

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

發明專利說明書

100 年 8 月 30 日修正本 764375

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：096100220

※申請日期：96 年 01 月 03 日

※IPC 分類：

G03F 7/20 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)

一、發明名稱：

(中) 計算曝光設備中之曝光劑量及焦點位置的方法、曝光方法、電腦可讀取儲存媒體，與裝置製造方法

(英) Method for calculating exposure dose and focus position in exposure apparatus, exposure method, computer-readable storage medium and device manufacturing method

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 佳能股份有限公司
(英) CANON KABUSHIKI KAISHA代表人：(中) 1. 內田恒二
(英) 1. UCHIDA, TSUNEJI地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號
(英) 3-30-2, Shimomaruko, Ohta-ku, Tokyo, Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 6 人)

1. 姓 名：(中) 千德孝一
(英) SENTOKU, KOICHI
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN2. 姓 名：(中) 稻秀樹
(英) INA, HIDEKI
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN3. 姓 名：(中) 三上晃司
(英) MIKAMI, KOJI
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

4.姓 名：(中) 杉村義昭
(英) SUGIMURA, YOSHIAKI
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

5.姓 名：(中) 吉井啓人
(英) YOSHII, HIROTO
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

6.姓 名：(中) 宮下朋之
(英) MIYASHITA, TOMOYUKI
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

- | | | | |
|-------|--------------|---------------|--|
| 1. 日本 | ； 2006/01/05 | ； 2006-000950 | ☒ 有主張優先權 |
| 2. 日本 | ； 2006/12/27 | ； 2006-353324 | ☒ 有主張優先權 |

4.姓 名：(中) 杉村義昭
(英) SUGIMURA, YOSHIAKI
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

5.姓 名：(中) 吉井啓人
(英) YOSHII, HIROTO
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

6.姓 名：(中) 宮下朋之
(英) MIYASHITA, TOMOYUKI
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

- | | | | |
|------|--------------|---------------|--|
| 1.日本 | ； 2006/01/05 | ； 2006-000950 | ☒ 有主張優先權 |
| 2.日本 | ； 2006/12/27 | ； 2006-353324 | ☒ 有主張優先權 |

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種計算曝光設備中之曝光劑量及焦點位置的技術。

【先前技術】

改善生產率以及提升對於可轉移圖案之精密處理需要轉移光罩上的LSI圖案至晶圓上之圖案曝光技術。在使晶圓曝光中，於曝光設備中的曝光方法會針對各個程序和各個曝光層而設定諸如焦點位置及曝光劑量之曝光條件的最佳值。

由於，諸如臨界尺寸掃描式電子顯微鏡("CD-SEM")之形狀測量設備測量預定的光阻圖案形狀之結果而設定諸如焦點位置及曝光劑量之最佳曝光條件。而且，也測量所蝕刻之圖案形狀，以及比較該兩形狀。然而，諸如光阻之折射率及厚度、曝光設備之曝光控制和聚焦、顯影時間週期、顯影劑之特性、不均勻之熱板、PEB溫度及時間週期、以及光罩製造誤差(平坦性)等之各式各樣的誤差會使該等測量值有所差異、造成CD誤差、以及降低製造產能比率。一種所提議之方法使用用來設定光阻的折射率及厚度之機構來計算和控制曝光劑量，例如請參閱日本專利申請案公告第62-132318號。另一種提議在於藉由調整曝光劑來對抗光罩誤差以改善晶圓的CD誤差，例如請參閱日本專利申請案公告第10-032160號。當CD相對於晶圓而約

略同心地變動時，再一提議製備距離晶圓中心之距離與曝光劑量間之函數，且針對各個拍攝而控制曝光劑量，例如請參閱日本專利申請案公告第10-064801號。又一所提議之方法自所曝光之整個晶圓平面和所曝光之整個拍攝平面的CD測量值來製備各個拍攝之曝光劑量映射，且依據該映射來控制曝光劑量，例如請參閱日本專利申請案公告第2005-094015號。

精密處理之要求逐漸增加曝光設備中之投射光學系統的數值孔徑("NA")，且逐漸減少焦點深度("DOF")。例如，對90奈米(nm)CD圖案之DOF約僅為200奈米，且具有10%CD變動寬容度。

因此，需要有設定用於狹窄DOF之曝光條件的方法以改變至曝光劑量窗口("ED窗口")的焦點位置，以及透過曝光劑量的改變來控制CD值。

日本專利申請案公告第62-132318，10-032160，10-064801，及2005-094015號提出設定適用於各個不同誤差之曝光劑量的方法，但並未提及有關控制聚焦位置的有效控制方法，這是因為與焦點曝光矩陣(FEM)圖案，或由一個曝光條件來計算焦點位置之偏移量的方式不同的是，並沒有習知技藝以微小改變的焦點位置來提供曝光，其理由在於對CD測量使用CD-SEM。自一個標示之CD測量僅提供CD值的一個測量結果，且僅可使一個變數改變。因此，日本專利申請案公告第63-132318，10-032160，10-064801，及2005-094015號對於可轉移的圖案有所限制

。因此，一種所提議之方法計算在曝光設備中曝光劑量的偏差以及焦點位置(基板位置)的偏差，例如請參閱日本專利申請案公告第2003-142397號，其產生相關連之程式庫(library)於曝光劑量及焦點位置(基板位置)的偏差與圖案的光強度信號波形之間，且測量為某一曝光劑量及焦點位置所獲得之圖案的光強度信號波形，之後，此申請案根據該程式庫及所測量到之光強度信號波形來計算曝光劑量及焦點位置的偏差。

儘管如此，先前所製備的程式庫並不符合該日本專利申請案之方法中的現狀，如同諸如光阻之折射率及厚度、曝光設備中之曝光控制和聚焦、顯影時間週期、顯影劑之特性、不均勻之熱板、PEB溫度及時間週期、以及光罩之製造誤差(平坦性)等之會影響CD變動的外來因素。因此，此方法必須適當地更新該程式庫。

【發明內容】

本發明係有關一種計算曝光劑量及焦點位置之偏差的技術，且極不可能受到外來因素或微影環境之變動所影響。

依據本發明之一樣態，一種用以計算曝光設備中之曝光劑量及焦點位置的偏差之方法，而該曝光設備經由原像來使基板曝光，該方法包含以下步驟：使用該曝光設備而獲形成於該基板上之圖案形狀的資訊；計算臨界尺寸的參考值與該圖案形狀之資訊中所含的該臨界尺寸之間的偏移

量；以及根據該圖案形狀的資訊來計算該焦點位置之偏差，且根據該偏移量及該焦點位置之該偏差來計算該曝光劑量的偏差。

本發明之其他目的和進一步的特性將從下文參照附圖之較佳實施例的說明而很輕易地變得明顯。

【實施方式】

現將依據附圖來詳細地敘述本發明之實施例。

現在參照第1圖，將說明一半導體製造系統。該半導體製造系統包含複數個曝光設備(第1圖中之1及2)；形狀測量設備3；中央處理設備4，其用作電腦；資料庫5，以上均藉由諸如室內LAN之LAN6來予以連接。

曝光設備1及2為掃描式曝光設備，其各自以步進及掃描方式而使光罩20的電路曝光於晶圓40上。

形狀測量設備3使用經由原像來使基板曝光及利用CD-SEM之曝光設備而獲得形成於基板上之圖案的三維形狀資訊。中央處理設備4根據該圖案的三維形狀資訊來計算該形狀資訊中所含之CD與該CD之參考值間的偏移量，且計算曝光劑量及焦點位置的偏差。在此，曝光劑量之偏差為當形成目標圖案於晶圓之上時之距離最佳(目標)曝光劑量的間隙。有關焦點位置係類似的情形，焦點位置為基板在所曝光區域中的位置，焦點位置係以投射光學系統的光軸方向中之位置來予以表示。資料庫5形成資料庫及儲存諸如來自曝光設備1及2以及形狀測量設備3之各種測量值

的資料。中央處理設備4使曝光劑量和焦點位置最佳化，且將最佳者通知曝光設備1及2。

現在參照第2圖，將說明曝光設備1。

曝光設備1為掃描式曝光設備，而以步進及掃描方式來使光罩20的電路圖案曝光於晶圓40之上。如第2圖中所示，曝光設備1包含：照明設備10；光罩台25，其支撐光罩20；投射光學系統30；晶圓台45，其支撐晶圓40；焦點/傾斜偵測系統50；以及控制器60。控制器60具有CPU和記憶體，係電連接至照明設備10、光罩台25、晶圓台45、和焦點/傾斜偵測系統50，以及控制曝光設備1的操作。在此實施例中之控制器60操作及控制，以便最佳地設定使用於該焦點/傾斜偵測系統50之光的波長，以偵測晶圓40的表面位置。此實施例之曝光設備1使用步進及掃描方式，但本發明可應用於步進及重複方式。

照明設備10包含光源12和照明光學系統14，且照明具有即將被轉移之電路圖案的光罩20。

雖然光源12可使用具有約193奈米之波長的ArF準分子雷射，但光源亦可使用具有約248奈米之波長的KrF準分子雷射、具有約157奈米之波長的F₂雷射、極遠紫外線("EUV")光源、和具有365奈米之波長的水銀燈。

