I450050

(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 I450050 B**

(45)公告日： 中華民國 103 (2014) 年 08 月 21 日

(21)申請案號：100127225 (22)申請日： 中華民國 100 (2011) 年 08 月 01 日

(51)Int. Cl.： *G03F7/20 (2006.01)* *G06T7/00 (2006.01)*

(30)優先權：2010/08/06 日本 2010-178077

(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) ；行田裕一 GYODA, YUICHI (JP) ；辻田好一郎 TSUJITA, KOUICHIROU (JP) ；石井弘之 ISHII, HIROYUKI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201003331A JP 2002-207996A

JP 2010-129599A

審查人員：李瑋倫

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：13 共 0 頁

(54)名稱

評估方法、決定方法與儲存媒體

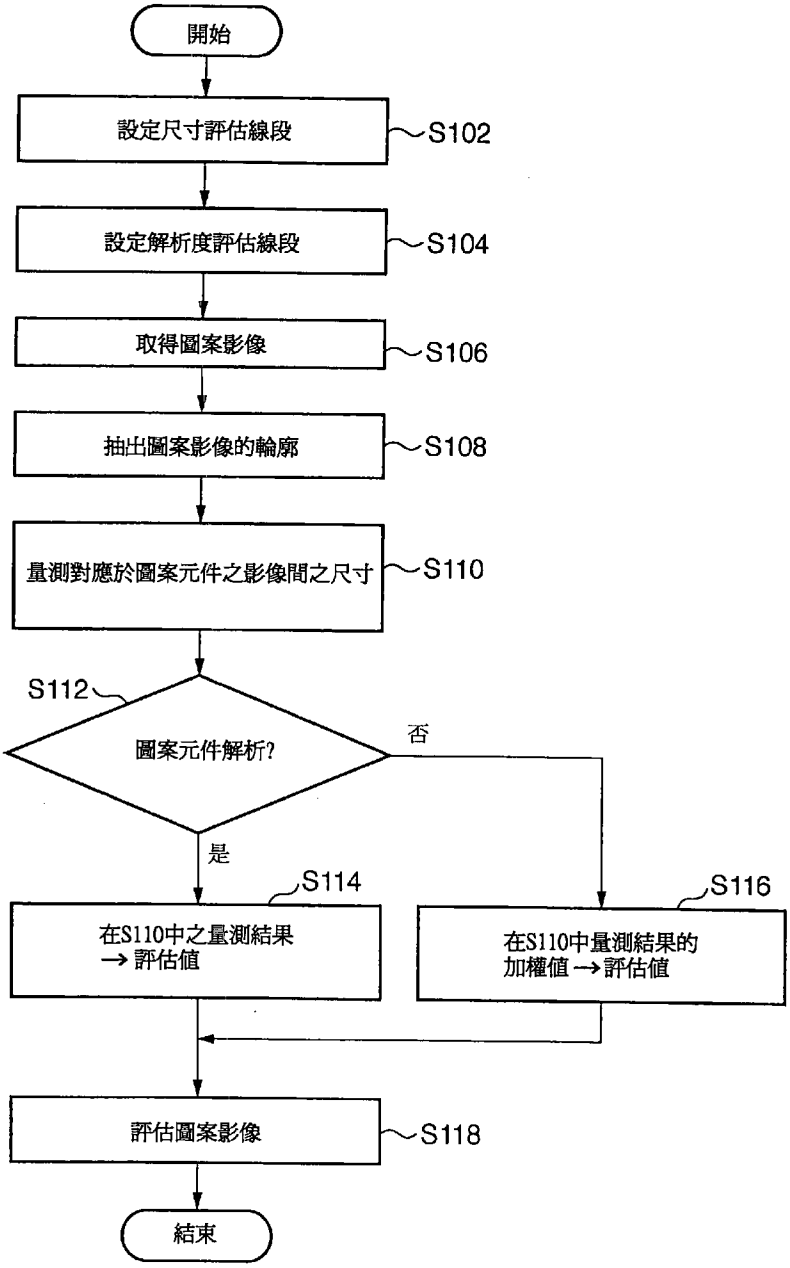
EVALUATION METHOD, DECISION METHOD, AND STORAGE MEDIUM

(57)摘要

本發明提供一種評估方法，用以使得電腦評估包含多數圖案元件的圖案的影像，該影像係被形成在投影光學系統的影像面上，該投影光學系統將該圖案投影至基材，其包含步驟有：藉由取得形成在該投影光學系統的影像面上之圖案的影像，取得用以評估圖案元件的影像的尺寸的第一線與圖案元件的影像之輪廓的交叉點間之距離，及決定是否在第二線存在有交叉點，用以評估是否該圖案元件的影像被解析，及該圖案元件的影像之輪廓被評估是否該圖案元件的影像被解析。

The present invention provides an evaluation method of causing a computer to evaluate an image of a pattern including a plurality of pattern elements, the image being formed on an image plane of a projection optical system that projects the pattern onto a substrate, including a step of obtaining a distance between intersections of a first line, used to evaluate dimensions of images of the pattern elements, and contours of the images of the pattern elements by obtaining the image of the pattern formed on the image plane of the projection optical system, and a step of determining whether there exist intersections of a second line, used to evaluate whether the images of the pattern elements are resolved, and the contours of the images of the pattern elements to evaluate whether the images of the pattern elements are resolved.

圖1


開始
設定尺寸評估線段
S102
設定解析度評估線段
S104
取得圖案影像
S106
抽出圖案影像的輪廓
S108
量測對應於圖案元件之影像間之尺寸
S110
S112
圖案元件解析?
否
是
S114
在S110中之量測結果
→評估值
S116
在S110中量測結果的
加權值→評估值
評估圖案影像
S118
結束

I450050

公告本

782366

發明專利說明書

（本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※申請案號：100127225

G03F 7/20 (2006.01)

※申請日：100 年 08 月 01 日　　※IPC 分類：G06T 7/00 (2006.01)

一、發明名稱：（中文／英文）

評估方法、決定方法與儲存媒體

Evaluation method, decision method, and storage medium

二、中文發明摘要：

本發明提供一種評估方法，用以使得電腦評估包含多數圖案元件的圖案的影像，該影像係被形成在投影光學系統的影像面上，該投影光學系統將該圖案投影至基材，其包含步驟有：藉由取得形成在該投影光學系統的影像面上之圖案的影像，取得用以評估圖案元件的影像的尺寸的第一線與圖案元件的影像之輪廓的交叉點間之距離，及決定是否在第二線存在有交叉點，用以評估是否該圖案元件的影像被解析，及該圖案元件的影像之輪廓被評估是否該圖案元件的影像被解析。

三、英文發明摘要：

The present invention provides an evaluation method of causing a computer to evaluate an image of a pattern including a plurality of pattern elements, the image being formed on an image plane of a projection optical system that projects the pattern onto a substrate, including a step of obtaining a distance between intersections of a first line, used to evaluate dimensions of images of the pattern elements, and contours of the images of the pattern elements by obtaining the image of the pattern formed on the image plane of the projection optical system, and a step of determining whether there exist intersections of a second line, used to evaluate whether the images of the pattern elements are resolved, and the contours of the images of the pattern elements to evaluate whether the images of the pattern elements are resolved.

四、指定代表圖：

（一）本案指定代表圖為：第（1）圖。

（二）本代表圖之元件符號簡單說明：無

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】

本發明關係於評估方法、決定方法及儲存媒體。

【先前技術】

近年來，當半導體裝置微圖案技術已經進步時，變得很困難以將一圖案轉印(解析)至基材(例如晶圓)上。在曝光設備中，例如修改照明(偏軸照明)及 OPC(光學鄰近校正)的超解析技術係被用以應付半導體裝置微圖案化。一照明母版(遮罩或光罩)的有效光源(照明形狀)係被已知影響圖案解析度。日本專利特開第 2009-302206 號提出順序設定(改變)參數的一技術，其定義用以照射母版的有效光源並評估(量測)予以形成在基材上之圖案影像的尺寸，藉以決定用以母版圖案的最佳有效光源。另外，爲了量測圖案影像的尺寸，“SPIE 2009 7274-033”提出一種用以設定多數用於予以量測的圖案元件的評估線並藉由使用掃描式電子顯微鏡(SEM)，以量測對應於圖案元件的光阻圖案的評估線上的邊緣之技術。

然而，因爲圖案解析度係爲有效光源所影響，所以，予以量測的圖案元件可能未解析，即，予以量測的圖案元件的影像及另一圖案元件的影像可以保持未分開，直到決定出有效光源爲止。在相關技藝中，因爲不可能正確地評估是否予以量測的圖案元件被解析，所以，圖案影像的尺寸被根據對應於未解析圖案元件的光阻圖案的誤認邊緣(

即，圖案元件影像)量測。本案發明人發現在此情況中，因爲予以使用以決定爲有效光源的評估函數根據誤認邊緣依據量測結果不連續地改變，所以，有效光源最佳化不能收斂，所以，不能決定有效光源。

