

公告本

申請日期	91. 3. 12
案 號	91104598
類 別	G03F1/00

A4
C4

539912

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明名稱	中 文	辨識極端交互作用間距區域之方法，設計光罩圖案和製造光罩之方法，裝置製造方法和電腦程式
	英 文	METHOD OF IDENTIFYING AN EXTREME INTERACTION PITCH REGION, METHODS OF DESIGNING MASK PATTERNS AND MANUFACTURING MASKS, DEVICE MANUFACTURING METHODS AND COMPUTER PROGRAMS
二、發明人	姓 名	1.蘇龍 希 XUELONG SHI 2.珍 芳 陳 JANG FUNG CHEN 3.杜恩-富 史帝芬 徐 DUAN-FU STEPHEN HSU
	國 籍	1.-3.均美國 U.S.A.
	住、居所	1.美國加州聖塔克拉拉市大美國公園路4800號 4800 GREAT AMERICAN PARKWAY, SUITE 400, SANTA CLARA, CA95054, U.S.A. 2.美國加州古波帝諾市派布魯克街11752號 11752 PINE BROOK LANE, CUPERTINO, CA 95014, U.S.A. 3.美國加州佛瑞蒙市艾巴廣場40658號 40658 AMBAR PLACE, FREMONT, CA 94539, U.S.A
三、申請人	姓 名 (名 稱)	荷蘭商ASML遮蓋器具公司 ASML MASKTOOLS B.V.
	國 籍	荷蘭 THE NETHERLANDS
	住、居所 (事務所)	荷蘭拉維德哈維市魯思路1110號 DE RUN 1110,NL-5503 LA VELDHoven,THE NETHERLANDS
	代 表 人 姓 名	A.J.M. 范 赫夫 A.J.M. VAN HOET

裝
訂
線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權

美國	2001年04月24日	09/840,305	☒ 有 ☐ 無	主張優先權
美國	2001年02月28日	60/271,722	☐ 有 ☒ 無	主張優先權

有關微生物已寄存於： _____ 寄存日期： _____ ，寄存號碼： _____

装

訂

線

五、發明說明(1)

本發明關於微影蝕刻，更明確地說，係關於在微影蝕刻光罩期間所使用的光學近接修正方法來用於微影裝置，其包含：

- 一用於供應輻射的一投射光束之輻射系統；
- 一用於支撐圖案化裝置的支撐結構，該圖案化裝置用於根據一想要的圖案來圖案化該投射光束；
- 一用於夾持一基板的基板台；及
- 一用於投射該圖案化的光束到該基板的一目標部份之投射系統。

如此處所使用的該術語"圖案化裝置"，其必須廣義地解譯成代表可用來賦予一進入輻射光束一圖案化的橫截面之裝置，其對應於要在該基板的一目標部份中產生的一圖案；該術語"光閥"也可用於本文中。一般而言，該圖案將對應於要在該目標部份中所製作的一裝置中的一特殊功能層，例如一積體電路或其它裝置(見下述)。這種圖案化裝置的範例包含：

- 一光罩。一光罩的觀念在微影技術中為人所熟知，且其包含的光罩形式像是二元化，交替相位-偏移，及衰減的相位-偏移，以及不同的混合式光罩形式。放置這種光罩在該輻射光束中造成該輻射的選擇性穿透(在一穿透式光罩的例子)或反射(在一反射式光罩的例子)撞擊在該光罩，其係根據該光罩上的圖案。在一光罩的例子中，該支撐結構一般而言將為一光罩台，其可保證該光罩可在該進入輻射光束中一想要的位置處來夾

五、發明說明(2)

持，且其可在想要時相對於該光束來移動。

- 一可程式鏡面陣列。這種裝置的一範例為一具有一黏彈性控制層及一反射式表面之矩陣-可定址表面。這種裝置背後的基本原理為(例如)該反射式表面的定址的區域反射入射光為繞射的光線。使用一適當的濾波器，該未繞射的光線可濾掉該反射的光束，僅留下該繞射的光線；依此方式，該光束根據該矩陣-可定址表面的定址圖案而成為圖案化。一可程式鏡面陣列的另一具體實施例使用一微小鏡面的矩陣配置，其每個可藉由施加一適當的局部化電場或藉由使用壓電致動裝置來對於一軸來個別地傾斜。再一次地，該鏡面為矩陣可定址，使得可定址的鏡面將在一不同的方向上反射一進入輻射光束到未定址的鏡面；依此方式，該反射的光束係根據該矩陣-可定址鏡面的該定址圖案來圖案化。所需要的矩陣定址可使用適當的電子裝置來執行。在上述的兩個狀況下，該圖案化裝置可包含一或多個可程式鏡面陣列。對於此處所述的鏡面陣列之更多資訊可見於例如美國專利編號US 5,296,891，及US 5,523,193，及PCT專利申請案WO 98/38597，及WO 98/33096，其在此引用做為參考。在一可程式鏡面陣列的例子中，該支撐結構可實施為一訊框或一平台，例如可依需要為固定或可移動。
- 一可程式關鍵尺寸(LCD)陣列。這種架構的一範例係揭示於美國專利US 5,229,872，其在此引用做為參考。