照明光學系統14為一光學系統，其使用來自光源12的光來照明用作原像之光罩(遮罩)20，該光罩20係設置於即將被照明的目標平面之上。該照明光學系統14包含透鏡、鏡、光學積分器、光闌等。該照明光學系統14可使用軸向

光及離軸光兩者。光學積分器為複眼微透鏡，但可使用兩組的筒形陣列、光學棒，及一繞射光學系統。

光罩20為由例如石英所製成，且具有即將被轉移的電路圖案。該光罩20係由光罩台25來予以支撐及驅動。曝光設備1包含斜光引進系統的光罩偵測器70，其偵測光罩20的位置，以便配置光罩於適當的位置。

光罩台25經由光罩卡盤(未顯示出)來支撐光罩20，且係連接至移動機構(未顯示出)。投射光學系統30投射光罩20的圖案至晶圓40上，且可使用折光光學系統、折反射光學系統或反射光學系統。

光阻係施加於用作基板的晶圓40上。可使用諸如液晶基板及玻璃板之其他基板來取代晶圓40。

晶圓台45經由晶圓卡盤(未顯示出)來支撐晶圓40。

如第2圖中所示，焦點/傾斜偵測系統50包含照明部件52、偵測器54、及操作部件，該照明部件52以高入射角度來引進光至晶圓40的表面，而該偵測器54偵測晶圓40之表面上所反射的光之影像偏移。該照明部件52包含光源、光合成器、經圖案化之板、成像透鏡、及鏡。該偵測器54包含鏡、透鏡、光學分支濾光片、及光接收單元。

曝光設備1可用作第1圖中所示之半導體製造系統中的形狀測量設備3、中央處理設備4、及資料庫5。該實施例可提供與上述半導體製造系統相同的操作及功效。

現在參照第3圖，將敘述此實施例的曝光方法。在此，第3圖為曝光方法500的流程圖。

該曝光方法500藉由計算經由原像而使基板曝光之曝光設備中的曝光劑量及焦點位置之偏差中之至少焦點位置的偏差來使基板曝光。

該曝光方法500之流程圖係大略地分類成為三個階段，第一階段包含步驟501至504使曝光劑量、焦點位置、及FEM圖案與為各個拍攝所獲得之複數件的三維形狀資訊相關連，且預先製備程式庫。更明確地說，這些步驟製備一使FEM圖案曝光於其上之FEM晶圓，利用該FEM晶圓來設定最佳的曝光條件(亦即，曝光劑量及焦點位置)，以及透過多變分析來製備該程式庫。如同在本文中所使用者，FEM圖案為以矩陣方式而曝光於晶圓上之圖案，具有需有焦點位置及曝光劑量之參數的複數個拍攝。

根據實際使用於大量生產階段中之光罩圖案的CD檢查結果，對於具有大的CD誤差之圖案而言，亦製備使用該CD的FEM圖案。接著，製備具有複數件之三維形狀資訊的相互關聯。然後，製備對應於該CD的程式庫。

下一階段包含步驟505至507，且計算焦點位置及曝光劑量之偏差。這些步驟以光罩及晶圓來執行曝光以供大量生產階段用，且測量曝光於該晶圓上之光阻圖案形狀。然後，以對應於該光罩之CD的程式庫來驗證，且計算距離最佳曝光條件之焦點位置及曝光劑量的偏差。

最後，將所計算之偏差資料送至曝光設備，且重新使曝光劑量及焦點位置最佳化(步驟508)。在大量生產階段中，係在重新最佳化的曝光條件下使晶圓曝光(步驟509)

接著，將詳細敘述各個步驟。

首先，取得使用於大量生產階段之光罩的CD檢查資料(步驟501)。此實施例製備光罩，而後測量在該光罩上之複數個點處之實際裝置圖案的CD。然而，即使當CD測量值落在製造寬容度之內時，若在轉移圖案至晶圓上、顯影、並蝕刻該圖案之後，最佳曝光劑量及焦點位置有所差異時，將該圖案視為應考慮CD值之差異的圖案。在光罩上應考慮差異之圖案的位置及分類的CD值係自步驟501中所獲得之光罩的CD檢查資料來予以決定。

接著為針對由於步驟501的結果而應考慮CD值差異的圖案來製備FEM晶圓(具有FEM圖案)(步驟502)。該晶圓可為實際使用於大量生產階段之晶圓，或為相似於該晶圓所組構之晶圓。圖案形成範圍可被限制到僅具有部分之應考慮CD值差異的圖案之微小範圍，以降低即將被使用之晶圓及光罩平坦性誤差的影響。

第4圖顯示自FEM圖案之曝光至顯影的流程，且為步驟502中之FEM圖案製造方法的流程圖。

起初，施加光阻至晶圓之上，且當需要產生時施加BARC及TARC(步驟601)，預烘烤施加有光阻之晶圓以使光阻特性穩定(步驟602)。接著，將晶圓饋送至曝光設備，且使FEM圖案之影像曝光於晶圓之上(步驟603)。然後，使晶圓受到後曝光烘烤("PEB")(步驟604)及顯影(步驟605)，而形成FEM圖案於FEM晶圓之上。

接著，以立體 SEM 或 CD - AFM 來獲得形成於晶圓上之 FEM 圖案的形狀資訊 (步驟 503)。第 5, 6 及 7 圖顯示以立體 SEM 所獲得到的實際測量結果。在此，第 5 圖顯示當所形成之圖案係自晶圓之頂部或以高度方向所觀察時的影像，第 6 圖顯示當其上形成 FEM 圖案之晶圓傾斜 15 度時的影像，第 7 圖為根據第 6 圖中所示之影像的圖案形狀之圖形。

第 5 圖僅提供圖案之某一 CD，而用作圖案之形狀資訊的複數個測量值可供使用自第 7 圖之資料，例如除了 CD 外之側壁角度和高度。因此，可測量圖案的三維形狀。

第 8 圖中所示的 FEM 圖案為複數個拍攝的曝光結果，而焦點位置和曝光劑量係改變著。縱軸表示焦點位置，以及橫軸表示曝光劑量。在此，第 8 圖為形成於晶圓上之 FEM 圖案的各個拍攝中之部分圖案剖面的放大視圖。使 FEM 圖案之各個拍攝中的圖案形狀資訊 (tcd、mcd、bcd、高度、及 swa) 與被使用於該 FEM 晶圓曝光之焦點位置及曝光劑量相關聯。在此，"tcd" 為靠近圖案之頂部側的 CD，"bcd" 為靠近圖案之底部側的 CD，"mcd" 為靠近圖案的頂部側與底部側之間的中點之 CD。高度及側壁角度係界定如第 8 圖中所示，焦點位置係由距離設定於原像之參考位置的距離來予以表示。

最佳的焦點位置和曝光劑量係由形狀資訊與曝光條件 (亦即，焦點位置及曝光劑量) 之間的關係所決定，例如在第 8 圖中之粗框架中所包圍的圖案為最接近於目標圖案，且使用來形成此圖案之焦點位置和曝光劑量變成偏差之最

佳及目標值。最佳的焦點位置和最佳的曝光劑量為所謂的ED窗口之中心值，該ED窗口係被界定為添加寬容度之所想要之CD的區域，該寬容度或可准許之值常常為CD的 $\pm 10\%$ 。CD的參考值為第8圖中所示的粗框架中之諸如mcd之圖案的CD。

接著，利用步驟503中所獲得到的複數件之形狀資訊，透過多變分析技術來製備對應於曝光劑量和焦點位置的程式庫(步驟504)。現將詳細敘述步驟504之程式庫的產生。

現在，將說明被使用來計算曝光劑量之偏差的程式庫之製造方法。代表曝光劑量與諸如mcd之CD間的關係之相關聯方程式將由形成於FEM晶圓上之FEM圖案的形狀資訊來予以產生，該關係被做成第9圖中所示之FEM圖案的粗框架所包圍之複數個圖案的曝光劑量與CD方差(variance)之間的公式。在此，類似於第8圖，第9圖為形成於晶圓上之FEM圖案的各個拍攝中之部分圖案剖面的放大視圖。第10圖為由第9圖中之粗框架中的複數個圖案所獲得到之CD與曝光劑量間的關係圖表，且該曝光劑量與CD間的關係係經由多項式近似法來予以獲得。該近似方程式係藉由方程式1而被表示如下，其中 f_1 為函數：

方程式 1

(曝光劑量) $=f_1$ (臨界尺寸)

第 1 圖中所示之中央處理設備 4 的儲存器或資料庫 5 儲存此近似方程式來做為第一程式庫之關係方程式，其被使用來計算距離最佳曝光劑量的偏差。

藉由方程式 1 來予以表示的 CD 方差量與曝光劑量方差量之間的關係並不會隨著諸如光阻之折射率及厚度、曝光設備之曝光控制及聚焦、顯影時間週期、顯影劑之特性，不均勻之熱板、PEB 溫度及時間週期、以及光罩製造誤差(平坦性)之外來因素而改變。