【發明內容】

本發明提供一種技術，有利於評估在考量是否包含在圖案中之多數圖案元件的影像被分開形成時，圖案影像的尺寸。

依據本發明一態樣，其中提供一種評估方法，使得電腦評估包含多數圖案元件的圖案影像，該影像被形成在投影光學系統的影像面上，該投影光學系統將該圖案投影至一基材，該評估方法包含：第一步驟，用以設定第一線爲被使用以評估在該投影光學系統之該影像面上之該圖案元件的影像的尺寸；第二步驟，用以設定第二線爲被使用以評估該圖案元件的該等影像是否被解析於該投影光學系統的該影像面上；第三步驟，用以藉由取得形成在該投影光學系統上之該影像面上的圖案的影像，取得在第一線與圖案元件的影像的輪廓間之交叉點的距離；第四步驟，用以決定是否該第二線與該圖案元件的該影像的該輪廓存在有交叉點，以評估是否該圖案元件的影像被解析；及第五步驟，用以評估該圖案的該取得影像，藉由在第四步驟中，於決定沒有交叉點時，設定在取得該距離所取得之距離值成爲評估值，及藉由在該第四步驟中，決定存在有交叉點

時，設定在取得該距離所取得的距離值不同的離群值作爲評估值。

本發明之其他態樣將由以下之例示實施例的以下說明參考附圖加以了解。

【實施方式】

本發明之較佳實施例將參考附圖加以說明如下。注意，在所有圖中相同元件符號表示相同元件，並將不會進行重覆說明。

在此實施例中，“尺寸評估線段(第一線)”表示在量測投影光學系統的影像面上之(形成在其上的影像)尺寸的位置，沿著量測方向設定的線段。“解析度評估線段(第二線)”表示一線段，其被設定以決定是否包含在該圖案中的圖案元件外的量測的圖案元件被解析。注意，“解析度”表示予以量測的圖案元件的影像及另一圖案元件的影像被分開形成。在此實施例中，這表示兩圖案元件的影像被分開形成。“量測值”表示在圖案影像的兩點(即，圖案的影像)間之距離。

圖 1 爲依據本發明實施例之解釋評估方法的流程圖。此評估法評估形成在投影光學系統的影像面上的圖案影像，該投影光學系統投影包含多數圖案元件的圖案至基材上。此實施例之評估方法係例如藉由供給一程式加以實施，該程式能經由網路或記錄媒體，對資訊處理設備(電腦)執行示於圖 1 的步驟及使得資訊處理設備讀取並執行儲存於

例如記憶體中之儲存媒體中之程式。

在步驟 S102 中，尺寸評估線段係被設定在投影光學系統的影像面。更明確地說，一尺寸評估線段被設定以與對應包含在遮罩圖案中的多數圖案元件的兩圖案元件的影像面上之目標圖案元件相交，以評估對應於兩圖案元件的影像間之尺寸。在此實施例中，如於圖 2 所示，在爲目標圖案元件之圖案元件 PC1 與圖案元件 PC2 間之端間隙的尺寸係被量測於對應於 VLSI 電路的遮罩圖案中。在此時，連接點 P(x1，y1)及點 Q(x2，y2)的線段 PQ 係被設定爲尺寸評估線段。

在步驟 S104 中，解析度評估線段被設定於投影光學系統的影像面上。更明確地說，解析度評估線段被設定於目標圖案元件間，以交叉在步驟 S102 中設定的尺寸評估線段，以評估該兩圖案元件的影像是否被分開形成(是否圖案影像被解析)。在此實施例中，如圖 2 所示，連接點 R(x3，y3)及點 S(x4，y4)之線段 RS 係被設定爲在圖案元件 PC1 及圖案元件 PC2 間之解析度評估線段，以交叉作爲尺寸評估線段的線段 PQ。注意，在此實施例中，作爲解析度評估線段的線段 RS 係被設定爲垂直於作爲尺寸評估線段的線段 PQ 的中心點(等除線段 PQ 的點)。然而，本發明並不限於此。解析度評估線段可以設定於沿著尺寸評估線段在圖案影像解析度明顯出現劣化之處。

在步驟 S106 中，取得形成在投影光學系統之影像面上的遮罩圖案影像。遮罩圖案影像可以例如藉由照射安排

在投影光學系統之物面上之遮罩圖案並使得安排在投影光學系統之影像面上之影像感應器(CCD)感應通過該遮罩圖案的光(的強度)加以取得。在此實施例中，遮罩圖案影像被取得爲影像資訊。影像資訊代表影像感應器的像素的信號的二維排列。注意(影像資訊代表)遮罩圖案影像可以使用光學模擬法加以計算。

在步驟 S108 中，取出在步驟 S106 中取得之遮罩圖案影像的輪廓(輪廓影像)。在此實施例中，執行影像處理，以二進制化取得在步驟 S106 中取得之影像資訊，及二進制值的邊界線係被抽出爲遮罩圖案影像的輪廓。圖 3A 及 3B 爲於照射於示於圖 2 的遮罩圖案時，形成在投影光學系統的影像面上的遮罩圖案影像的輪廓圖。注意圖 3A 顯示其中對應於圖案元件 PC1 及 PC2 的影像係被分開形成(即，圖案元件 PC1 及 PC2 被解析)。圖 3B 顯示對應於圖案元件 PC1 及 PC2 的影像未被分開形成(即，圖案元件 PC1 及 PC2 未被解析)。注意，圖 3A 及 3B 也顯示考量投影光學系統的縮放因數被轉換爲在影像面上之尺寸的圖案元件 PC1 及 PC2。

在步驟 S110 中，在步驟 S102 中設定的尺寸評估線段與對應於兩圖案元件的影像的輪廓的交叉點間之距離係沿著尺寸評估線段的方向取得(即，量測對應於兩圖案元件的影像間之尺寸)。例如，在圖 3A 中，作爲尺寸評估線段的線段 PQ(延長線)與對應於圖案元件 PC1 的影像的輪廓之交叉點 P'(x5，y5)及線段 PQ 與對應於圖案元件 PC2 的

影像的輪廓間之交叉點 Q'(x6，y6)被首先指明。注意，如果線段 PQ 與對應於兩圖案元件 PC1 及 PC2 的各個輪廓間有兩個或更多交叉點，則更接近作爲尺寸評估線段的線段 PQ 的中心點的兩個交叉點係被指明爲尺寸評估線段與對應於兩圖案元件的影像的輪廓之交叉點。至於在圖案元件 PC1 與圖案元件 PC2 間之端間隙的尺寸，可以藉由下式取得沿著線段 PQ 於兩交叉點方向中之距離 $D_{P',Q'}$

$$D_{P',Q'} = \sqrt{(x5-x6)^2+(y5-y6)^2} \quad (1)$$

另一方面，在圖 3B 中，作爲尺寸評估線段的線段 PQ(延長線)與對應於圖案元件 PC1 的影像的輪廓之交叉點 P"(x7，y7)與線段 PQ 的對應於圖案元件 PC2 的影像的輪廓的交叉點 Q"(x8，y8)被首先指明。然而，在沿著兩交叉點間之線段 PQ 之方向的距離 $D_{P",Q"}$係由下式取得

$$D_{P"Q"} = \sqrt{(x7-x8)^2+(y7-y8)^2} \quad (2)$$

如果圖案元件 PC1 及 PC2 未解析，則距離 $D_{P",Q"}$被錯誤地取得爲予以量測的圖案元件 PC1 及圖案元件 PC2 間之端間隙，如上所述。換句話說，遮罩圖案影像的尺寸係根據誤認邊緣加以量測。結果，遮罩圖案影像不能被正確評估，因爲根據誤認邊緣的量測結果之故。

在步驟 S112 中，評估(決定)是否兩圖案元件被分開

形成，即，是否兩圖案元件被解析。更明確地說，決定是否在步驟 S104 設定的解析度評估線段與對應於形成在投影光學系統之影像面上之遮罩圖案影像中之兩圖案元件的影像的輪廓有交叉點存在。例如，在圖 3A 中，因爲線段 RS 與對應於兩圖案元件 PC1 及 PC2 的影像之輪廓間沒有交叉點存在，所以，它們被決定爲予以解析。另外，在圖 3B 中，因爲線段 RS 及對應於兩圖案元件 PC1 及 PC2 的影像的輪廓間存在有交叉點 R'(x9，y9)及 S'(x10，y10)，所以，它們被決定爲未解析。注意，如果兩圖案元件被解析(即，沒有交叉點存在)，則程序進行至步驟 S114。如果兩圖案元件未解析(即，如果存在有交叉點)，則程序進行至步驟 S116。

在步驟 S114 中，在步驟 S102 中設定的尺寸評估線段與對應於兩圖案元件的影像的輪廓之交叉點間之尺寸評估線段中之方向的距離值(在步驟 S110 中之量測結果)係被設定爲評估值。在此實施例中，當評估圖案影像時，在沿著兩交叉點間之線段 PQ 的方向中之距離值 $D_{P',Q'}$係被設定爲評估值。

在步驟 S116 中，在步驟 S102 中設定的尺寸評估線段與對應於兩圖案元件的影像的輪廓的交叉點間之尺寸評估線段的方向中之距離值(在步驟 S110 中之量測結果)係被加權並設定爲評估值。例如，檢視當爲目標圖案元件之圖案元件 PC1 及圖案元件 PC2 間之端間隙的尺寸幾乎爲“0”。在此時，沿著線段 PQ 的方向中之兩交叉點間之距離

$D_{P",Q"}$乘以例如“100”的大值時所取得之值係被設定爲評估值。或者，距離值 $D_{P",Q"}$可以被加權，以使之當評估遮罩圖案影像時失效(例如，距離 $D_{P",Q"}$係事先以代表量測誤差的值替換)。注意加權值不只包含例如將在步驟 S110 中量測結果乘以預定係數取得之值，同時，也包含將一補償值加至該值取得之值。即，在步驟 S116 中之評估值需要爲代表兩圖案元件的影像未解析的數值(離群值)。