五、發明說明(3)

如上所述，在此例中的支撐結構可實施為一訊框或一平台，例如可依需要為固定或可移動。

為了簡化起見，本文中的其它部份在某些地方可明確地導引其本身到包含一光罩及光罩台的範例；但是，在這些實例中所討論的一般性原理可見於上述的該圖案化裝置的廣泛上下文中。

微影投射裝置可用於例如在製造積體電路(IC)中。在此例中，該圖案化裝置可產生對應於該IC的一個別層之一電路圖案，而此圖案可成像一基板(矽晶圓)上一目標部份(例如包含一或多個晶粒)，其已經塗佈一層輻射-敏感材料(阻抗)。一般而言，一單一品圓將包含相鄰目標部份的一整個網路，其透過該投射系統來連續地照射，一次一個。在目前的裝置中，藉由一光罩台上的一光罩來使用圖案化，在兩個不同形式的機器之間可產生區別。在一種微影投射裝置中，每個目標部份係在一次運行中藉由曝光整個光罩圖案到該目標部份來照射；這種裝置通常稱之為一晶圓步進機。在另一個裝置中，其通常稱之為一步進及掃描裝置—每個目標部份被照射係由漸進地在該投射光束之下以一給定的參考方向(該"掃描"方向)來掃描該光罩圖案，而同時平行或反平行地在此方向上掃描該基板台；因為，一般而言，該投射系統將具有一放大倍率 M (通常 <1)，在該基板台掃描的速率 V 下將為 M 倍於該光罩台掃描的速率。關於此處所述的微影裝置之更多資訊可見於例如US 6,046,792，其在此引用做為參考。

五、發明說明(4)

在使用一微影投射裝置的製程中，一圖案(例如在一光罩中)係成像到一基板上，其至少部份由一層輻射-敏感材料(阻抗)所覆蓋。在此成像化步驟之前，該基板可進行不同的程序，例如塗底漆，阻抗塗佈，及一軟烘烤。在曝光之後，該基板可接受其它程序，例如一後-曝光烘烤(PEB)，顯影，一硬烘烤，及該成像的特徵之量測/檢視。此程序的陣列係做為一基礎來圖案化一裝置的個別層，例如一IC。然後這種圖案化層可進行不同的製程，例如蝕刻，離子植入(摻雜)，金屬化，氧化，化學-機械研磨等，其所有皆要完成一個別層。如果需要數個疊層，則整個程序，或其變化，其將必須對於每個新疊層來重覆。最後，一裝置的陣列將可呈現在該基板(晶圓)上。這些裝置即可藉由切割或鋸開的技術來彼此隔開，因此該個別裝置可安裝在一載體上，連接到接腳等。關於這種製程的進一步資訊可見於例如書本"微晶片製造：半導體製程的一實用導引"，第三版，由Peter van Zant所著，McGraw Hill Publishing Co., 1997, ISBN 0-07-067250-4，在此引用做為參考。

為了簡化起見，該投射系統在以下係稱之為該"鏡片"；但是，此術語必須廣泛地解釋成包含不同形式的投射系統，其包含例如折射式光學，反射式光學，及折射兼反射系統。該輻射系統亦可包含組件，其係根據用於導引，成形或控制該輻射的投射光束的任何這些設計形式來運作的組件，而這些組件在以下也可共同地或單一地稱之為"鏡片"。再者，該微影裝置可為具有兩個或更多的基板台之一形

五、發明說明(5)

式(及/或兩個或多個光罩台)。在這種"多重平台"裝置中，該額外的平台可平行地使用，或可在一或多個平台上進行準備步驟，而一或多個其它平台係用於曝光。雙重平台微影裝置係揭示於例如US 5,969,441及WO 98/40791，其在此引用做為參考。

因為半導體製造技術快速地推向該光學投影的極限，目前最新科技的製程已經正常地製造具有特徵之IC，其呈現出低於該曝光波長("λ")之關鍵尺寸("CD")。一電路的"關鍵尺寸(CD)"係定義成一特徵的最小寬度，或兩個特徵之間的最小空間。對於設計成小於λ的特徵圖案，其已經認定該光學近接效應(OPE)成為更為嚴重，而事實上對於先進的次λ製造處理是無法容忍的。