接著，將藉由第 11 圖中所示之 FEM 圖案的粗框架中之複數個圖案所計算之 CD 與焦點位置間的關係做成公式。第 12 圖為由第 11 圖中所示之複數個圖案所獲得到的 CD 與焦點位置間的關係圖表，且其間的關係係經由多項式近似法而被獲得到。該多項式近似法係藉由方程式 2 而被表示如下，其中 f_2 為函數：

方程式 2

$$(\text{臨界尺寸}) = f_2(\text{焦點位置})$$

中央處理設備 4 的儲存器或資料庫 5 儲存此近似方程式來做為第二程式庫之關聯方程式，其被使用來計算距離最佳曝光劑量值的偏差。

類似於方程式 1，藉由方程式 2 所表示的 CD 方差量與曝光劑量方差量之間的關係並不隨著上述之外來因素而改變。

最後，將第三程式庫界定成為 FEM 圖案之 CD(X)、高度(Y)、及側壁(Z)與焦點位置之間的關聯方程式。當此方程式係以第 N 階多項式來予以近似時，其通常以方程式 3 來予以表示，N 為被使用來計算 FEM 圖案之 CD 的階數、高度及側壁的整數， f_3 為函數，以及 a_1 至 a_N ， b_1 至 b_N ， c_1 至 c_N ，及 d_0 為常數。

方程式 3

(焦點位置) = f_3 (CD, 高度, 側壁)

$$= a_1X + a_2X^2 + \dots + a_NX^N + b_1Y + b_2Y^2 + \dots + b_NY^N + c_1Z + c_2Z^2 + \dots + c_NZ^N + d_0$$

中央處理設備 4 的儲存器或資料庫 5 儲存此近似方程式來做為第三程式庫。

方程式 3 為使用 FEM 圖案之 CD、高度、及側壁做為變數來計算焦點位置的函數。然而，即將被使用的變數並未受限於此實施例，而是除了該 FEM 圖案之 CD、高度、及側壁之外，可額外地使用由方程式 1 所計算的曝光劑量。

類似於方程式 1 及 2，由方程式 3 所表示的上述關係係不隨著上述之外來因素而改變。

由上述三個方程式所表示之關係並未相依於外來因素，或由該等方程式所表示的程式庫無需由於外來因素而更新。相反地，日本專利申請案公告第 2003-142397 號並未使用該等方程式，且因此，需依據外來因素而更新該程式庫。

在製備該程式庫方面，FEM 圖案亦根據實際使用於大

量生產之光罩圖案而被製備用於具有大的CD誤差之圖案，且使其與複數件之圖案形狀資訊相關聯，以及額外地製備對應於該CD之程式庫。

因此，將敘述第1圖中所示之用以預先地製備該程式庫的步驟501至504。

現在將說明被使用來計算焦點位置和曝光劑量的偏差之步驟505至508的順序。

起初，在晶圓上之整個拍攝係類似於大量生產階段，使用供之大量生產階段所使用的光罩、晶圓、和曝光設備來予以曝光及顯影(步驟505)。此時，曝光條件可使用步驟503中所計算之ED窗口的中心。

接著，獲得藉由使用曝光設備而形成於晶圓上之圖案的形狀資訊(步驟506)。類似於步驟503，係使用立體SEM或CD-AFM來獲得複數件之形狀資訊，例如CD、高度、及側壁角度。

然後，使用在步驟506中所獲得到之複數件的形狀資訊來計算曝光劑量的偏差和焦點位置的偏差(步驟507)。

首先，使用第一程式庫來計算距離最佳曝光劑量之曝光劑量的偏差，以產生臨時的曝光劑量偏差。接著，使用第三程式庫來計算距離最佳焦點位置之焦點位置的偏差。距離複數件形狀資訊中之值的參考值之偏移量係根據距離最佳焦點位置之偏差及第二程式庫來予以計算出。即將被修正之曝光劑量係利用第一程式庫而自此值獲得到，以及將該經修正的曝光劑量添加至已獲得到之臨時的曝光劑量

偏差中，以產生曝光劑量的偏差。

更明確地說，將參照第13，14及17圖來加以說明。在此，第13圖為顯示由第8圖所計算之距離最佳焦點位置及最佳曝光劑量的偏差之圖形。第14圖為用以使用所測量之FEM圖案的形狀資訊來計算焦點位置的偏差和曝光劑量的偏差之流程圖。第17圖為焦點位置、mcd、及曝光劑量之間的關係圖。

在第13圖中所示的FEM圖案中，剖面形狀1為在最佳的曝光條件(亦即，曝光劑量和焦點位置)之下所曝光的形狀，剖面形狀2為在步驟505中所曝光的形狀。如第13圖中所示，該曝光劑量和焦點位置偏移自最佳的曝光條件。在第17圖中的P4表示具有剖面形狀1的圖案形狀，在第17圖中的P1對應於剖面形狀2。

在第14圖中，使用步驟504中儲存於記憶體中之第一程式庫和參考值與複數件圖案形狀資訊之一間的差異之輸入值來計算第一曝光劑量的偏差(Δ 劑量1)(步驟701)。更明確地說，該偏差(Δ 劑量1)係由表示第13圖中之剖面形狀2的複數件形狀資訊之一(諸如mcd)與最佳曝光條件之剖面形狀1所示地複數件形狀資訊之一(mcd的參考值)間的差異所計算出。如第17圖中所示， Δ 劑量1為劑量4與劑量2之間的差值，當P1偏移 Δ 劑量1時，可獲得P2的位置。

接著，焦點位置係以上述第三程式庫和複數件形狀資訊之輸出測量值來予以獲得，該焦點位置與最佳焦點位置之間的差異係獲得成為焦點位置的偏差(Δ 焦點)(步驟702)

。第 17 圖顯示 Δ 焦點。

接著，第二曝光劑量的偏差 (Δ 劑量 2) 被計算於第 14 圖中 (步驟 703)， Δ 劑量 2 為當藉由所計算出之 Δ 焦點來修正焦點位置時，修正新近發生之光阻圖案 CD 偏移的必要之曝光劑量的修正量。如第 17 圖中所示，P3 的位置係獲得於當 P2 係以劑量 2 而偏移 Δ 焦點時，且應理解的是，CD 偏移會產生。

Δ 劑量 2 可藉由 Δ 焦點來置換相關於步驟 504 中所獲得之曝光劑量的第二程式庫，藉由計算 CD 偏移量 Δ CD，及藉由 Δ CD 來置換第一程式庫而被計算出。如第 17 圖中所示，當 P3 偏移 Δ 劑量 2 時，可獲得 P4 的位置，且 Δ 劑量 2 為劑量 1 與劑量 2 之間的差值。最後，計算出光阻圖案之曝光劑量偏差 (Δ 劑量) 為 Δ 劑量 = Δ 劑量 1 + Δ 劑量 2 (步驟 704)。

CD 大小差異的位置可根據步驟 501 中所獲得的光罩檢查資料而分辨於實際的光罩上，因此，距離最佳曝光條件 (亦即，焦點位置和曝光劑量) 的偏差可依據光罩檢查資料而根據程式庫來予以計算出。

因此，焦點位置和曝光劑量的偏差可透過第 3 圖中所示之步驟 505 至 507 而被計算出。

最後，將上述程序中所獲得的曝光劑量的偏差 (Δ 劑量) 和焦點位置的偏差 (Δ 焦點) 饋送回到曝光設劑或往前饋給 (步驟 508)，則晶圓 40 可以在大量生產階段中以最佳的曝光條件來予以曝光 (步驟 509)，且在最佳曝光條件下

所曝光的光阻圖案變成目標形狀。

雖然此實施例僅使用用於修正曝光劑量所需之程式庫的複數個形狀測量值中之諸如 mcd 的一個值，但可使用其他的實體形狀資訊。此外，雖然此實施例使用一次或二次近似方程式於使用未計算曝光劑量的近似方程式，但可使用三次或更高次之近似方程。

當曝光設備為掃描器時，曝光區具裂縫形狀。當第 3 圖中所示之步驟 506 測量對應於該裂縫中的複數個點之複數個區域中的形狀時，焦點位置的偏差係藉由用以控制複數個區域中之焦點位置的最小平方近似面的平面來予以決定，且當焦點位置和傾斜量變化時，可實施該曝光。

例如，當投射光學系統之像差係可變於曝光設備中，且與複數個點之焦點位置偏差的表面形狀一致時，則例如可由改變投射光學系統的像差及變成視場曲率之偶函數的平面而非最小平方近似平面而提供曝光。

相對於該曝光劑量，最佳值可依據晶圓上之拍攝而不同，或最佳的曝光劑量可在各個拍攝中設定於不同的位置。曝光劑量的偏差量可設定於裂縫形狀之曝光區的各個位置，即使當曝光劑量的偏差係設定於光罩或晶圓的掃描方向上時，可使照明光學系統的裂縫寬度可變，或可做出另一測量。