在步驟 S118 中，形成在投影光學系統的影像面上的遮罩圖案影像(即，在步驟 S108 取得之遮罩圖案影像)係根據在步驟 S114 或 S116 設定的評估值加以評估。

如上所述，在此實施例中，有可能評估是否包含在遮罩圖案中之圖案元件被解析。遮罩圖案影像可以根據當圖案元件被解析時的評估值及未解析時的評估值加以正確地評估。

在此實施例中，在決定該兩圖案元件被解析前(S112)，對應於兩圖案元件的影像間之尺寸係被量測(S110)。然而，對應於兩圖案元件的影像間之尺寸也可以在決定是否該兩圖案元件被解析後(步驟 S112)被量測(S110)。

在此實施例中，在步驟 S104 中，只有設定一解析度評估線段(線段 RS)。然而，也可以設定多數解析度評估線段。例如，檢測當在目標圖案元件的圖案元件 PC3 與圖案元件 PC4 間之端間隙的尺寸被在示於圖 4A 所示之遮罩圖案中評估(量測)。在此時，連接點 P 及 Q 的線段 PQ 係被設定爲尺寸評估線段。多數線段 R0S0，....，RnSn 係被設

定爲在等分線段 PQ 的多數點，將解析度評估線段垂直於線段 PQ。圖 4B 爲於照射示於圖 4A 之遮罩圖案時，形成在該投影光學系統的影像面上的遮罩圖案影像的輪廓圖。注意，圖 4B 也顯示考量投影光學系統的縮放因數，圖案元件 PC3 及 PC4 被轉換爲在影像面上之尺寸。參考圖 4B，考量多數線段 R0S0，...RnSn 外的粗線所表示之線段，相對於圖案元件 PC3 及 PC4 的影像存在有交叉點。然而，考量多數線段 R0S0，...，RnSn 外的細線表示的線段(例如，線段 RkSk(0≦k≦n)，相關於對應於圖案元件 PC3 及 PC4 的影像並沒有交叉點存在。因此，多數解析度評估線段係被大致設定。在步驟 S112 中，決定各個多數解析度評估線段是否相關於對應兩圖案元件的影像的輪廓存在有交叉點。如果該多數解析度評估線段的至少之一相對於對應於兩圖案元件的影像的輪廓沒有交叉點時，則它們被決定爲解析。另一方面，如果所有該多數解析度評估線段相對於兩圖案元件的影像的輪廓有交叉點時，它們決定爲未解析。

一例子將解釋如下，其中本實施例之評估方法被應用至予以設定在曝光設備中之決定曝光條件(有效光源或類似物)的決定方法，該曝光設備包含用以照射包含多數圖案元件的圖案之照射光學系統與用以投影該圖案至一基材的投影光學系統。注意，有效光源爲予以形成在照射光學系統的光瞳面上之光強度的分佈。

圖 5 爲資訊處理設備 500 的配置之示意方塊圖，其執

行依據本發明之一實施例之決定方法。資訊處理設備 500 爲一光學模擬器，其搜尋曝光條件，以該曝光條件形成在投影光學系統的影像面上的圖案影像幾乎具有目標尺寸。資訊處理設備 500 包含控制單元 502、儲存單元 504、橋接器 506、輸出介面 508、網路介面 510、及輸入介面 512。控制單元 502、儲存單元 504、輸出介面 508、網路介面 510 及輸入介面 512 係經由匯流排連接至橋接器 506。

顯示器 522 係連接至輸出介面 508。輸入裝置 524 係連接至輸入介面 512。網路介面 510 係連接至例如 LAN 之網路，以傳送資料至另一資訊處理設備。曝光設備及類似物之主控制器也連接至網路介面 510。

控制單元 502 包含 CPU(中央處理單元)、DSP(數位信號處理器)、FPGA(場可程式閘陣列)、及微電腦。儲存單元 504 包含例如 ROM 及 RAM 的記憶體。輸入裝置 524 包含滑鼠及鍵盤。

控制單元 502 執行儲存於儲存單元 504 中之程式(軟體碼)，藉以使得資訊處理設備 500 操作爲用以執行處理的設備或依據程式的方法。依據程式的處理之結果係輸出至例如顯示器 522 的裝置，及經由輸出介面 508 輸出至曝光設備的主控制器。儲存單元 504 儲存有關於投影光學系統的資料(佈局資料，有關於投影光學系統的資料(數值孔徑(NA)及像差資訊)，及執行此實施例之決定方法所必要的相關於照明光學系統的資料(有效光源資訊等)。這些資料係例如經由網路介面 510 被提供給資訊處理設備 500 並

儲存於儲存單元 504 中。

圖 6 爲解釋依據本發明實施例之決定方法的流程圖。此決定方法重覆取得遮罩圖案影像並量測每次曝光條件改變時，遮罩圖案影像的量測目標的尺寸。包含在遮罩圖案中之圖案元件可以在某些曝光條件下未解析。然而，此實施例之決定方法可以根據當圖案元件被解析時之評估值及在它們未被解析時的評估值，而藉由正確地評估遮罩圖案影像，而決定用於遮罩圖案的最佳曝光條件。

注意，在此實施例中，遮罩圖案包含多數圖案元件 PC，其係相對於 Y 軸方向爲傾斜並排列於 X 軸方向中，如圖 7 所示。更明確地說，示於圖 7 的遮罩圖案包含以 100nm 的間隔 Pitch 相隔的九個圖案元件 PC，各個具有 50nm 的線寬 W，400nm 的高度 Height，及相對於 Y-軸有 150nm 的傾斜 W2。此一圖案可以增加每單位面積的記憶體格的位元數。注意，該遮罩爲半色調遮罩(半色調相移遮罩)，在圖案元件與背景間之相位差爲 π(180 度)，圖案元件的透射比爲 6%，及背景者爲 100%。在圖 7 所示之遮罩圖案中，在末端間之短部劣化良率。因此，在此實施例中，曝光條件係被決定爲使得在圖案元件 PC 間之端隙的尺寸係滿足評估準則。

在此步驟 S601 中，設定了啓始曝光條件。曝光條件爲當執行曝光時，各種可在曝光設備中設定的條件，包含例如投影光學系統的 NA、曝光光源的波長、浸漬液體的類型、予以施加至基材上之光阻的折射率、及有效光源(

發光形狀)。在此實施例中，投影光學系統的 NA 爲 1.35，及曝光光源的波長 λ 爲 193nm、及浸漬液體爲純水、予以施加至基材上之光阻的折射率爲 1.79，及有效光源爲四極照明作爲啓始曝光條件。在此實施例中，曝光條件決定的目標爲有效光源，而剩餘曝光條件，例如投影光學系統的 NA 及曝光波長係被固定爲啓始曝光條件。注意，定義作爲有效光源的四極照明的參數爲 σ-外線(σa)、環形比(σratio=(σb/σa))、及在 X-軸方向中之極的孔徑角 φ1[度]，及在 Y-軸方向中之極的孔徑角 φ2[度]，如圖 8 所示。這些參數係分別被設定於 $0.7 \leqq \sigma a \leqq 0.98$，$0.65 \leqq \sigma ratio \leqq 0.8$，$50 \leqq \phi 1 \leqq 130$，及 $0 \leqq \phi 2 \leqq 50$。在此例子中，設爲 σa=0.95，σratio=0.737，φ1=110，及 φ2=20。

步驟 S602 係與步驟 S102 相同。在此實施例中，多數平行於示於圖 7 的線段 P_2Q_2 的線段 $P_{2_1}Q_{2_1}$，…，$P_{2_17}Q_{2_17}$ 係被設定爲尺寸評估線段(見圖 9A 至 9C)。

步驟 S604 係與步驟 S104 相同。在此實施例中，線段 R_2S_2 係被設定爲在目標圖案元件(圖案元件 PC5 及 PC6)間之解析度評估線段，以交叉多數線段(尺寸評估線段)$P_{2_1}Q_{2_1}$，…，$P_{2_17}Q_{2_17}$。

步驟 S606 係與步驟 S106 相同。在此實施例中，資訊處理設備 500 執行光學模擬，以取得強度分佈(即遮罩圖案影像)作爲影像資訊，即光通過圖 7 所示之遮罩圖案所形成於投影光學系統的影像面上的光強度分佈。

步驟 S608 係與步驟 S108 相同。在此實施例中，一切

片位準係在步驟 S606 中取得的強度分佈決定，使得線段 T_2U_2(見圖 7)具有與遮罩圖案相同的尺寸(50nm)。在此時，強度分佈的輪廓線係被抽出爲遮罩圖案影像的輪廓。注意，遮罩圖案影像的輪廓被抽出，而在此時不必處理強度分佈。然而，遮罩圖案影像的輪廓可以在使用處理模型處理強度分佈後被抽出，其表示光阻的曝光或顯影特徵。

