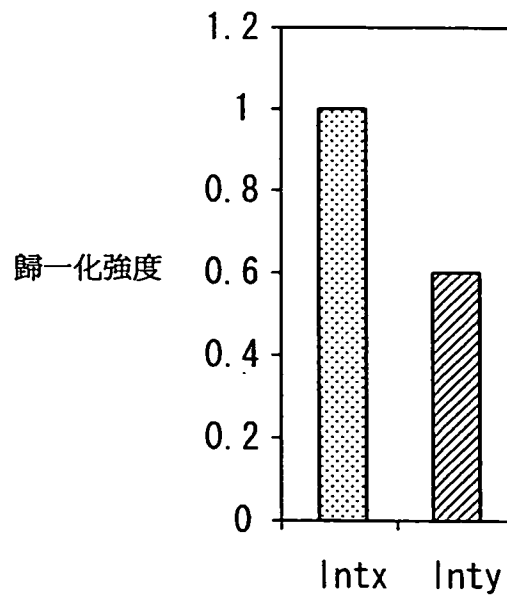


圖 8A

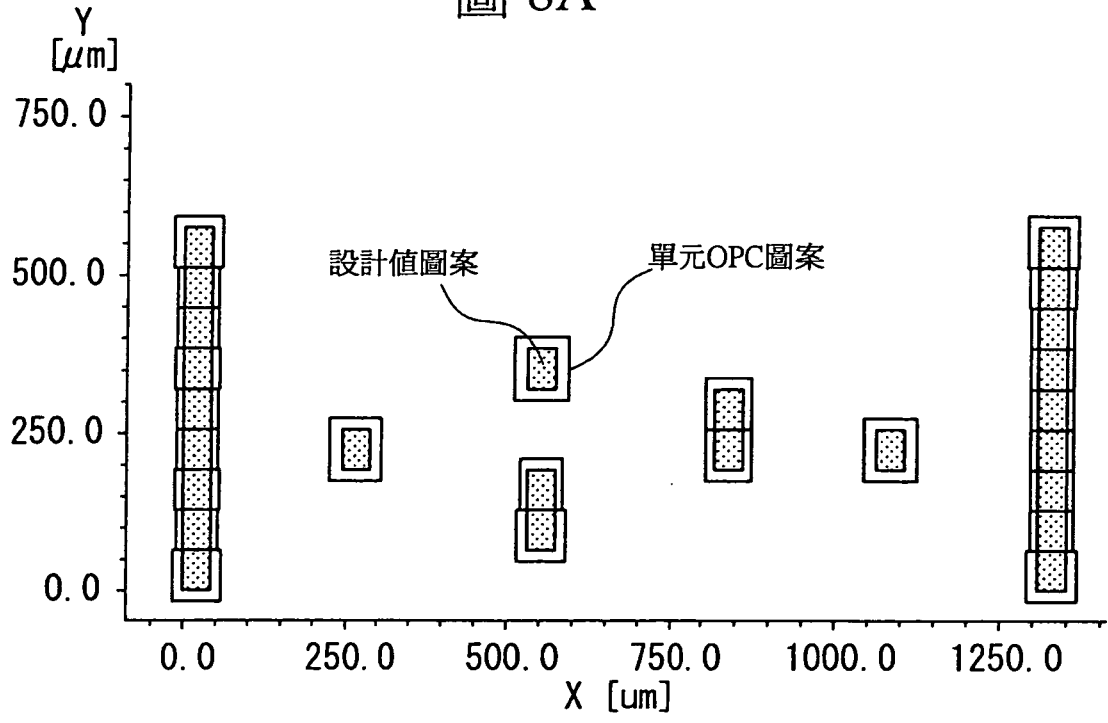