因此，當針對晶圓上之複數個區域的各個區域而獲得圖案之形狀資訊時，可針對整個裝置來計算曝光劑量和焦點位置的最佳偏差。

如上所述，與FEM不同的是，在大量生產階段中，此曝光方法500並非藉由微小地改變焦點位置來曝光，而是藉由自一曝光條件來考慮由於外來因素之誤差而設定曝光劑量和焦點位置的最佳偏差。因此，即使當影響CD之外來因素變動時，不必更新該程式庫。因而，該曝光方法500可以高生產量地處理晶圓，且可不昂貴地提供液晶及其他裝置。此外，上述之操作處理可使用中央處理設備4而被實施做為電腦程式，以計算曝光劑量和焦點位置。

現在將敘述使用上述曝光方法之半導體裝置製造方法。第15圖為用以解說裝置之製造的流程圖。在此，將說明半導體裝置之製造來做為實例。步驟1(電路設計)設計半導體裝置電路。步驟2(光罩製造)形成具有所設計之電路圖案的光罩。步驟3(晶圓製備)使用諸如矽之材料來製造晶圓。步驟4(晶圓處理)使用光罩和晶圓而經由微影方法而形成實際電路於晶圓之上，此步驟被稱為前處理。步驟5(組裝)將步驟4中所形成之晶圓予以形成為半導體晶片，此步驟亦被稱為後處理，且包含組裝步驟(例如晶粒切割、接合)，封裝步驟(晶片密封)等等。步驟6(檢查)對步驟5中所製成之半導體裝置實施各式各樣的測試，例如有效性測試及耐久性測試。透過這些步驟，完成及運送半導體裝置(步驟7)。

第16圖為晶圓處理之詳細流程圖。步驟11(氧化)使晶圓之表面氧化。步驟12(CVD)形成絕緣膜於晶圓的表面。步驟13(電極形成)藉由氣相沈積法等等來形成電極於晶圓

之上。步驟 14(離子佈植)佈植離子進入晶圓之內。步驟 15(光阻處理)施加感光材料至晶圓之上。步驟 16(曝光)使用上述曝光方法來使光罩圖案曝光於晶圓之上。步驟 17(顯影)使所曝光之晶圓顯影。步驟 18(蝕刻)蝕刻除了所顯影的光阻影像之外的部件。步驟 19(光阻剝離)在蝕刻後去除無用的光阻。重複該等步驟，以及形成多層電路於晶圓之上。

例如，本發明之許多明顯廣泛不同的實施例可予以完成而不會背離本發明之精神及範疇；惟，應瞭解的是，本發明並未受限於其特定的實施例，除了如申請專利範圍中所界定者之外。

【圖式簡單說明】

併入於說明書中及構成說明書之一部分的附圖例舉本發明之實施例，且與說明一起用來解說本發明之原理，其中：

第 1 圖係依據一實施例之半導體製造系統的示意方塊圖；

第 2 圖係第 1 圖中所示之曝光劑量的結構之示意方塊圖；

第 3 圖係流程圖，顯示第 2 圖中所示之曝光設備的曝光方法；

第 4 圖係第 3 圖中所示之流程圖中的 FEM 圖案製造方法之流程圖；

第 5 圖係影像資料，顯示使用正常的 CD－SEM 之測量結果。

第 6 圖係影像資料，顯示以傾斜 15 度來觀察第 5 圖中所示之晶圓所獲得的測量結果；

第 7 圖係使第 5 及 6 圖中所示之影像資料轉換成為形狀資訊的圖表；

第 8 圖係形成於晶圓上之 FEM 圖案的各個拍攝中之部分光阻圖案的放大視圖；

第 9 圖係形成於晶圓上之 FEM 圖案的各個拍攝中之部分光阻圖案的放大視圖；

第 10 圖係圖表，顯示 CD 與自第 9 圖中所示之粗框架光阻圖案中的圖案所獲得到之曝光劑量間的關係；

第 11 圖係形成於晶圓上之 FEM 圖案的各個拍攝中之部分光阻圖案的放大視圖；

第 12 圖係圖形，顯示 CD 與自第 11 圖中所示之粗框架光阻圖案中的圖案所獲得到之曝光劑量間的關係；

第 13 圖係圖形，顯示距離形成於晶圓上之 FEM 圖案的各個拍攝中之最佳曝光劑量及最佳焦點位置的偏差；

第 14 圖係用以使用形狀測量值來計算焦點位置及曝光劑量之偏差的流程圖；

第 15 圖係使用第 2 圖中所示之曝光設備的裝置製造方法之流程圖；

第 16 圖係第 15 圖中所示之步驟 4 的詳細流程圖；以及

第 17 圖係各個曝光劑量之焦點位置與 CD 間的關係圖

。

【 主 要 元 件 對 照 表 】

- 1， 2： 曝 光 設 備
- 3： 形 狀 測 量 設 備
- 4： 中 央 處 理 設 備
- 5： 資 料 庫
- 6： 區 域 網 路 (LAN)
- 20： 光 罩
- 40： 晶 圓
- 10： 照 明 設 備
- 25： 光 罩 台
- 45： 晶 圓 台
- 60： 控 制 器
- 50： 焦 點 / 傾 斜 偵 測 系 統
- 12： 光 源
- 14： 照 明 光 學 系 統
- 70： 光 罩 偵 測 器
- 52： 照 明 部 件
- 54： 偵 測 器
- 500： 曝 光 方 法

五、中文發明摘要

發明之名稱：計算曝光設備中之曝光劑量及焦點位置的方法、曝光方法、電腦可讀取儲存媒體，與裝置製造方法

一種用以計算曝光設備中之曝光劑量及焦點位置的偏差之方法，而該曝光設備經由原像來使基板曝光，該方法包含以下步驟：使用該曝光設備而獲得形成於該基板上之圖案形狀的資訊；計算該圖案形成狀的資訊中所含之上臨界尺寸與該臨界尺寸的參考值之間的偏移量；以及根據該圖案形狀的資訊計算該焦點位置之偏差，且根據該偏移量及該焦點位置的該偏差來計算該曝光劑量的偏差。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

Method for calculating exposure dose and focus position in exposure apparatus, exposure method, computer-readable storage medium and device manufacturing method

A method for calculating an offset of an exposure dose and a focus position in an exposure apparatus that exposes a substrate via an original includes the steps of obtaining information of a shape of a pattern formed on the substrate using the exposure apparatus, calculating a shift amount between a critical dimension contained in the information of the shape of the pattern and a reference value of the critical dimension, and calculating an offset of the focus position based on the information of the shape of the pattern, and calculating the offset of the exposure dose based on the shift amount and the offset of the focus position.

十、申請專利範圍

1. 一種用以計算曝光設備中之曝光劑量的偏差及焦點位置的偏差之方法，而該曝光設備經由原像來使基板曝光，該方法包含以下步驟：

第一步驟，預先計算表示該曝光劑量與臨界尺寸間之關係的第一程式庫、表示該臨界尺寸與該焦點位置間之關係的第二程式庫、以及表示該焦點位置與圖案形狀的資訊間之關係的第三程式庫；

第二步驟，使用該曝光設備而獲得形成於該基板上之圖案形狀的資訊；

第三步驟，計算該圖案形狀的資訊中所含之臨界尺寸與該臨界尺寸的參考值之間的第一偏移量；

第四步驟，藉由使用該第一程式庫來計算第一曝光劑量之偏差，以修正該第三步驟中所計算出之該臨界尺寸的該第一偏移量；

第五步驟，藉由使用該第三程式庫，根據該圖案形狀的資訊來計算該焦點位置之偏差；

第六步驟，藉由使用該第二程式庫來計算發生於當具有預定曝光量之該焦點位置因該第五步驟中所計算出之該焦點位置的偏差時之臨界尺寸的第二偏移量，並且藉由使用該第一程式庫來計算第二曝光劑量之偏差以修正該第二偏移量；以及

第七步驟，藉由將該第一曝光劑量之偏差加至該第二曝光劑量之偏差，以計算該曝光劑量的偏差。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該第二步驟獲得對於該基板上之複數個區域的各個區域之該圖案形狀的資訊。

3. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中，該第五步驟計算對於該基板上之複數個區域的各個區域之該焦點位置的偏差。

4. 一種曝光方法，用以根據藉由如申請專利範圍第 1 項之方法所計算出之曝光劑量的偏差及該焦點位置的偏差而使基板曝光。

5. 一種儲存有程式之電腦可讀取儲存媒體，當該程式被電腦執行時致使該電腦執行用以計算曝光設備中之曝光劑量的偏差及焦點位置的偏差之方法，而該曝光設備經由原像以使基板曝光，該方法包含以下步驟：

第一步驟，預先計算表示該曝光劑量與臨界尺寸間之關係的第一程式庫、表示該臨界尺寸與該焦點位置間之關係的第二程式庫、以及表示該焦點位置與圖案形狀的資訊間之關係的第三程式庫；