步驟 S610 係與步驟 S110 相同。圖 9A 至 9C 爲示意圖，顯示在照射在圖 7 所示之遮罩圖案時，所形成在投影光學系統的影像面上的遮罩圖案影像的輪廓。注意，圖 9A 及 9B 顯示當對應於圖案元件 PC5 及 PC6 被分開形成時(即，圖案元件 PC5 及 PC6 被解析)的影像。圖 9C 顯示當對應於圖案元件 PC5 及 PC6 未被分開形成(即圖案元件 PC5 及 PC6 未被解析)的影像。注意，圖 9A 至 9C 同時顯示考量投影光學系統的縮放因數，圖案元件 PC5 及 PC6 被轉換爲在影像面上之尺寸。

參考圖 9A，考量在多數線段(尺寸評估線段)$P_{2_1}Q_{2_1}$，...$P_{2_17}Q_{2_17}$ 外的線段 $P_{2_k}Q_{2_k}(7 \leq k \leq 15)$，相關於對應於兩圖案元件 PC5 及 PC6 的影像的輪廓存在有交叉點。首先，指明線段 $P_{2_k}Q_{2_k}$(的延長線)與對應於圖案元件 PC5 的影像的輪廓之交叉點 P'_{2_k} 及線段 $P_{2_k}Q_{2_k}$ 及對應於圖案元件 PC6 的影像的輪廓之交叉點 Q_{2_k}。在沿著線段 $P_{2_k}Q_{2_k}$ 與對應於兩圖案元件 PC5 及 PC6 的影像的輪廓間之尺寸評估線段的方向中取得最小距離 $D_{P'2_kQ'2_k}$ $(7 \leq k \leq 15)$。因此，在此實施例中，距離 $D_{P'2_9Q'2_9}$ 被取

得爲在圖案元件 PC5 與圖案元件 PC6 間之端間隙的尺寸。當曝光條件(有效光源)改變時，則形成在投影光學系統的影像面上的遮罩圖案影像也改變。因此，在圖 9B 中，距離 $D_{P"2_10Q"2_10}$ 係被取得作爲在圖案元件 PC5 及圖案元件 PC6 間之端間隙的尺寸。注意，在此實施例中，因爲焦點係置放於圖案元件間之端間隙的尺寸上，所以，使用多數尺寸評估線段的量測結果的最小值。然而，本發明並不限於此。

另一方面，示於圖 9C 的遮罩圖案影像(圖案元件 PC5 及 PC6 未解析)可以被形成在投影光學系統的影像面上。參考圖 9C，考量在多數線段(尺寸評估線段)$P_{2_1}Q_{2_1}$，...$P_{2_17}Q_{2_17}$ 外的線段 $P_{2_m}Q_{2_m}$(m=7，10≦m≦15)，存在於有關於對應於兩圖案元件 PC5 及 PC6 的影像的輪廓的交叉點。在圖 9C 中，距離 $D_{P"'2_10Q"'2_10}$ 係被取得爲在圖案元件 PC5 及圖案元件 PC6 間之端間隙的尺寸。注意，事實上，距離 $D_{P"'2_10Q"'2_10}$ 並不是於圖案元件 PC5 與圖案元件 PC6 間之端間隙的尺寸。

步驟 S612 係與步驟 S112 相同。在圖 9A 及 9B 中，因爲在線段(解析度評估線段)R_2S_2 與對應於兩圖案元件 PC5 及 PC6 的影像的輪廓間沒有交叉點，所以，它們被決定爲解析的。在圖 9C 中，因爲在線段 RS 與對應於兩圖案元件 PC5 及 PC6 的影像的輪廓之交叉點 $R"'_2$ 及 $S"'_2$ 存在，所以，它們被決定爲未解析。注意，如果兩圖案元件被解析(即，沒有交叉點)，則程序進行至步驟 S614。如果兩圖

案元件未解析(即，有交叉點存在)，則程序進行至步驟S616。

步驟S614係與步驟S114相同。在此實施例中，在步驟S610中的量測結果(距離 $D_{P'2_9Q'2_9}$ 或距離 $D_{P''2_10Q''2_10}$)係被設定爲評估值。

步驟S616係與步驟S116相同。在此實施例中，在步驟S610中之量測結果(距離 $D_{P'''2_10Q'''2_10}$)係被加權並設定爲評估值。

在步驟S618，形成在投影光學系統之影像面上之遮罩圖案影像(即，在步驟S608取得之遮罩圖案影像)係根據在步驟S614或S616所設定的評估值所評估。

在步驟S620中，在步驟S614或S616中設定的評估值間及遮罩圖案的目標尺寸之差ΔL係根據在步驟S618中之評估結果加以計算。雖然於此已經描述圖案元件間之端間隙的尺寸，但尺寸評估係用於如於圖7所示之多數線段AB、CD及T_2U_2。假定L1爲端間隙的尺寸的量測結果，則L2、L3及L4可以爲多數線段AB、CD、及T_2U_2的量測結果，及L01、L02、L03及L04爲目標尺寸。在此例子中，遮罩圖案的評估值與目標尺寸間之差ΔL係以下式決定

$$\Delta L = \sqrt{\frac{(L1-L01)^2+(L2-L02)^2+(L3-L03)^2+(L4-L04)^2}{4}} \qquad (3)$$

在步驟S622中，決定是否在步驟S620中計算的差ΔL

滿足評估準則(即，是否偏離開目標尺寸在允許範圍內)。如果，差ΔL並未滿足評估準則，則程序進行至步驟 S624。如果差ΔL滿足評估準則，程序進行至步驟 S626。

在步驟 S624 中，曝光條件被重設，及程序回到步驟 S606。在步驟 S626，設定於步驟 S601 中之啓始曝光條件或重設於步驟 S624 的曝光條件係被描述爲予以設定於曝光設備中之曝光條件。

在此實施例中，有可能以此方式評估是包含在遮罩圖案中之圖案元件被解析，並因此，當圖案元件被解析及當它們未被解析時，根據評估值，正確地評估遮罩影像。結果，即使當曝光條件保持圖案元件未解析，直到曝光條件決定被設定爲止，有效光源最佳化的收斂從未被阻礙，及可以決定適用於遮罩圖案的有效光源。

另外，此實施例之評估方法係可應用至使用掃描式電子顯微鏡(SEM)評估形成在基材上之光阻圖案的尺寸的技術。其中已知當製造半導體裝置時，藉由執行曝光同時改變在曝光設備中之曝光量及失焦量，測試曝光邊際的技術。因爲評估目標包含對應於未解析圖案的光阻圖案，應用該實施例之評估方法完成曝光邊際的正確評估。例如，檢測形成在曝光邊際評估的基材上的光阻圖案的尺寸對應於多數曝光量及失焦量係連續使用 SEM 加以量測。在此時，應用該實施例之評估方法，使之有可能評估是否包含在遮罩圖案中之圖案元件被解析(即，是否形成對應於圖案元件的光阻圖案被形成)。結果，即使當圖案元件未被解

析，則對應於多數曝光量與失焦量的光阻圖案的尺寸可以正確地被評估。因此，有可能正確地評估曝光邊際。

爲了比較實施例，其他評估方法將被檢測。例如，評估方法將被執行以當尺寸評估線段的量測結果係偏移開參考值一預定值或更多時，則決定一圖案未被解析。此一評估法係有效於圖 3B 中所示之遮罩圖案影像。然而，對於示於圖 9C 中之遮罩圖案影像，則因爲距離 $D_{P''2_10Q''2_10}$ 不必然偏離開參考值一預定值或更多，而很困難正確地評估是否該圖案被解析。

當多數尺寸評估線段的量測結果並未相對於座標平順改變時，評估方法可以被執行以決定該圖案並未解析。然而，此評估方法很困難指明哪一已造成多數尺寸評估線段、圖案形狀或未解析圖案的量測結果的改變。

注意，當圖案未被解析時，如圖 3B 所示，沿著尺寸評估線段的強度分佈表示“亮-暗-亮”。當圖案被解析時，如圖 3A 所示，則沿著尺寸評估線段的強度分佈代表“暗-亮-暗”。因此，評估方法可以被執行以依據是否接近間隙的強度相對於圖案影像的輪廓的強度爲凸出或下凹加以評估圖案是否被解析。當有端間隙，其係於沿著尺寸評估線段的想要端間隙位移開一位置被解析，此評估法不能執行正確解析度評估，並且不適當。

評估法可以藉由檢測遮罩圖案影像的數量，執行以評估是否一圖案被解析。然而，很困難指明在尺寸評估線段與解析圖案(或未解析圖案)間之位置關係。

雖然本發明已參考例示實施例加以描述，可以了解的是，本發明並不限於所揭示例示實施例。以下申請專利範圍的範圍係予以依據最廣解釋法加以記錄，以包圍所有此等修改及等效結構及功能。