光學近接效應是光學投射曝光工具之熟知的特性。更明確地說，近接效應係在非常靠近間隔的電路圖案時所發生，其係微影地轉換到一晶圓上的阻抗層。該靠近間隔電路特徵的光波會交互作用，藉此扭曲了最後轉換的圖案特徵。換言之，繞射造成相鄰的特徵彼此交互作用，其方式會產生圖案相關的變化。在一給定特徵上OPE的大小係根據該光罩上相對於其它特徵之特徵的配置。

由這種近接效應所造成的主要問題之一為特徵關鍵尺寸(CD)的不想要的變化。對於任何先進的半導體製程而言，要達成對於特徵的關鍵尺寸(CD)(即，電路元件和互相連接)的嚴格控制基本上是主要的製造目標，因為此對於最終產品的晶圓分類良率及儲存-速率有直接的影響。

五、發明說明(6)

其已經知到由OPE造成的電路特徵之關鍵尺寸(CD)的變化可由數種方法來降低。一種技術牽涉到調整該曝光工具的照射特性。更明確地說，藉由仔細地選擇該照射聚光鏡("NAc")的數值光圈對於該成像物鏡("NAo")之數值光圈的比(此比例已稱之為該部份凝聚比- σ)，該OPE的程度可被操縱到某個程度。

除了使用相當不連貫的照射之外，如上所述，OPE亦可由"預修正"該光罩特徵來補償。此系列的技術一般係稱之為光學近接修正(OPC)技術。

舉例而言，在美國專利編號5,242,770('770專利)中，其在此引用做為參考，其描述了對於OPC使用散射光柵(SB)的方法。該'770專利說明了該SB法對於修正隔離的特徵非常有效，所以該特徵之行為如同該特徵為密集的特徵。藉此，該隔離特徵的焦距(DOF)也會改善，因而顯著地增加製程裕度。散射光柵(也稱之為強度級別光柵或輔助光柵)為修正特徵(基本上不可由曝光工具分解)，其係置於一光罩上的隔離特徵旁，藉以調整該隔離邊緣的邊緣強度梯度。較佳地是，該隔離的邊緣之調整的邊緣強度梯度可匹配於該密集特徵邊緣的邊緣強度梯度，藉此造成該SB輔助的隔離特徵來具有與密集套疊的特徵幾乎相同的寬度。

一般而言，其可瞭解到關於密集結構之製程裕度係優於關於在習用照射大的特徵尺寸下的隔離結構。但是目前更進取性的照射方式，例如環狀照射及多極照射已經實施成一種改善解析度的裝置，而熟知的OPC技術使用這種照射

五、發明說明(7)

方式並不皆具有所想要的效果。

發明概要

本發明的一目的在於提供一最佳化光罩圖案的方法，用於多種不同的照射方式。

因此，本發明提供一種用於辨識及消除禁止的間距區域之方法與技術，其會降低整體印刷效能，藉以允許改善該關鍵尺寸(CD)，以及使用目前已知的微影蝕刻工具及技術所可達到的製程裕度。該"禁止間距"區域為該區域中該特徵的關鍵尺寸(CD)及該特徵的製程裕度受到負面影響。

當使用這種照射方式時，本發明的發明人已注意到一些光學現象已經成為更加明顯。特別是，本發明人已經注意到一禁止間距現象。更明確地說，在一"密集配置"的主要特徵之製程裕度內有間距範圍，特別是該曝光裕度，其會比相同尺寸的隔離特徵要差。此重要的觀察指出該相鄰特徵的存在並不永遠有利於主要特徵印刷，其與由本發明人發現之前所通常覺察的相反。實際上，本發明人相信該禁止間距現象已成為先進的微影蝕刻中的限制因素。因此，抑制該禁止間距現象即為必要來進一步改善該關鍵尺寸(CD)，及使用目前已知的半導體裝置製造工具與技術所能達到的製程裕度。

更明確地說，本發明關於一種辨識在特徵之間不想要的間距之方法，其係用於設計一積體電路(或其它裝置)來藉由使用一微影曝光工具來形成在一基板上時。在一範例性具體實施例中，該方法包含以下步驟：(a)藉由在一間距範圍

五、發明說明(8)

內對於一給定的照射角來決定照射強度位準來辨識極端交互作用間距區域；及(b)藉由在一照射角範圍內對於一給定的極端交互作用間距範圍來決定照射強度，以辨識在步驟(a)中辨識的每個極端交互作用間距區域之不想要的間距。