圖 8B

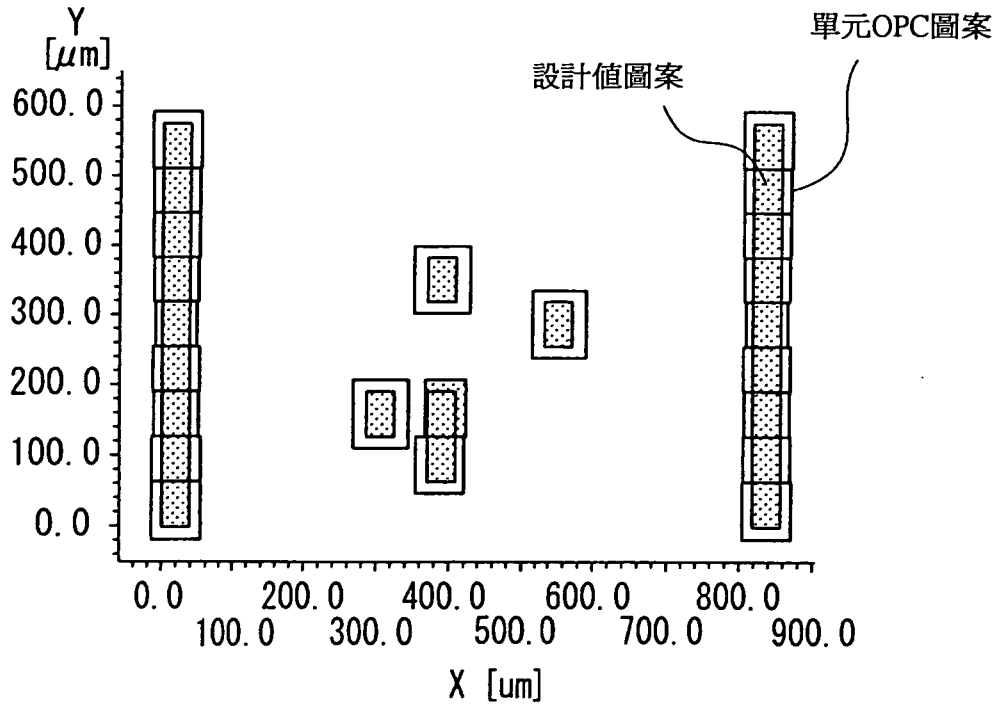


圖 9