【圖式簡單說明】

圖 1 爲依據本發明之實施例之解釋評估方法的流程圖。

圖 2 爲依據本實施例之解釋尺寸評估線段與解析度評估線段圖。

圖 3A 及 3B 爲顯示於照射示於圖 2 的遮罩圖案時，投影光學系統的影像面上的遮罩圖案影像的輪廓圖。

圖 4A 及 4B 爲解釋多數解析度評估線段被設定的示意圖。

圖 5 爲顯示資訊處理設備的配置的示意方塊圖，該設備執行依據本發明之實施例的決定方法。

圖 6 爲一流程圖，用以解釋依據本發明實施例之決定方法。

圖 7 爲一示意圖，顯示示於圖 6 中之決定方法中之遮罩圖案的例子。

圖 8 爲用以解釋定義有效光源的參數的示意圖。

圖 9A 至 9C 爲顯示於照射示於圖 7 的遮罩圖案時，形成在投影光學系統的影像面上的遮罩圖案影像的輪廓圖。

【主要元件符號說明】

500：資訊處理設備

502：控制單元

504：儲存單元

506：橋接器

508：輸出介面

510：網路介面

512：輸入介面

522：顯示器

524：輸入裝置

七、申請專利範圍：

1.一種評估方法，使得電腦評估包含多數圖案元件的圖案的影像，該影像被形成在投影光學系統的影像面上，該投影光學系統將該圖案投影至基材上，該評估方法包含：

第一步驟，用以設定第一線爲被使用以評估在該投影光學系統之該影像面上之該圖案元件的影像的尺寸；

第二步驟，用以設定第二線爲被使用以評估該圖案元件的該等影像是否被解析於該投影光學系統的該影像面上；

第三步驟，用以藉由取得形成在該投影光學系統上之該影像面上的該圖案，取得在第一線與該等圖案元件的該等影像的輪廓之交叉點間的距離；

第四步驟，用以決定是否該第二線與該圖案元件的該影像的該輪廓存在有交叉點，以評估是否該等圖案元件的該等影像被解析；及

第五步驟，用以評估該圖案的該取得影像，藉由在第四步驟中，於決定沒有交叉點時，設定在取得該距離時所取得之該距離值成爲評估值，及藉由在該第四步驟中，決定存在有交叉點時，設定與在取得該距離時所取得的該距離值不同的離群值作爲評估值。

2.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中在該第二步驟中，該第二線被設定爲與在該第一步驟所設定的第一線相交。

3.如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中在該五步驟中，在該第三步驟中取得之該距離值係被加權，以在該第四步驟中決定有交叉點時，使在該第三步驟中取得之該距離失效。

4.如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中在該第二步驟中，該第二線係被設定以於該第一步驟中所設定的該第一線的中心點垂直於該第一線。

5.如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中：

在該第二步驟中，予以被使用以評估是否該等圖案元件的該等影像被解析的多數第二線係被設定爲在該第一步驟中設定的第一線之多數點處垂直於該第一線，

在該第四步驟中，爲各個該多數第二線決定是否相對於該圖案元件的該等影像的該等輪廓存在有交叉點，及

在該第五步驟中，形成在該投影光學系統的該影像面上的該圖案的該影像係被評估，藉由：於在該第四步驟中決定在該多數第二線的至少之一沒有交叉點存在時，設定在該第三步驟中取得的該距離的該值爲該評估值，及於在第四步驟中決定在該所有該等多數第二線存在有交叉點時，藉由設定加權在該第三步驟中取得該距離的該值所取得的值爲評估值。

6.如申請專利範圍第 2 項所述之方法，其中：

在該第一步驟中，多數被使用以評估對應於在多數圖案元件外的兩相同圖案元件的影像間之尺寸的第一線係被設定，

在該第三步驟中，沿著各個多數該第一線的方向之距離係在各個該多數第一線交叉點與對應於該兩圖案元件的該等影像的該等輪廓間取得，及

在該第五步驟中，於該第四步驟中，決定其中沒有交叉點時，形成在該投影光學系統之該影像面上之該圖案的該影像係藉由設定在該第三步驟中取得之該距離的最小值爲該評估值加以評估。

7.一種使電腦決定予以設定在曝光設備中的曝光條件的決定方法，該曝光設備包含照明光學系統，其照明包含多數圖案元件的圖案，及一投影光學系統，其將該圖案投影至一基材，該決定方法包含：

第一步驟，用以設定第一線被使用以評估該圖案元件的影像在該投影光學系統的該影像面上的尺寸；

第二步驟，用以設定第二線爲使用以評估該圖案元件的該等影像是否解析在該投影光學系統的該影像面上；

第三步驟，用以藉由取得形成在該投影光學系統的該影像面上的該圖案的該影像，取得該第一線與該等圖案元件的該影像的輪廓的交叉點間之距離；

第四步驟，用以決定是否在該第二線與該等圖案元件的該影像的該輪廓間有交叉點，以評估是否該等圖案元件的該等影像被解析；

第五步驟，用以評估該圖案的該取得影像，藉由：在該第四步驟中，決定沒有交叉點時，藉由設定在該取得該距離所取得之距離值爲評估值，及在該第四步驟中，決定

有交叉點時，藉由設定與在取得該距離所取得之距離值不同的離群值爲評估值；及

第六步驟，用以根據在該第五步驟中的評估結果，決定該曝光條件，使得形成在該投影光學系統的該影像面上的該圖案的該影像滿足評估的準則。

8.如申請專利範圍第 7 項所述之方法，其中該曝光條件包含被形成在該照明光學系統的光瞳面上之光強度的分佈。

9.一種儲存一程式之電腦可讀取儲存媒體，該程式使得電腦以執行用以評估包含多數圖案元件的圖案的影像的評估方法，該影像被形成在投影光學系統的影像面上，該投影光學系統將該圖案投影至基材，該程式使得該電腦執行：

第一步驟，用以設定第一線爲用以評估在該投影光學系統的該影像面上的該圖案元件的影像的尺寸；

第二步驟，用以設定第二線爲用以評估是否該圖案元件的該等影像被解析在該投影光學系統的該影像面上；

第三步驟，用以藉由取得形成在該投影光學系統之該影像面上之該圖案的該影像，而取得該第一線與該圖案元件的該影像的輪廓間之距離；

第四步驟，用以決定是否在該第二線與該圖案元件的該影像的該輪廓間存在有交叉點，以評估該等圖案元件的該等影像是否被解析；及

第五步驟，用以評估該圖案的該取得影像，藉由：在

該第四步驟中，決定沒有交叉點時，藉由設定在該取得該距離所取得之距離值爲評估值；及在該第四步驟中，決定存在有交叉點時，藉由設定與在取得該距離所取得之距離值不同的離群值爲評估值。

10.一種儲存一程式之電腦可讀取儲存媒體，該程式使得電腦以執行用以決定予以設定在包含照明光學系統及投影光學系統的曝光設備中之曝光條件的決定方法，該照明光學系統照射包含多數圖案元件的一圖案，及該投影光學系統將該圖案投影至基材，該程式使得該電腦執行：

第一步驟，用以設定第一線爲用以評估在該投影光學系統的該影像面上的該等圖案元件的影像的尺寸；

第二步驟，用以設定第二線爲用以評估是否該等圖案元件的該等影像被解析在該投影光學系統的該影像面上；

第三步驟，用以藉由取得形成在該投影光學系統之該影像面上之該圖案的該影像，而取得該第一線與該圖案元件的該影像的輪廓交叉點間之距離；

第四步驟，用以決定是否在該第二線與該圖案元件的該影像的該輪廓間存在有交叉點，以評估該等圖案元件的該等影像是否被解析；及

第五步驟，用以評估該圖案的該取得影像，藉由：在該第四步驟中，決定沒有交叉點時，藉由設定在該取得該距離所取得之距離值爲評估值；及在該第四步驟中，決定存在交叉點時，藉由設定與在取得該距離所取得之距離值不同的離群值爲評估值；及

第六步驟，用以根據在該第五步驟中之評估結果，決定曝光條件，使得形成在該投影光學系統的該影像面上的該圖案的該影像滿足用以評估的準則。

11.一種使得電腦決定予以設定於曝光設備中之曝光條件的決定方法，該曝光設備包含照明光學系統，其照射包含多數圖案元件的圖案，及投影光學系統，其將該圖案投影至基材，該決定方法包含：