根據本發明，其顯示出一主要特徵的關鍵尺寸以及製程裕度的變化為該主要特徵與該相鄰特徵之間的光學場干擾的直接結果。根據該相鄰特徵所產生的場域相位，該主要特徵關鍵尺寸及製程裕度可由建設性光學場干擾來改善，或由破壞性光學場干擾來降低。由該相鄰特徵所產生的場域相位可顯示為相關於該間距與該照射角。對於一給定的照射角，該禁止間距係落在由該相鄰特徵所產生的場域會破壞性地干擾該主要特徵之場域時的位置。本發明提供一種對於任何特徵尺寸及任何照射條件來辨識該禁止間距區域(即位置)之方法。更重要地是，本發明提供一種執行照射設計的方法，藉以抑制該禁止間距現象，因而抑制與其相關的負面效應。此外，本發明提供一種利用散射光柵配置配合抑制該禁止間距現象之方法，藉以進一步最小化光學近接效應，並最佳化整體印刷效能。

如以下進一步的詳細說明，本發明提供了相對於先前技藝之明顯的好處。最重要地是，本發明提供辨識及消除禁止間距區域，其會降低整體印刷效能，藉此允許改善該關鍵尺寸(CD)，及使用目前已知的微影蝕刻及技術所能達到的製程裕度。

其將可瞭解到，在本發明中，該"光罩圖案"可實施在一

五、發明說明(9)

光罩中，其也可使用其它形式的圖案化裝置來應用，其範例如上所述。此處所使用的術語"光罩圖案"係為了方便，但不應視為需要存有一光罩，除非在上下文中另行需要。

雖然在本文中做了特定的參考到根據本發明而使用製造IC的裝置，其必須明確地瞭解到這種裝置可具有許多其它可能的應用。舉例而言，其可用於製造整合光學系統，磁性領域記憶體之導引及偵測圖案，液晶顯示面板，薄膜磁性讀寫頭等。專業人士將可瞭解到在這種其它應用的上下文中，在該文中所使用的任何術語"劃線板"，"晶圓"或"晶粒"必須視為可用更一般性的術語來取代，其分別為"光罩"，"基板"及"目標部份"。

在本文件中，該術語"輻射"及"光束"係用來包含所有形式的電磁輻射，其包含紫外線輻射(例如其波長為365, 248, 193, 157或126 nm)，及EUV(遠紫外線輻射，例如其波長範圍在5-20 nm)，以及粒子束，例如離子束或電子束。

本發明的額外好處對於本技藝之專業人士將可藉由以下本發明的範例性具體實施例之詳細描述來進一步地瞭解。

圖式簡單說明

本發明本身及其進一步的目的及好處可藉由參考以下的詳細說明及所附圖面來更加地瞭解，其中：

圖1a所示為一範例性成像系統。

圖1b及1c所示為在該出射光瞳處一軸上影像點之轉換到該二維頻率平面中的一對應點。

圖2所示為要印刷在一晶圓上的範例性光罩圖案。

五、發明說明 (10)

圖3a-3d所示為軸上照射及偏軸照射之範例性結果。

圖4a及4b所示為在一特定照射角之下兩個不同間距之側面特徵與該主要特徵之間的範例性交互作用。

圖5所示為二維照射之圖式。

圖6所示為垂直及水平特徵效能平衡所需要的共軛照射方式之圖式。

圖7所示為詳細說明定義/辨識該禁止間距區域的處理之流程圖。

圖8所示為圖7之處理所造成的圖形，其說明該極端交互作用間距範圍。

圖9所示為詳細說明產生一給定間距的照射圖像之處理的流程圖。

圖10a-10c所示分別為對應於圖8中所示的480 nm, 560 nm, 635 nm之極端交互作用間距區域的照射圖像。

圖10d所示為對應於間距為310 nm之照射圖像。

圖11所示為一照射設計，其可改善在480 nm間距區域處的曝光裕度，而在其它間距區域維持很強的建設性結構交互作用。

圖12所示為比較關於環狀，四極與該修正的四極照射之對數-斜率數值之圖式。

圖13所示為環繞一隔離的主要線之散射光柵之極端交互作用邊緣到邊緣放置位置。

圖14a-d所示為具有與一主要特徵為變化性區隔之散射光柵的圖像。

五、發明說明⁽¹¹⁾)

如以下的詳細說明，該禁止間距現象為相鄰特徵之間光學交互作用的直接結果。更明確地說，相對於該主要特徵之相鄰特徵之場域相位係根據該特徵之間的照射角與間隔距離而定。對於一給定的照射角，在由該相鄰特徵所產生的該場域相位之內的間距範圍實質上是相對於該主要特徵的場域相位呈 180° 的不同相位，藉此而造成破壞性的干涉。這種破壞性干涉會降低該主要特徵的影像對比度，且因此造成曝光裕度的損失。其為造成破壞性干涉的這些間距範圍，其稱之為該禁止間距範圍，其係由本發明的方法來辨識及消除。