第二步驟，使用該曝光設備而獲得形成於該基板上之圖案形狀的資訊；

第三步驟，計算該圖案形狀的資訊中所含之臨界尺寸與該臨界尺寸的參考值之間的第一偏移量；

第四步驟，藉由使用該第一程式庫來計算第一曝光劑量之偏差，以修正該第三步驟中所計算出之該臨界尺寸的第一偏移量；

第五步驟，藉由使用該第三程式庫，根據該圖案形狀的資訊來計算該焦點位置之偏差；

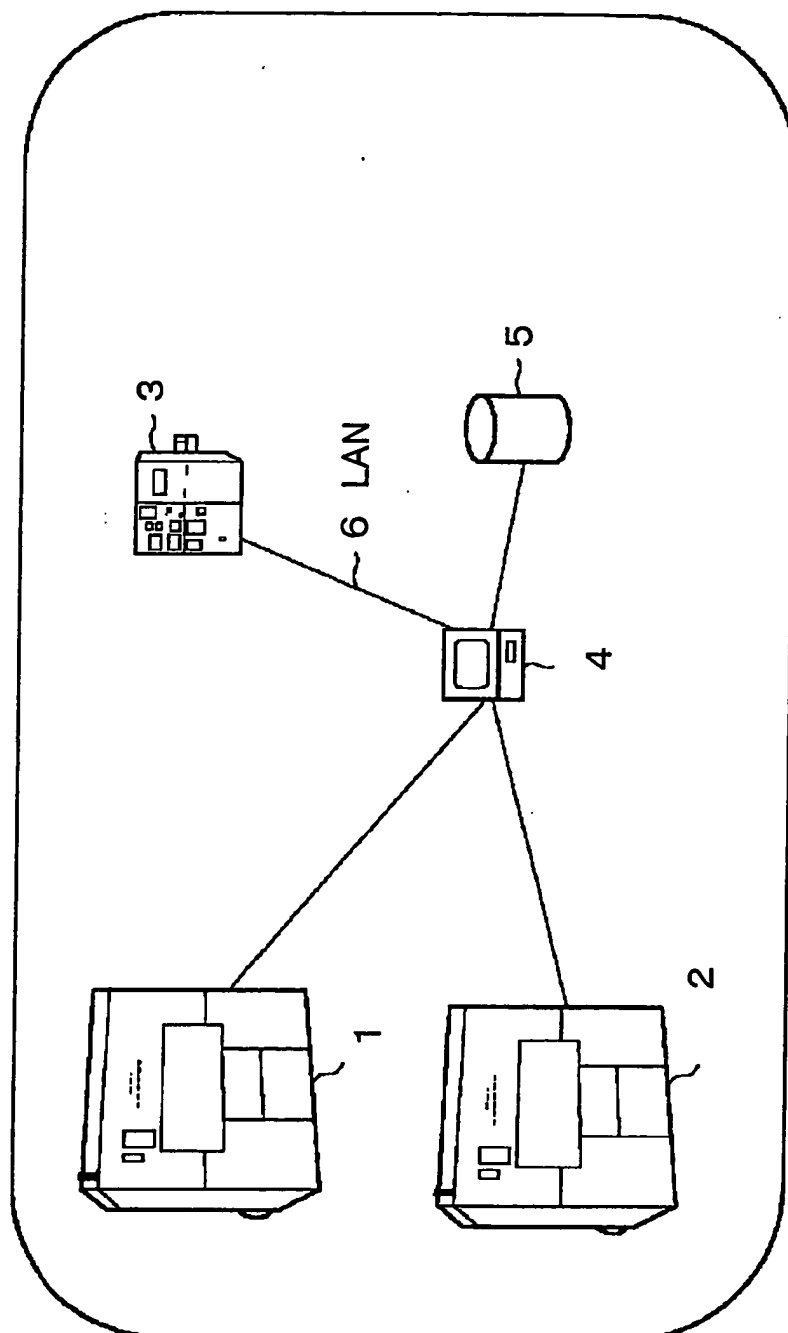
第六步驟，藉由使用該第二程式庫來計算發生於當具有預定曝光量之該焦點位置因該第五步驟中所計算出之該焦點位置的偏差時之臨界尺寸的第二偏移量，並且藉由使用該第一程式庫來計算第二曝光劑量之偏差以修正該第二偏移量；以及