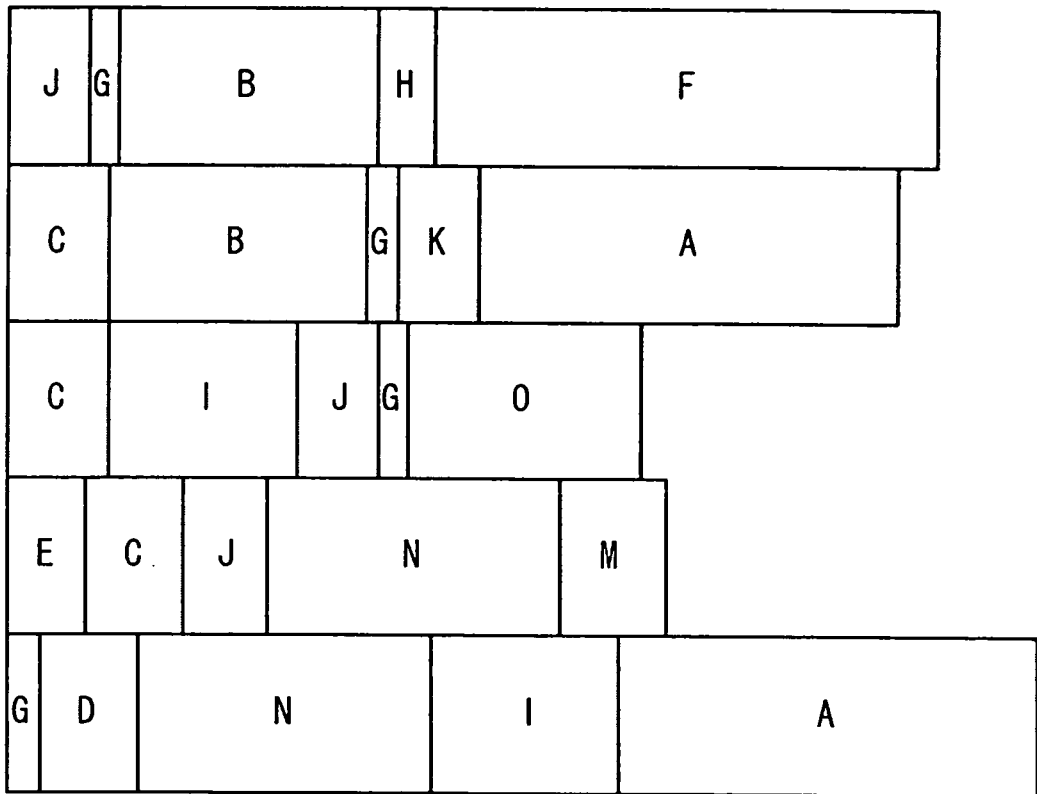


圖 10

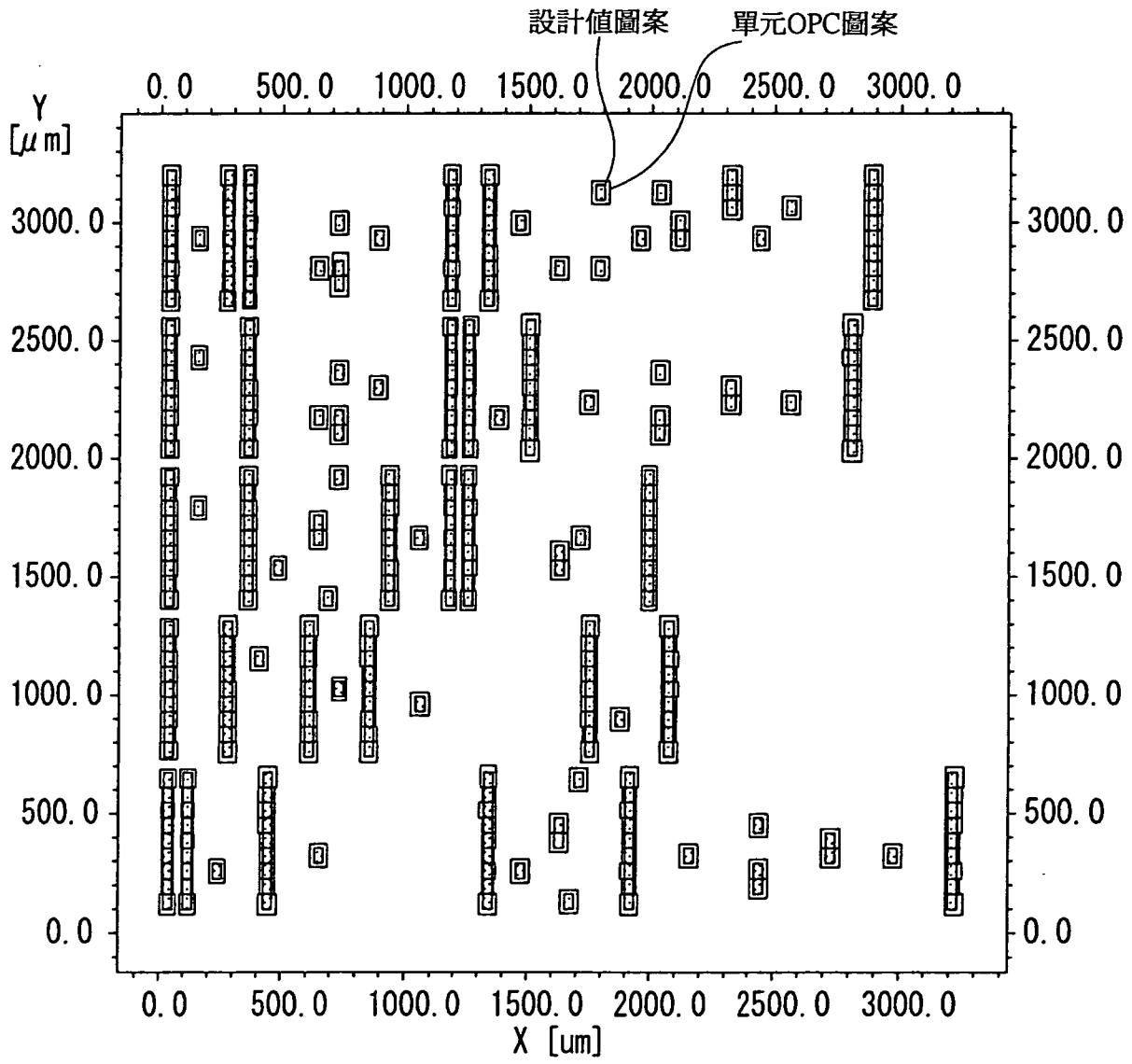