根據本發明的方法，如以下的詳細解釋，該禁止間距區域(即該極端結構性交互作用間距區域)係映射到，或使用一照射圖像來辨識。在一具體實施例中，對於每個極端結構性交互作用間距，可得到一相對應的照射圖像，其顯示出其較佳的照射區域與其不良的照射區域。因此，藉由使用該照射圖像，即可消除該不想要的禁止間距區域。再者，當該相鄰特徵尺寸改變到該散射光柵尺寸時，可定位出類似的建設性及破壞性的干擾區域，且亦可得到其相對應的照射圖像。基於這些照射圖像，本發明亦允許對於一給定的照射條件來決定最佳的散射光柵配置。

在討論本發明的細節之前，提供關於本發明之方法的理論之簡短概述。根據傅立葉光學，該成像化處理可視為在凝聚照射之下的一雙重折射處理。該鏡片係做為該傅立葉轉換裝置，其轉換該物體的幾何資訊(即該劃線板)到該頻率

五、發明說明 (12)

領域中該物體的空間頻率資訊。該物體空間頻率資訊(即頻率組成及其振幅)，係顯示在該光學成像系統的出射光瞳處。如果該幾何數值在該物體上的線性尺寸係遠大於該照射波長，且該物體的拓樸係遠小於該照射波長，然後該物體即可視為可應用純粹幾何及數量的折射理論。

前述的假設目前可視為對於具有一二元化鉻劃線板之降低的投射光學成像系統為有效。在這種狀況下，在該出射光瞳處的電場係相關於透過傅立葉轉換之物體的傳送函數。雖然4X或5X降低投射系統係用於實際上的微影蝕刻系統，以下的討論使用一1X系統來簡化該分析。該1X光學成像系統避免了由進入光瞳之資訊轉換到出射光瞳之複雜性，其為一4X或5X降低光學成像系統所需要，即該空間頻率轉換，該場域大小轉換及極化追蹤。但是，其要注意到，本發明可同等地應用到其它系統，其包含一4X或5X降低光學成像系統，或任何其它可應用的系統。

圖1a所示為一範例性成像系統10，其有助於說明本發明的運作。如圖所示，該成像化系統10包含一單色光源12，一聚光鏡14，一劃線板16，及一投射鏡片18。同時如圖所示，該成像化處理產生一出射光瞳20及一影像平面22。在該給定系統中，該照射方式為科勒照射，所以可達到均勻的照射。再者，如果一可調整的光圈置於該投射鏡片18的背部焦點平面，則該背部焦點平面即因為在該背部焦點平面與該影像平面之間沒有光學元件而成為該出射光瞳。當檢查來自該軸上影像點的出射光瞳時，在該出射光瞳20處

五、發明說明 (13)

的每個幾何點係對應於一對角度座標 (θ, ϕ) ，其可經由以下的轉換來轉換到該二維頻率平面中的一對應點，其描述於等式(1)，並示於圖1b及1c。

$$k_x = \sin \theta \cos \phi, \quad k_y = \sin \theta \sin \phi \quad \text{---(1)}$$

現在考慮具有如圖2所示之轉換函數的物體，這種物體可視為一維的物體，其轉換函數表示為，

$$f(x_0) = 1 - (1 + \alpha) \left\{ \text{rect} \left(\frac{x_0}{a} \right) + \text{rect} \left[\frac{x_0 - (b + a/2 + c/2)}{c} \right] + \text{rect} \left[\frac{x_0 + (b + a/2 + c/2)}{c} \right] \right\} \quad \text{---(2)}$$

其中，

$$\text{rect} \left(\frac{x_0}{a} \right) = \begin{cases} 1; & |x_0| < a/2 \\ 0; & |x_0| > a/2 \end{cases} \quad \text{---(3)}$$

a 為該主要特徵(該中心特徵)之寬度， c 為該側面特徵之寬度，而 b 為該主要特徵與該側面特徵之間該邊緣到邊緣間隔距離。圖2所示的物體代表一般化的光罩圖案。當 $\alpha=0$ 時，其為一二元化光罩，對於一6%衰減的相位偏移光罩 $\alpha = \text{sqrt}(0.06) = 0.24$ ，而對於一無銘的相位偏移光罩之 $\alpha=1.0$ 。

在利用半單色光源之軸上凝聚照射($\sin \theta=0$)之下，在該出射光瞳處的場域為

$$F(k_x) \propto -\frac{1}{\lambda} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x_0) e^{-2\pi i k_x x_0 / \lambda} dx_0 \quad \text{---(4)}$$

其中 $k_x = \sin \theta$ 為該頻率平面上沿著該 k_x 軸之空間頻率。其可注意到，藉由一半單色光源，其代表該光線的凝聚長度

五、發明說明 (14)