第七步驟，藉由將該第一曝光劑量之偏差加至該第二曝光劑量之偏差，以計算該曝光劑量的偏差。

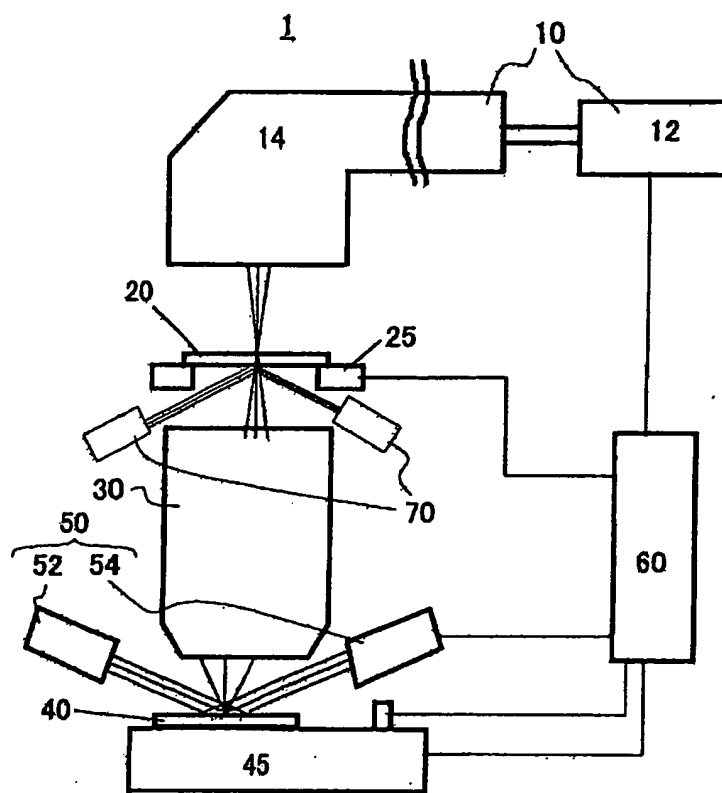
6. 一種裝置製造方法，包含以下步驟：

使用如申請專利範圍第 4 項之曝光方法而使基板曝光；以及

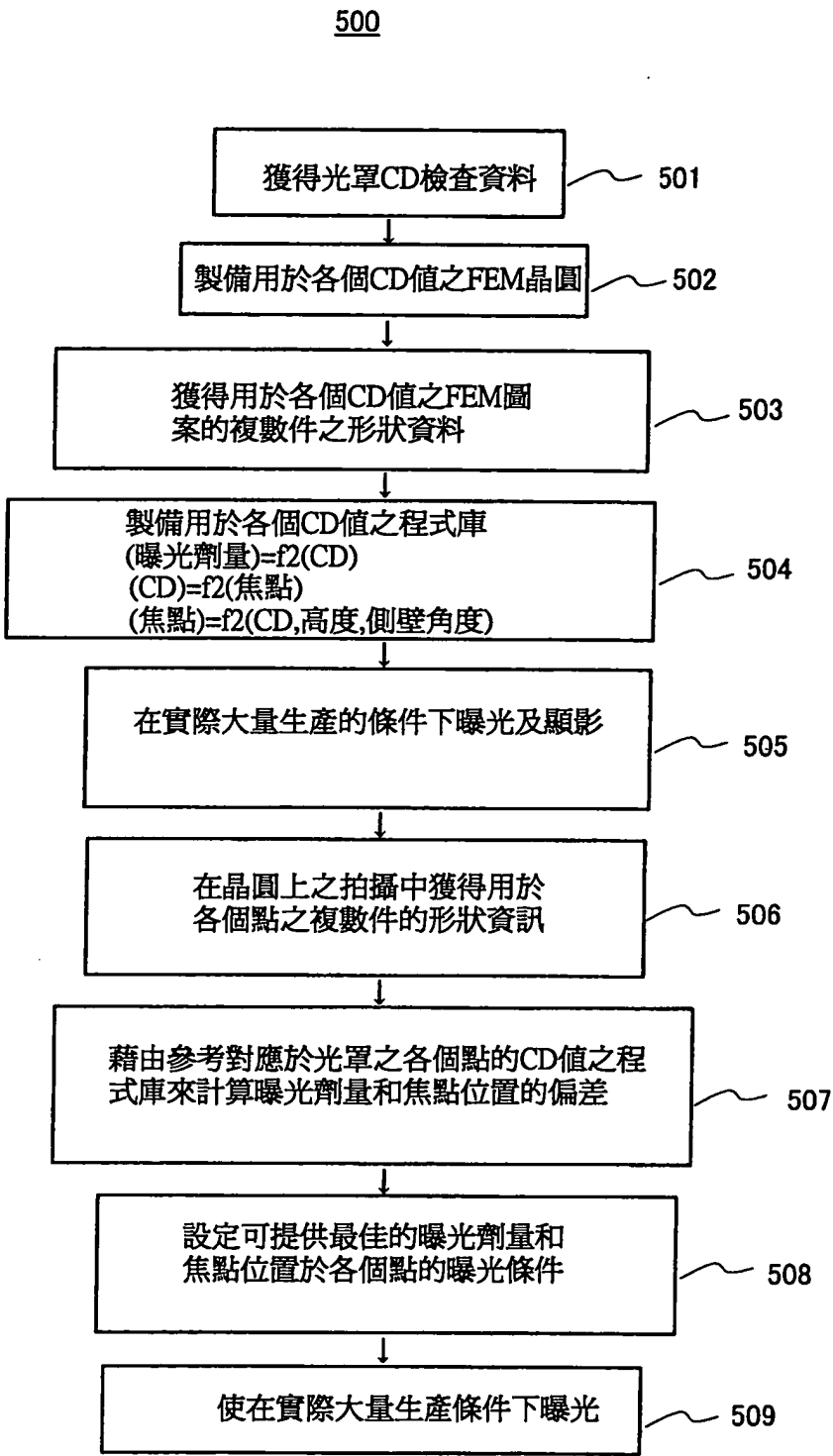
使已被曝光之該基板顯影。



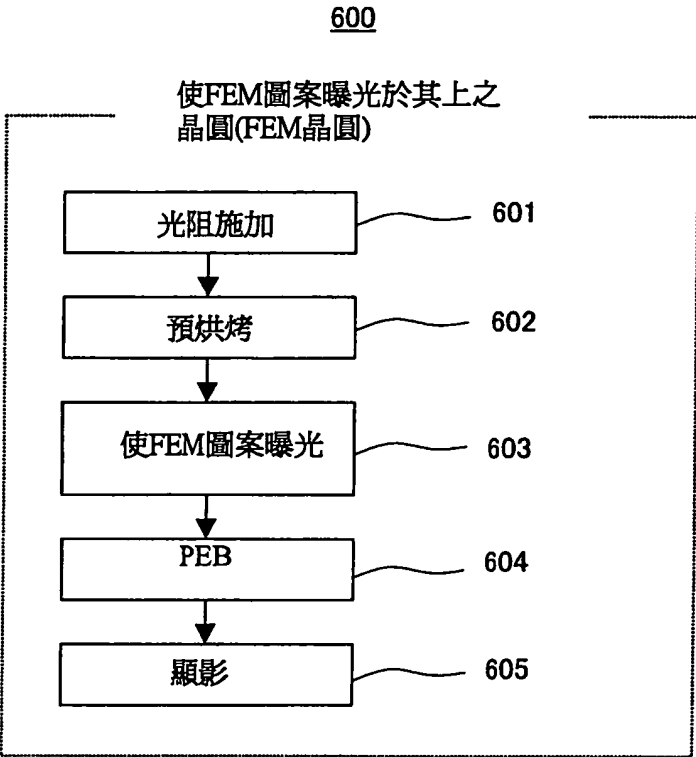
第1圖



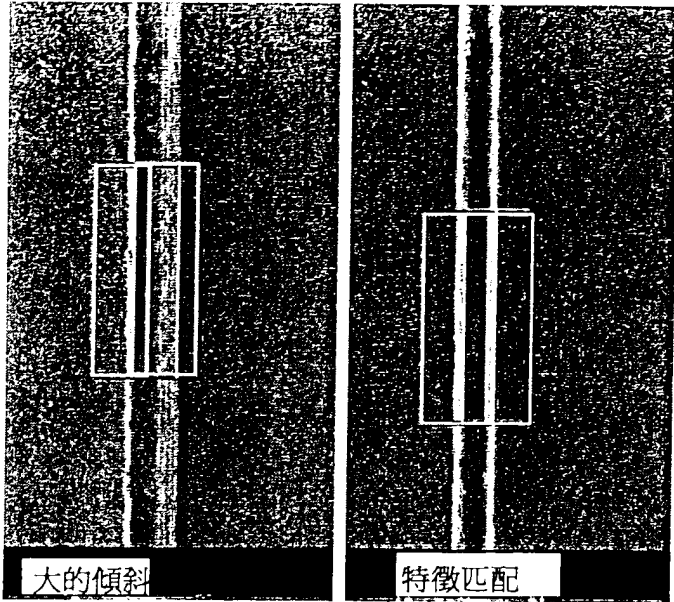
第2圖



第3圖



第4圖

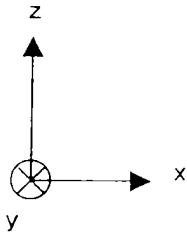