設定步驟，用以設定暫時曝光條件；

計算步驟，用以計算以該暫時曝光條件，形成在該投影光學系統的影像面上的該圖案的影像；

評估步驟，用以評估所計算影像；及

決定步驟，用以根據在該評估步驟中的評估結果，決定該曝光條件，使得形成在該投影光學系統的該影像面上的該圖案的該影像滿足評估用準則，

其中該評估步驟包含決定是否用以評估該等圖案元件的影像是否在該投影光學系統的該影像面上被解析的一線與該等圖案元件的該等影像的輪廓存在有交叉點的步驟。

圖1

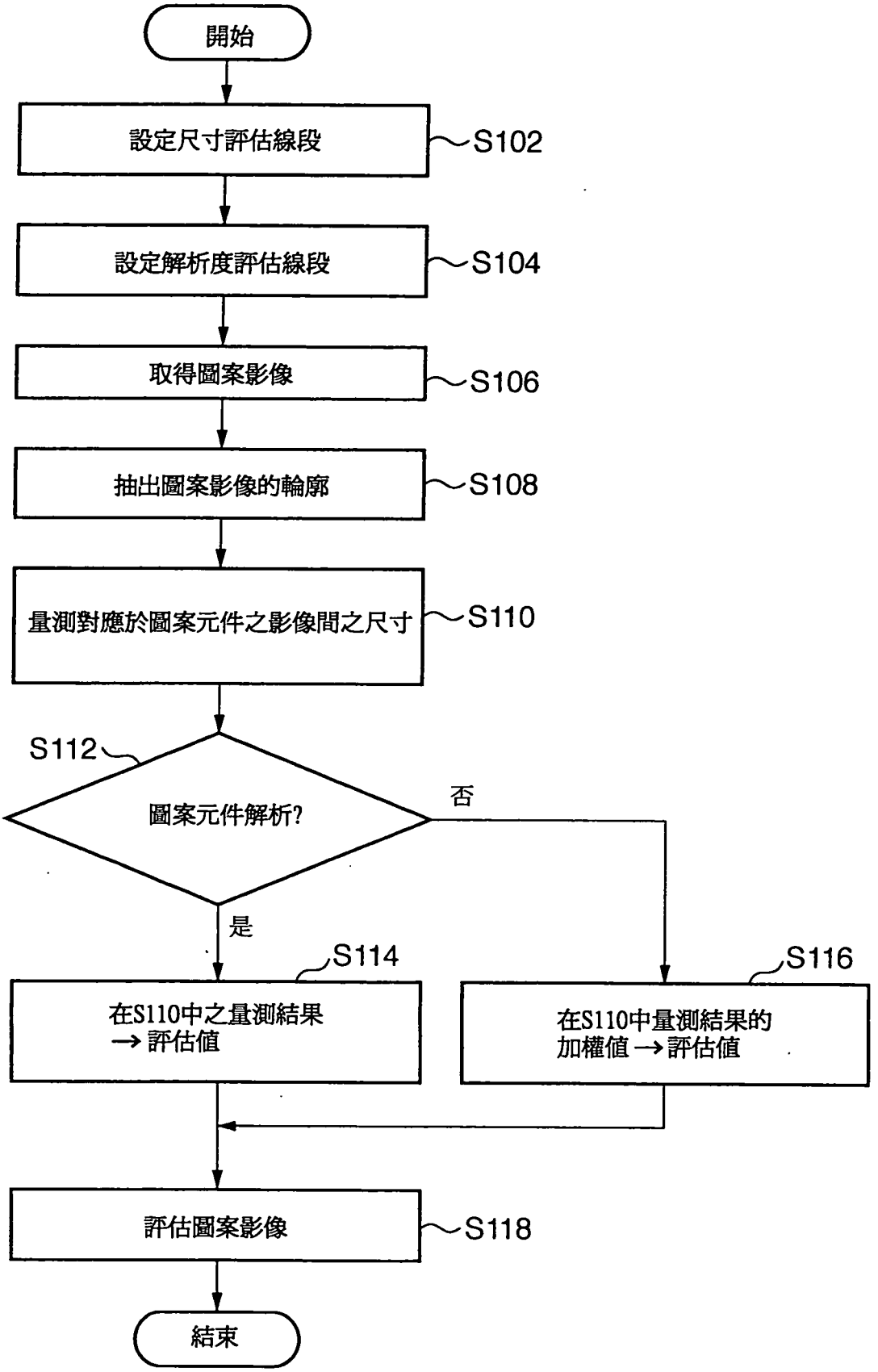

開始
設定尺寸評估線段
S102
設定解析度評估線段
S104
取得圖案影像
S106
抽出圖案影像的輪廓
S108
量測對應於圖案元件之影像間之尺寸
S110
S112
圖案元件解析?
否
是
S114
在S110中之量測結果
→評估值
S116
在S110中量測結果的
加權值→評估值
評估圖案影像
S118
結束

圖2

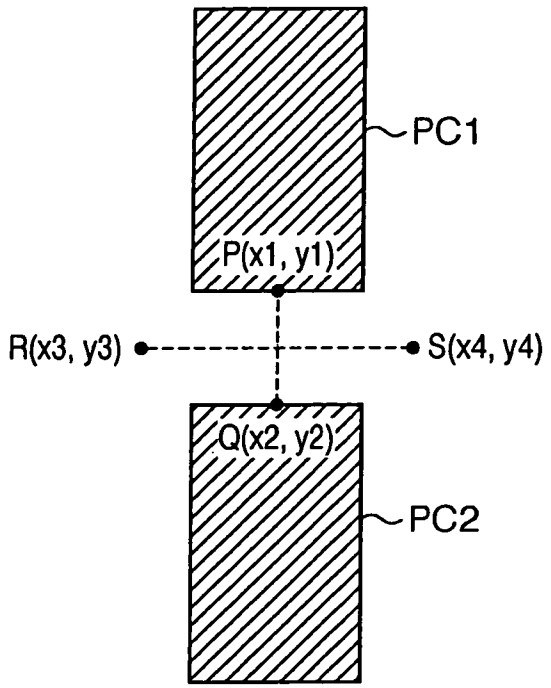

PC1
P(x1, y1)
R(x3, y3)
S(x4, y4)
Q(x2, y2)
PC2

圖3A

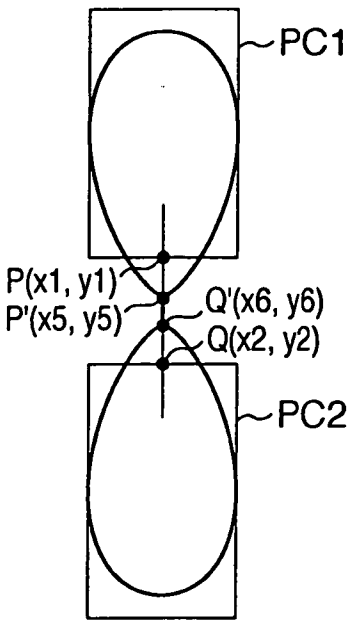

PC1
P(x1, y1)
P'(x5, y5)
Q'(x6, y6)
Q(x2, y2)
PC2

圖3B

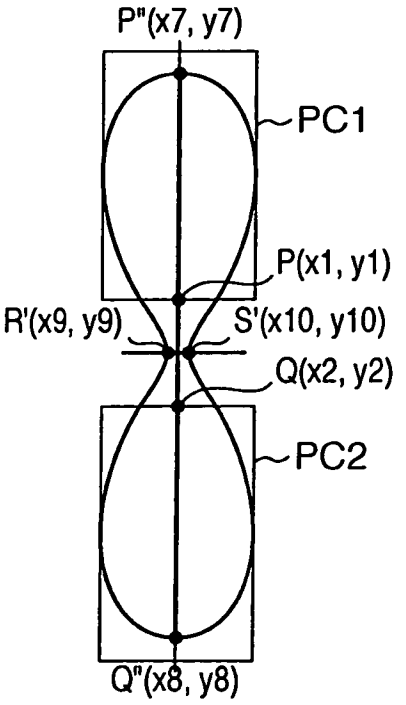

P"(x7, y7)
PC1
P(x1, y1)
R'(x9, y9)
S'(x10, y10)
Q(x2, y2)
PC2
Q"(x8, y8)