會比所考慮的任何光射線配對之間的光學路徑差異要長得多。此近似對於用於微影蝕刻之光源可良好地適用，特別是該KrF激發光源，其頻寬小於1.0 picometer。

圖3a-3d所示為沿著該x軸之軸上照射與偏軸照射之結果。如圖3a及3b所示，在軸上照射之下，該物體的頻譜位於中心。但是，在沿著該x軸之偏軸照射之下，如圖3c及3d所示，該物體的頻譜會相對於該出射光瞳而偏移，而在該出射光瞳處的場域成為，

$$F(k_x) \propto -\frac{i}{\lambda} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x_0) e^{2\pi i k_{x0} x_0 / \lambda} e^{-2\pi i k_x x_0 / \lambda} dx_0 \quad \text{---(5)}$$

其中 $k_{x0} = \sin \theta_0$ 及 θ_0 為該照射角。該相位項次 $e^{2\pi i k_{x0} x_0 / \lambda}$ 具有一簡單的幾何解釋，並做為在不同物體點處該照射場域的相位差異，如圖3c所示。

藉由插入等式(2)到等式(5)，其結果成為：

$$F(k_x) \propto \delta(k_x - k_{x0}) - (1 + \alpha) \left\{ \frac{a}{\lambda} \frac{\sin \left[\pi \frac{a}{\lambda} (k_x - k_{x0}) \right]}{\pi \frac{a}{\lambda} (k_x - k_{x0})} \right\} + e^{-2\pi i p (k_x - k_{x0}) / \lambda} \frac{c}{\lambda} \frac{\sin \left[\pi \frac{c}{\lambda} (k_x - k_{x0}) \right]}{\pi \frac{c}{\lambda} (k_x - k_{x0})} \\ + e^{2\pi i p (k_x - k_{x0}) / \lambda} \frac{c}{\lambda} \frac{\sin \left[\pi \frac{c}{\lambda} (k_x - k_{x0}) \right]}{\pi \frac{c}{\lambda} (k_x - k_{x0})} \quad \text{---(6)}$$

其中 $p = b + a/2 + c/2$ 係定義成該圖案の間距。

在該影像平面處之電場，根據傅立葉光學成為

五、發明說明 (15)

$$g(x_i) \propto -\frac{1}{\lambda} \int_{-NA}^{+NA} F(k_x) e^{2\pi i k_x x_i / \lambda} dk_x \quad \text{---(7)}$$

其可注意到，在等式(6)及(7)中所提出的數量可重新調整，使得所有的幾何尺寸係正規化到 λ/NA ，而 k_x 及 k_{x0} 係正規化到 NA 。明確地，這些重新調整的數量可表示成，

$$\begin{aligned} a_r &= a \cdot NA / \lambda, \quad b_r = b \cdot NA / \lambda, \quad c_r = c \cdot NA / \lambda, \quad p_r = p \cdot NA / \lambda \\ x'_i &= x_i \cdot NA / \lambda, \quad k'_i = k_x / NA, \quad k'_{x0} = k_{x0} / NA = s \end{aligned} \quad \text{---(8)}$$

使用這些重新調整的數量，在該影像平面處的電場成為：

$$\begin{aligned} g(x'_i) \propto e^{2\pi i x'_i s} - (1 + \alpha) \int_{-1}^{+1} \left\{ a_r \frac{\sin[\pi a_r (k'_x - s)]}{\pi a_r (k'_x - s)} + e^{-2\pi i p_r (k'_x - s)} c_r \frac{\sin[\pi c_r (k'_x - s)]}{\pi c_r (k'_x - s)} \right. \\ \left. + e^{2\pi i p_r (k'_x - s)} c_r \frac{\sin[\pi c_r (k'_x - s)]}{\pi c_r (k'_x - s)} \right\} e^{2\pi i x'_i k'_x} dk'_x \end{aligned} \quad \text{---(9)}$$

或

$$\begin{aligned} g(x'_i) \propto e^{2\pi i x'_i s} - (1 + \alpha) \int_{-1}^{+1} \left\{ a_r \frac{\sin[\pi a_r (k'_x - s)]}{\pi a_r (k'_x - s)} \right\} e^{2\pi i x'_i k'_x} dk'_x \\ - (1 + \alpha) e^{2\pi i p_r s} \int_{-1}^{+1} \left\{ c_r \frac{\sin[\pi c_r (k'_x - s)]}{\pi c_r (k'_x - s)} e^{2\pi i (x'_i - p_r) k'_x} \right\} dk'_x \\ - (1 + \alpha) e^{-2\pi i p_r s} \int_{-1}^{+1} \left\{ c_r \frac{\sin[\pi c_r (k'_x - s)]}{\pi c_r (k'_x - s)} e^{2\pi i (x'_i + p_r) k'_x} \right\} dk'_x \end{aligned} \quad \text{---(9')}$$