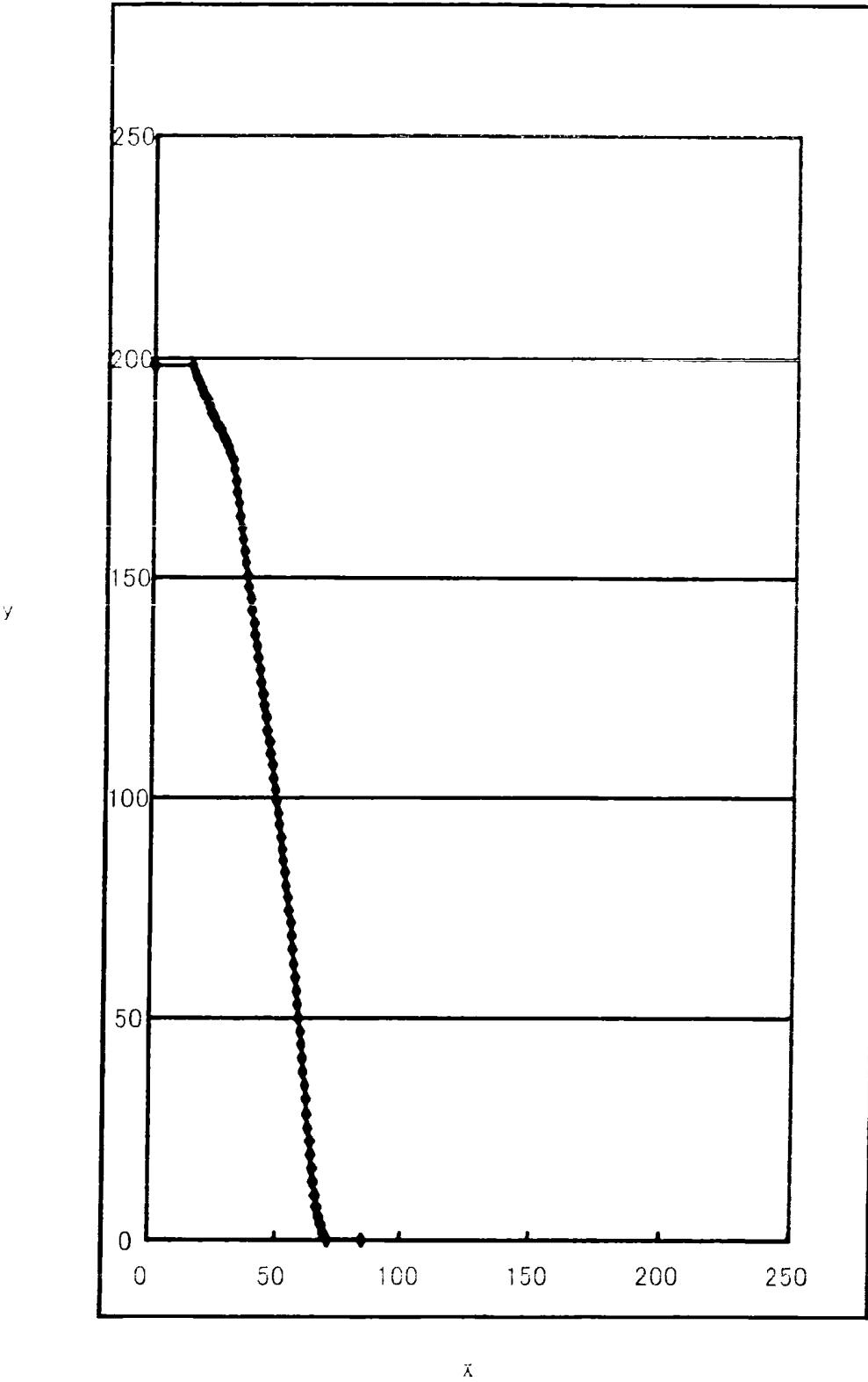
傾斜至右邊15度

傾斜0度

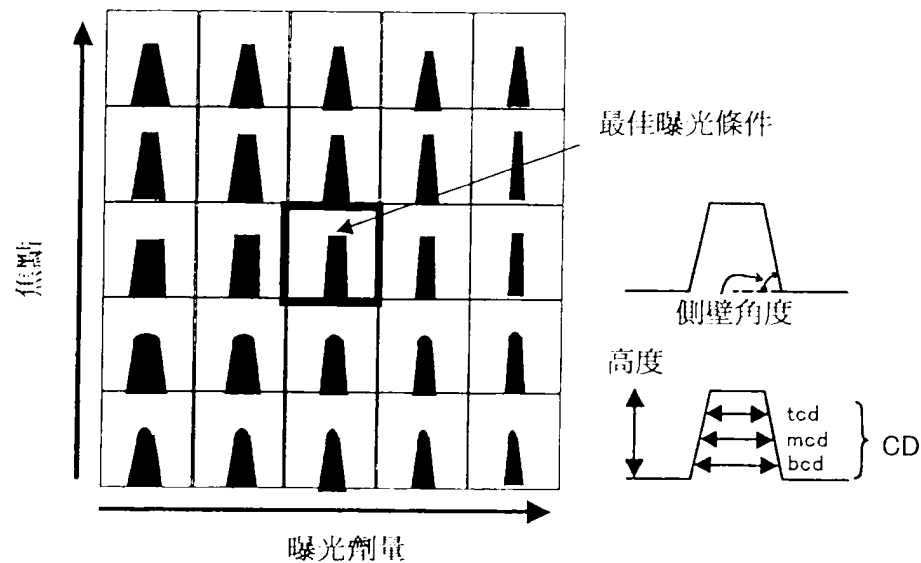
第6圖

第5圖

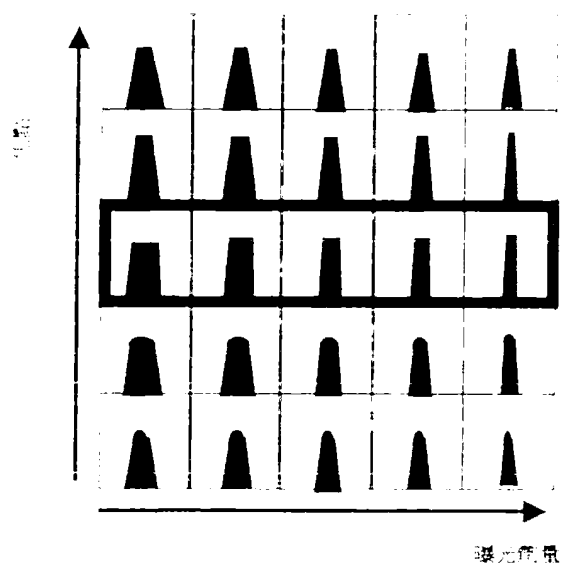




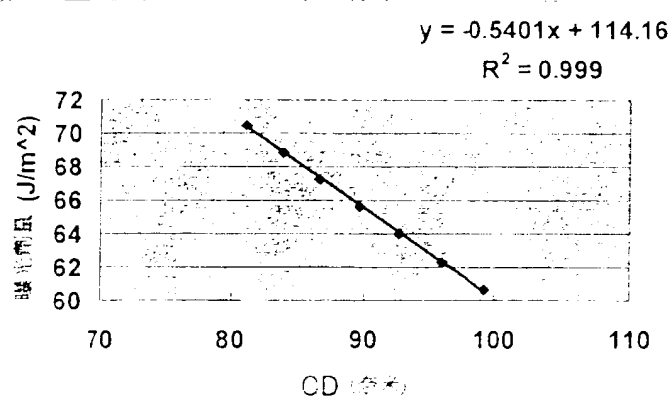
第7圖



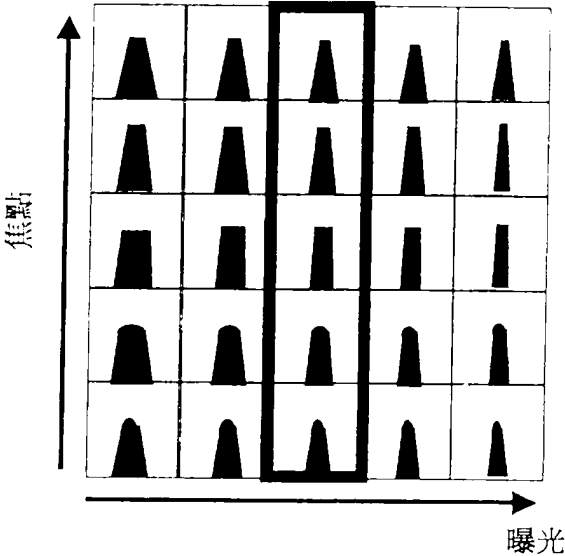
第8圖



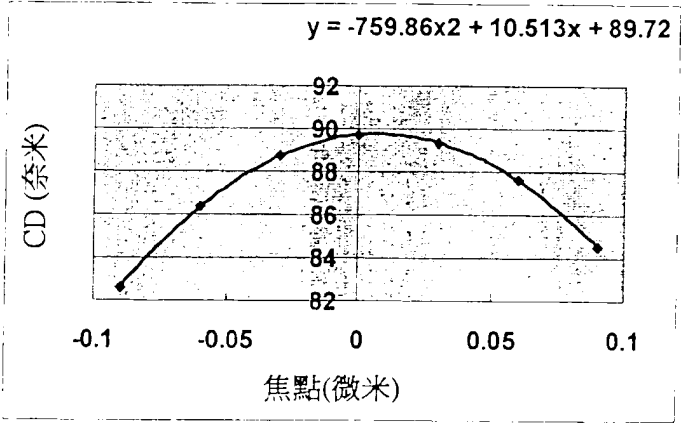
第9圖



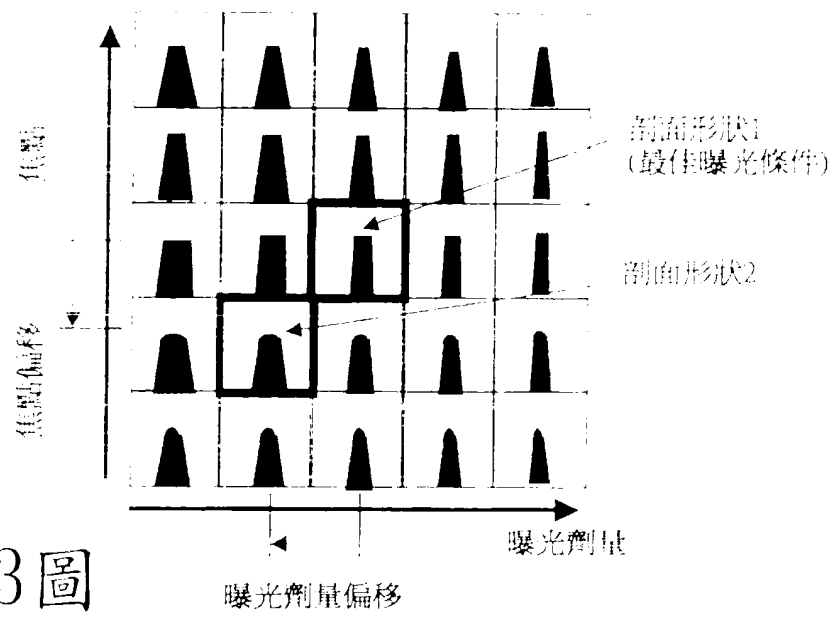
第10圖



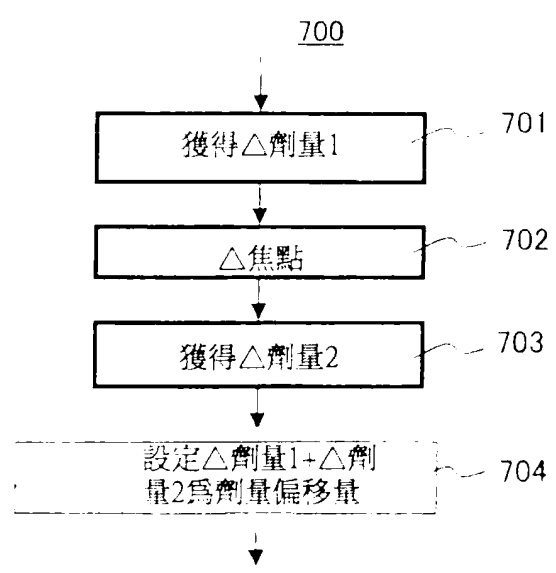