圖4A

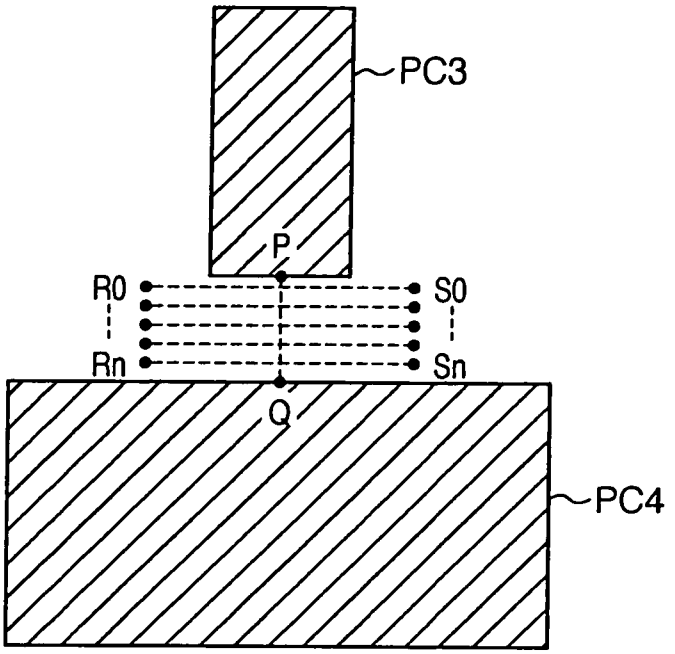


圖4B

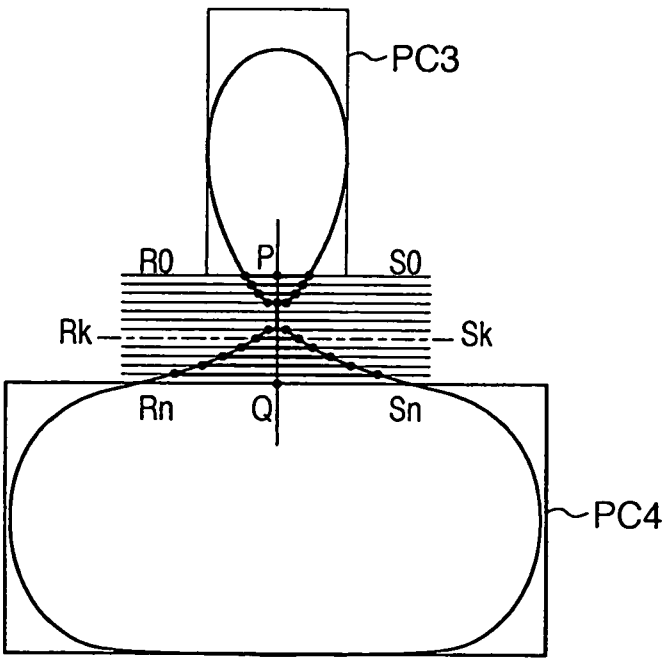


圖5

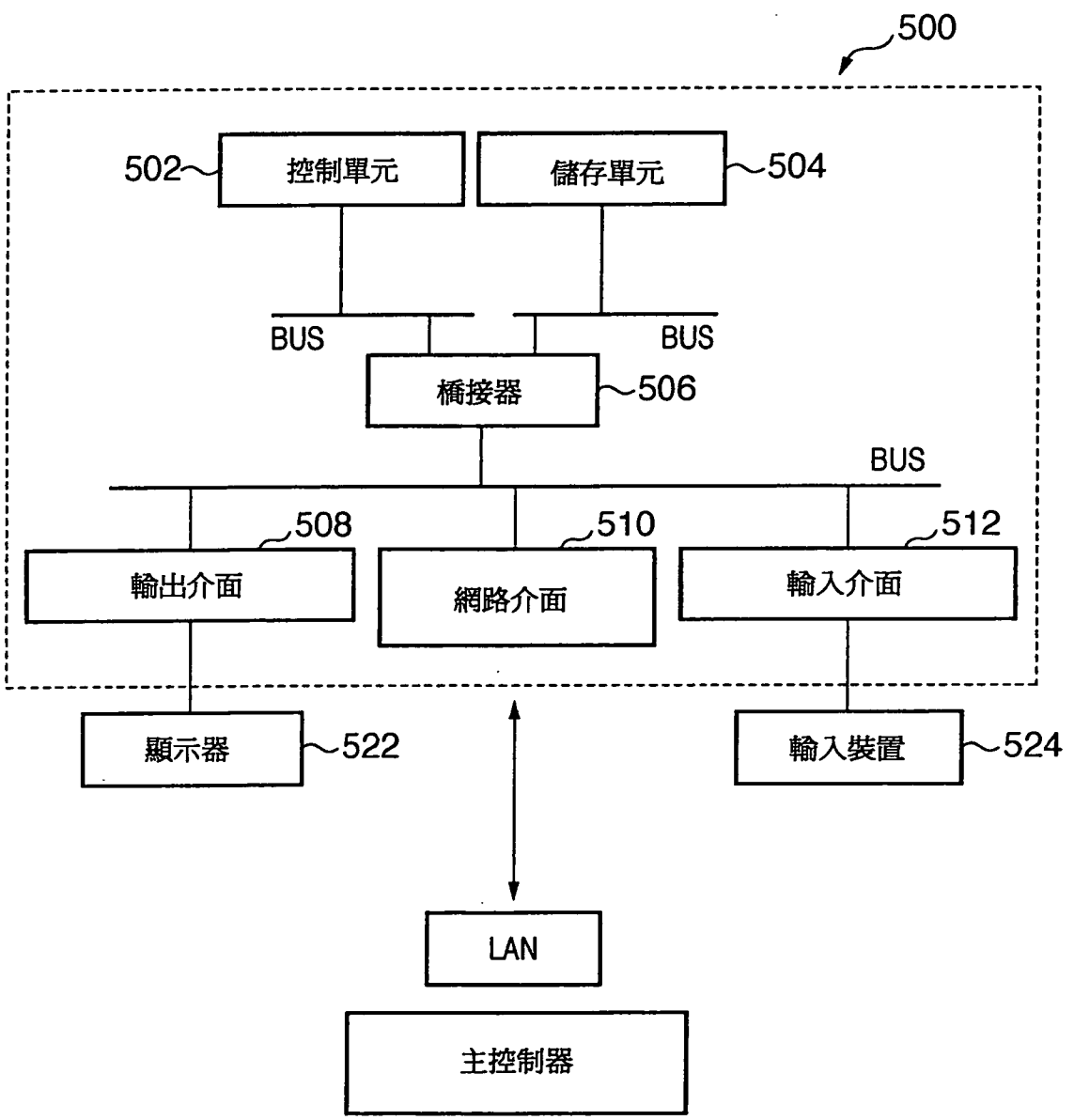

500
502
控制單元
儲存單元
504
BUS
BUS
橋接器
506
BUS
508
510
512
輸出介面
網路介面
輸入介面
顯示器
522
輸入裝置
524
LAN
主控制器

圖6

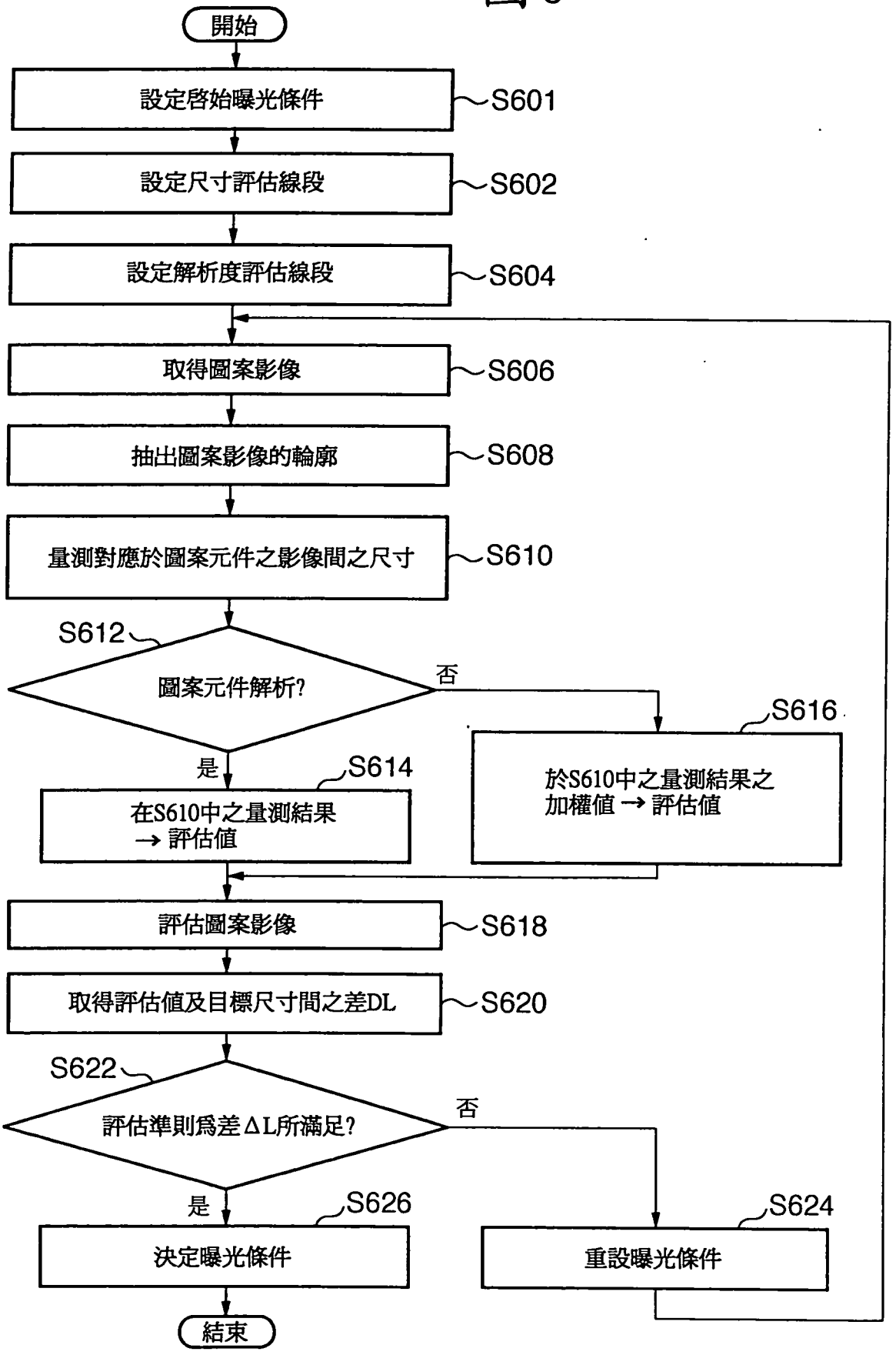

開始
設定啓始曝光條件
S601
設定尺寸評估線段
S602
設定解析度評估線段
S604
取得圖案影像
S606
抽出圖案影像的輪廓
S608
量測對應於圖案元件之影像間之尺寸
S610
S612
圖案元件解析?
否
是
S614
在S610中之量測結果
→ 評估值
S616
於S610中之量測結果之
加權值 → 評估值
評估圖案影像
S618
取得評估值及目標尺寸間之差DL
S620
S622
評估準則爲差ΔL所滿足?
否
是
S626
決定曝光條件
S624
重設曝光條件
結束