其中 s 係關於該照射角。由等式(9')中，其可清楚看出由該側面特徵所產生的場域具有相位項次 $e^{\pm 2\pi i p_r s}$ 。其為此相位項次扮演了決定及消除該禁止間距區域之中心角色。

其可注意到等式(9)或(9')可應用到一維照射。但是，如下所示，用於微影蝕刻之二維照射可對於長線或溝渠結構近似為一維的照射。

如上詳細所述，其已經決定在某些照射條件下，在該主

五、發明說明(16)

要特徵的曝光裕度內有一些間距區域成為非常小，甚至小於該隔離的特徵。這種間距區域係稱之為該禁止間距區域，習係由該主要特徵與該側面特徵之間在那些照射條件之下的破壞性交互作用所造成。是否該側面特徵的存在將改善該主要特徵的製程裕度或降低該主要特徵之製程裕度，係根據由這些側面特徵在該主要特徵高斯影像點處所產生的場域而定。如果該側面特徵之場域具有與該主要特徵在該主要特徵影像位置處的場域相同的相位，則這些場域之間的建設性干涉可改善該主要特徵的製程裕度。如果該側面特徵的場域相對於在該主要特徵影像位置處的該主要特徵之場域具有 180° 的相位差異，則該場域之間的破壞性干涉即會造成該主要特徵之製程裕度的降低。該禁止間距區域所在的位置係為該破壞性干涉在一給定照射條件下發生的位置。當這種狀況發生時，該主要特徵的製程裕度即會比該隔離的特徵要差。因為來自該側面特徵之場域符號(根據相位)及其大小係由該間距所決定，該照射角及該數值光圈(NA)，建設性及破壞性交互作用間距區域可使用等式(9')來定位。圖4a及4b所示為在一特定照射角之下在兩個不同間距處的該側面特徵與該主要特徵之間的交互作用的範例。在該給定範例中，該特徵尺寸對於一二元化光罩($\alpha=0$)為130 nm，NA=0.65，及s=0.4。如圖4a所示，在大約470 nm的間距下，該主要高斯影像點處的主要特徵之最小強度(虛線)係高於一隔離的特徵(實線)，造成一較低的影像對比度及較小的曝光裕度。如圖4b所示，在大約680 nm的

五、發明說明 (17)

間距下，該主要高斯影像點處的主要特徵(虛線)之最小強度係低於一隔離的特徵(實線)，造成一較高的影像對比度及較大的曝光裕度。

如上所述，前述該禁止間距區域的分析係基於一維照射，即($k_y=0$)。實際上，在微影蝕刻中實施的照射方式為二維，但是，對於能夠近似成一維的結構，例如非常長的線或溝渠，該二維照射問題可降低為一維的問題。前述係使用圖5來說明。請參考圖5，假設該結構在y方向上為無限長，該結構在該出射光瞳處傅立葉轉換頻譜將在該 k_y 方向上具有零寬度。在此策略下，一二維照射(NA, k_x, k_y)係等於一維照射($NA_{effective}, S_{effective}$)。該二維照射與其相對應的一維照射之間的關係可由下式立即得到

$$NA_{effective} = \sqrt{NA^2 - \beta^2}$$

$$S_{effective} = \frac{\alpha}{\sqrt{NA^2 - \beta^2}}, \beta < NA \quad \text{---(10)}$$

其中在等式(10)中的NA為設定在所使用的微影投射裝置中之數值光圈。

對於該禁止間距現象的進一步詳細分析，與抑制禁止間距區域的最佳照射設計必須考慮到"垂直"與"水平"特徵之間的效能平衡(即該y及x方向上的特徵)。為了達到此效能平衡，在該($k_x > 0, k_y > 0$)照射空間中的照射源點(α, β)必須在該($k_x < 0, k_y > 0$)照射空間中具有一相對應的共軛照射

五、發明說明 (18)

源點 $(-\beta, \alpha)$ ，如圖6所示。這種在"垂直"與"水平"特徵之間的效能平衡係單一曝光方式所需要，其為現今所廣泛運用。但是，在例如雙極照射的多重曝光方式中，並不需要一雙重曝光方式共軛的照射源點。然而，以下所列出的理論及方法論也可基於所使用的照射方式來應用到具有某些修正的多重曝光方式。對於一單一曝光方式，在該第一象限的每個照射點呈現與在該第二象限中一相對應照射點為90度旋轉對稱。換言之，在該第一象限中每個照射點呈現出與該第二象限中一相對應照射點為90度旋轉對稱。類似地，在該降低的一維照射空間中，任何照射源點 $(NA_{\text{effective}}, S_{\text{effective}})$ 必須具有一共軛的照射點

$$\left(\sqrt{NA^2 - NA_{\text{effective}}^2} S_{\text{effective}}, -\sqrt{NA^2 - NA_{\text{effective}}^2} / \sqrt{NA^2 - NA_{\text{effective}}^2} S_{\text{effective}} \right)。$$