第11圖



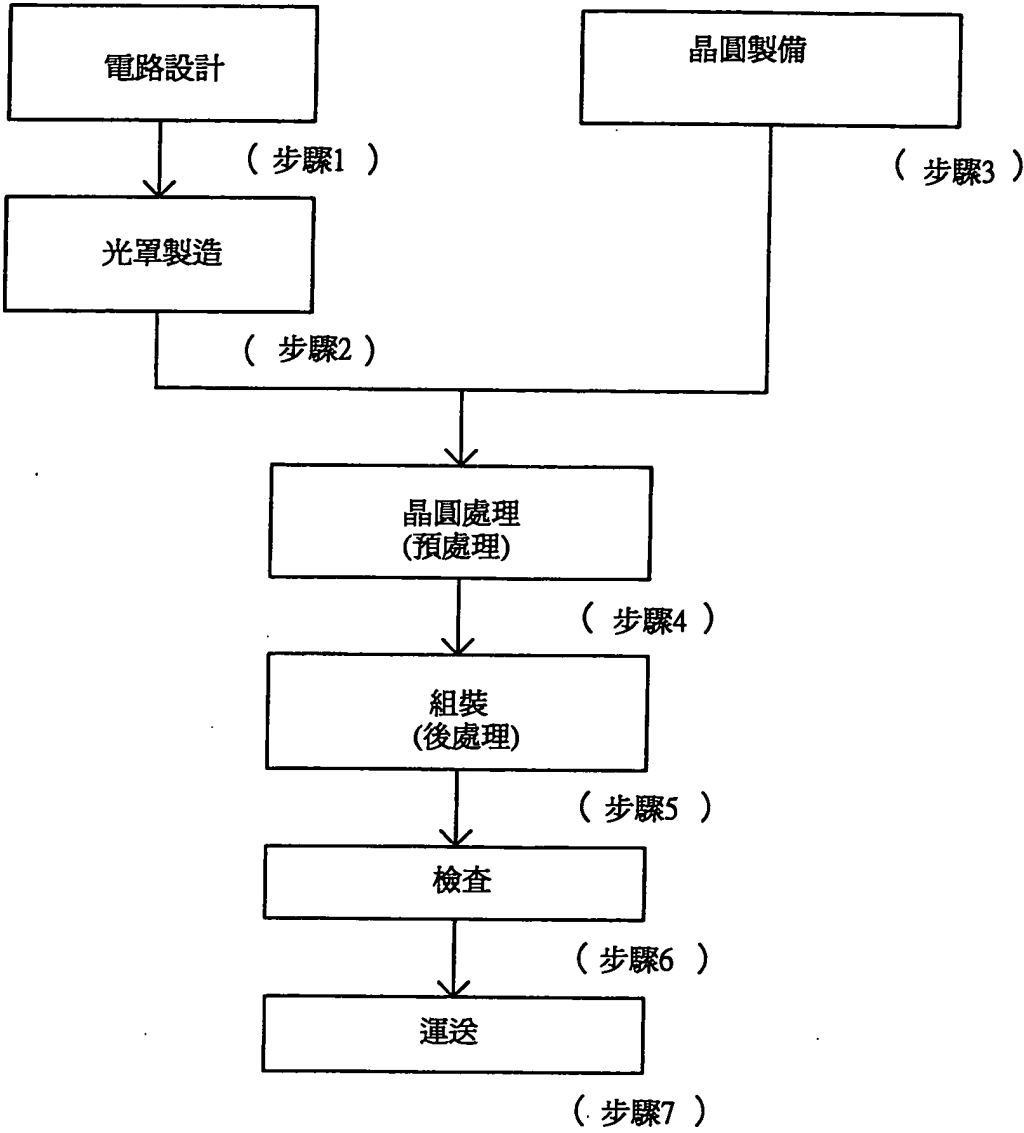
第12圖



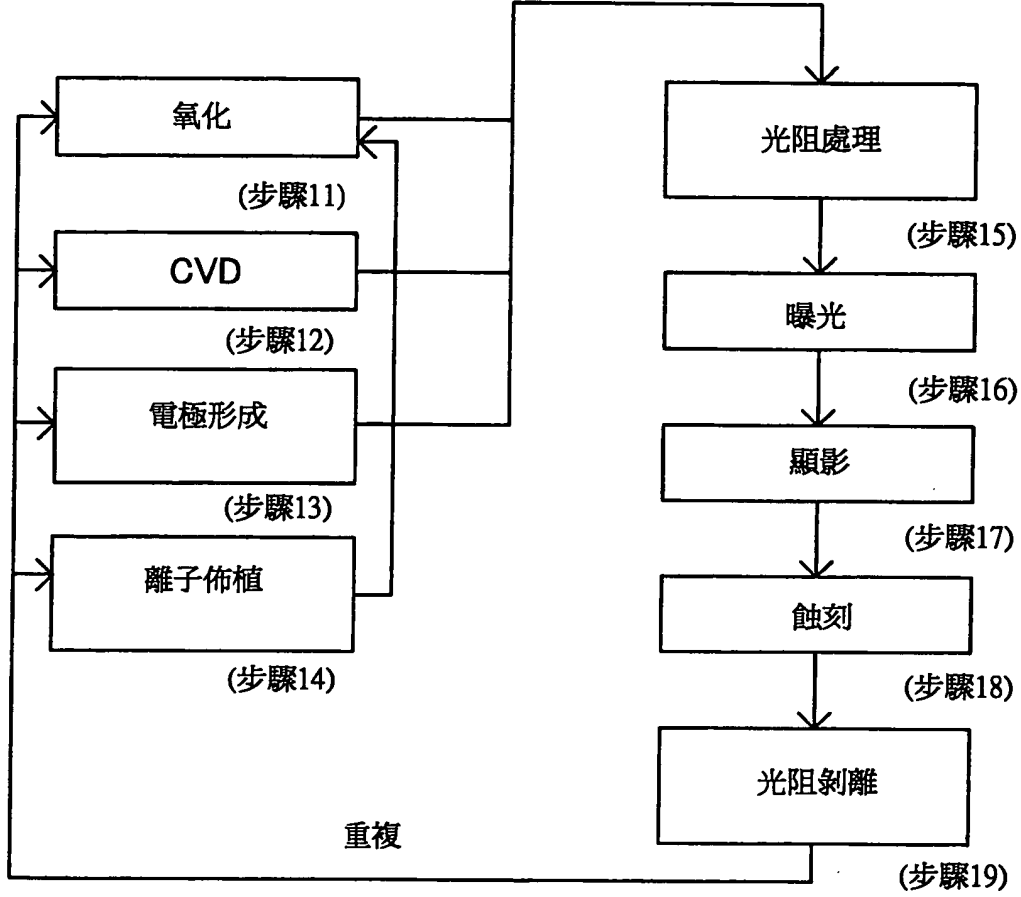
第13圖



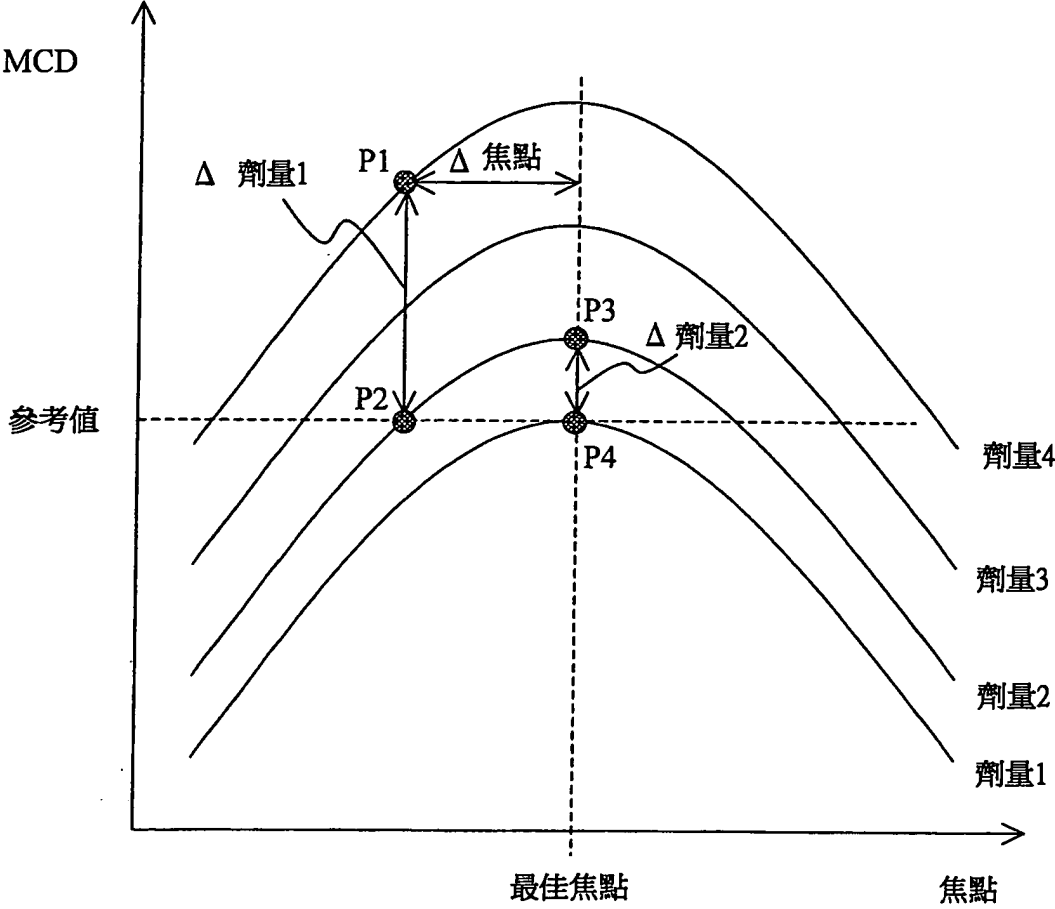
第14圖



第15圖



第16圖



第17圖

七、指定代表圖：

(一)、本案指定代表圖為：第 (3) 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

500：曝光方法

501~509：步驟

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無