圖7

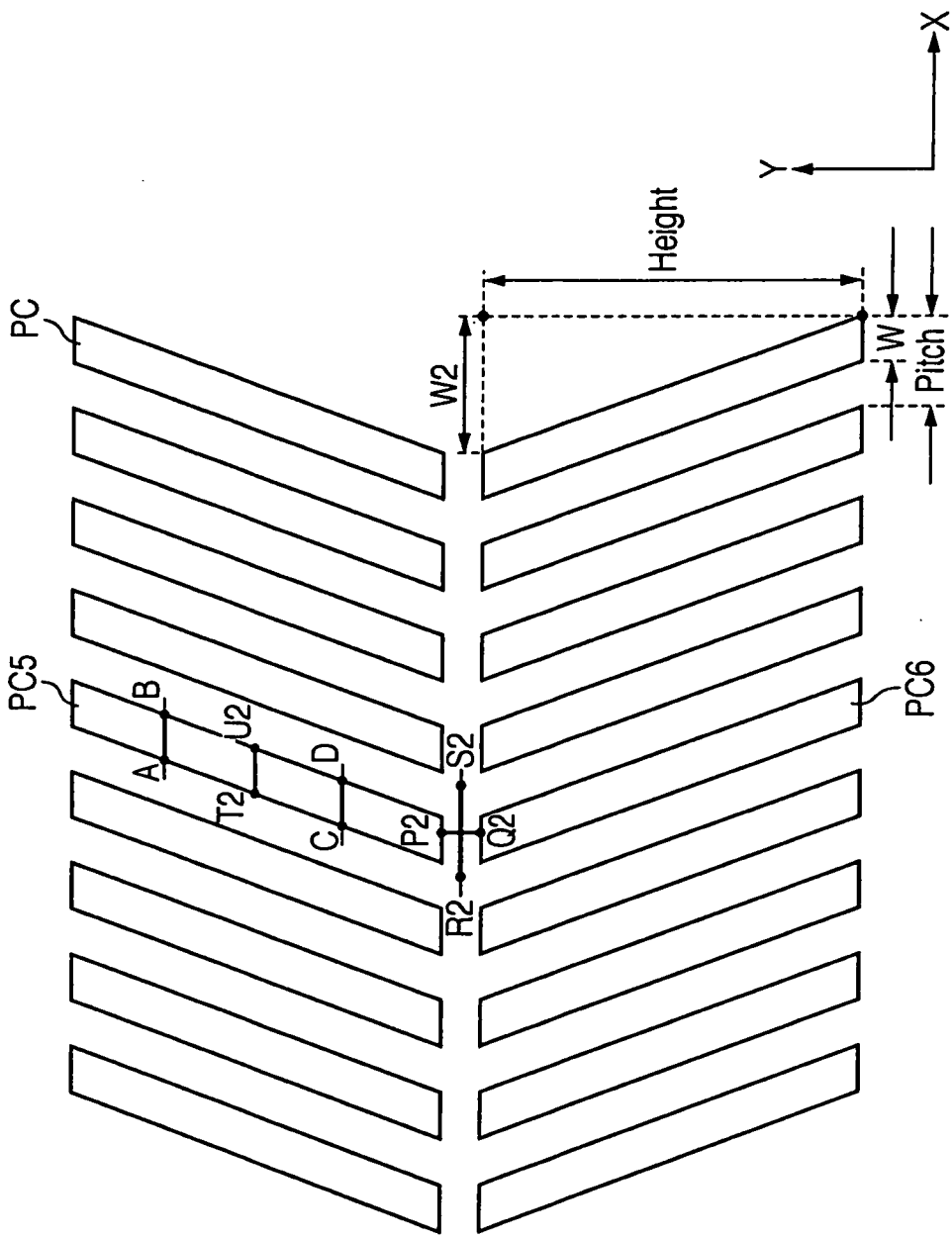


圖8

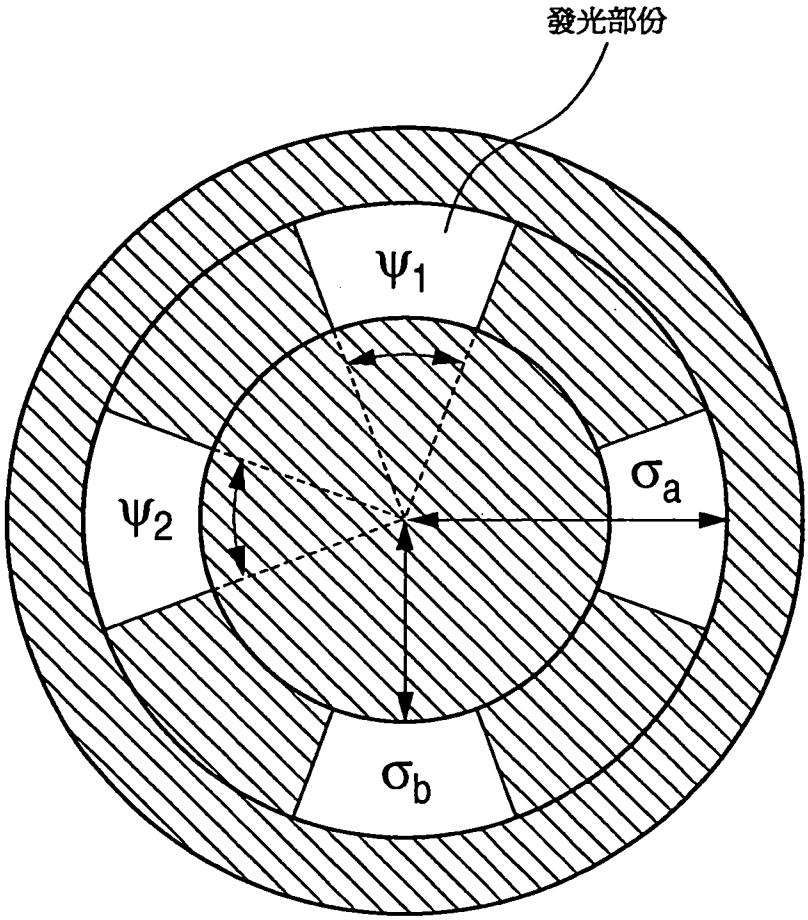


圖9A

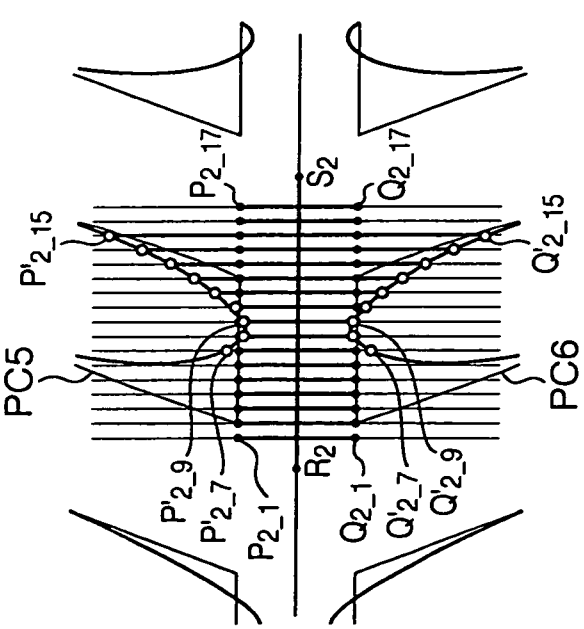

P'2_15
P2_17
S2
Q2_17
Q'2_15
PC5
PC6
P'2_9
P'2_7
P2_1
R2
Q2_1
Q'2_7
Q'2_9

圖9B

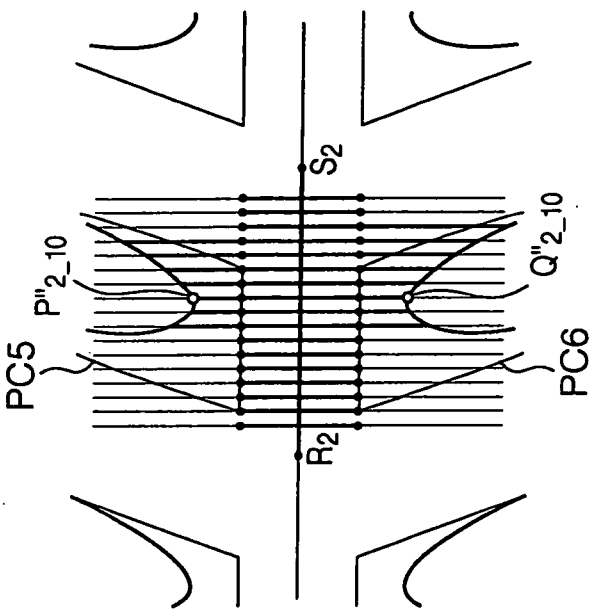
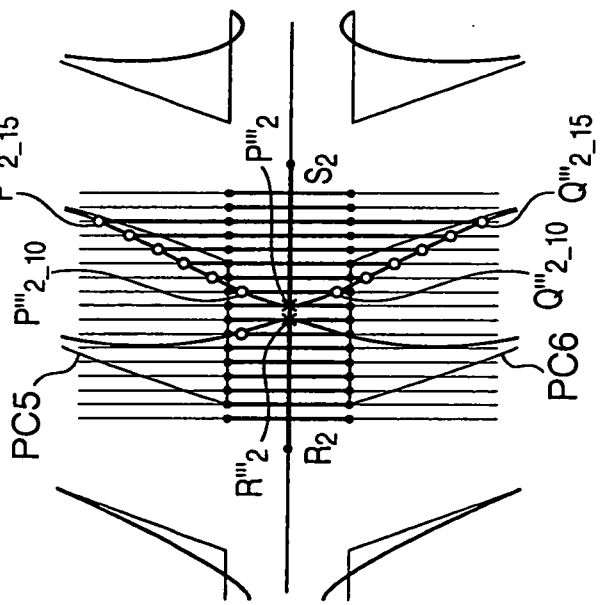

S2
P"2_10
Q"2_10
PC5
PC6
R2

圖9C


P'''2_15
P'''2
S2
Q'''2_15
P'''2_10
Q'''2_10
PC5
PC6
R'''2
R2