圖 11

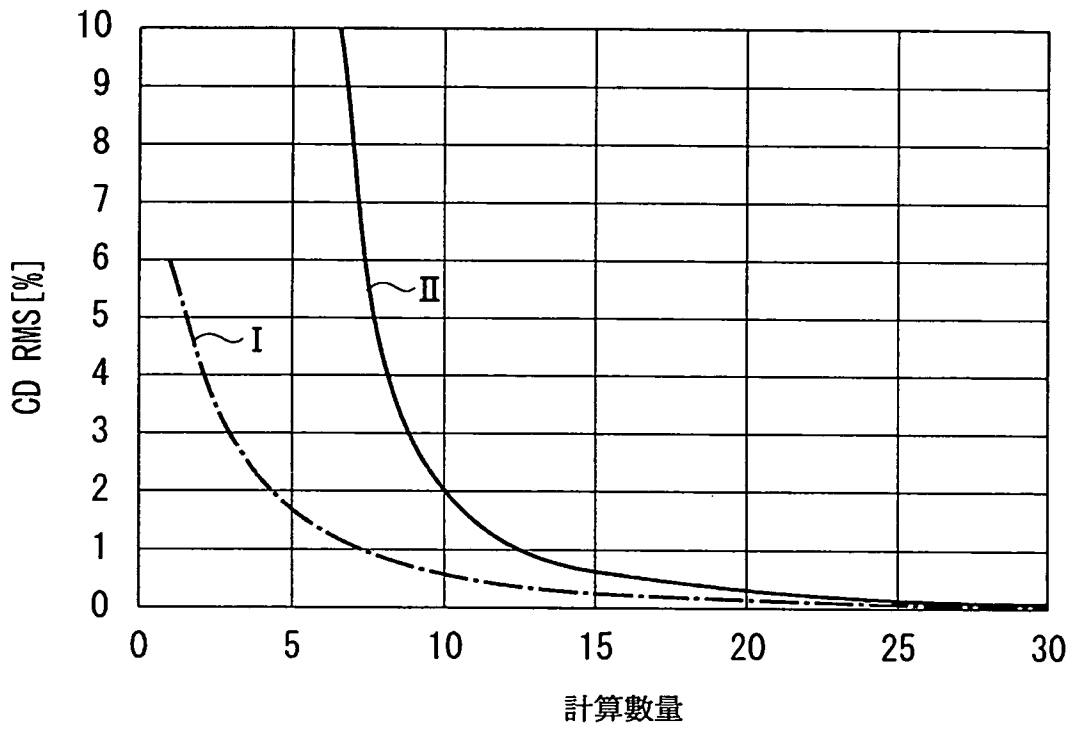


圖 12