使用此共軛的照射方式，該禁止間距區域可以辨識及消除。圖7所示為詳細說明定義/辨識該禁止間距區域之處理的流程圖。該處理的第一部份必須決定一給定 (α, β) 之交互作用間距區域。請參考圖7，此係利用等式9或9'來達成，其如上所述，係代表關於一維照射之計算引擎。更明確地說，對於一給定照射點(即 α, β 為固定)，等式9或9'係用來計算在一給定間距下I之照射強度， $(\alpha, \beta, \text{間距})$ (步驟70)。此外，等式9或9'係用來計算在相同間距I下， $(-\beta, \alpha, \text{間距})$ (步驟72)，該相對應90度旋轉對稱點之照射強度。然後該兩個照射強度即加在一起(步驟74)來得到 $I_{\text{total}}(\alpha, \beta, \text{間距})$ ，然後計算該 I_{total} 的對數-斜率(步驟76)。

五、發明說明 (19)

然後此處理即對每個有興趣的間距 $I(\alpha, \beta, \text{間距})$ 來重覆(步驟 78, 80)。

圖 8 所示為圖 7 之處理的結果之圖形，其描述具有極端交互作用間距的區域。請參考圖 8，該極端間距交互作用位置係由那些具有一大量圓圈之區域來辨識。更明確地說，該極端間距交互作用位置可使用下式來辨識：

$$d(I_{\text{total}} \text{ 的對數-斜率})/d(\text{間距}) \sim 0 \quad \text{---(11)}$$

特別是，實質上近似於可滿足先前等式之位置的位置即為極端間距交互作用位置。換言之，當用於定位該極端間距交互作用位置之前述條件即指定了一特定位置，該實際的禁止間距為環繞此位置之範圍。該實際範圍係根據該曝光裝置的波長及 NA。利用實驗性研究，其可決定環繞一給定特定位置之禁止間距範圍係大致為 ± 0.12 波長/NA。舉例而言，如果曝光裝置利用一 248 nm 源及一 NA = 0.65，該極端交互作用間距範圍即大致為 ± 45 nm。其進一步注意到，當該極端交互作用間距位置為相當地穩定，其並非靜止。極端交互作用間距位置可隨著照射角的變化而略微偏移。

請回到圖 8，其可注意到，在圖 8 中所提出的範例係使用一組特徵尺寸 130 nm，一掃描器 NA = 0.65，及 s effective = 0.65 來推導。如圖所示，在該中間間距範圍(300 nm 到 700 nm)中有四個有區別的極端交互作用間距區域，其係大致位於 370 nm, 480 nm, 560 nm 及 630 nm。其可進一步注意到，圖 8 並未指出該極端交互作用間距區域是否為建設性或破壞

五、發明說明 (20)

性，但只示是否存在有這種區域。同時，基本上該極端交互作用間距區域並不隨著該照射角而明顯變化。該區域並不會非常敏感於照射角。

一旦辨識出該極端交互作用間距區域，該處理之下一部份即必須產生有興趣/關切之間距的照射圖像(即該極端交互作用間距區域)。總而言之，對於每個極端交互作用間距區域，在該光罩邊緣處該主要特徵影像的對數-斜率係計算為一照射角的函數。圖9所示為詳細說明一給定極端交互作用間距之照射圖像之產生處理的流程圖。

請參考圖9，其再次利用等式9或9'，其計算一第一照射角(α, β)的照射強度及該固定的間距(步驟90)，以及計算出在該相等間距下該相對應90度旋轉對稱點之照射強度(步驟92)。然後該兩個照射強度即加在一起(步驟94)來得到 $I_{total}(\alpha, \beta, \text{間距})$ ，然後計算出 I_{total} 的對數-斜率(步驟96)。然後此處理即對於複數個照射角度來重覆，藉以允許該照射圖像來涵蓋至少一個象限(即 $0 \leq k_x \leq 1, 0 \leq k_y \leq 1$)，(步驟98, 100)。圖10a-10c所示為分別對應於圖8中所示的480 nm, 560 nm, 635 nm之極端交互作用間距區域的照射圖像。圖10d所示為對應於該最小間距310 nm之照射圖像。

再次參考圖10a-10d，對應於 I_{total} 之對數-斜率的較高數值之照射角為提供該給定間距的最佳效能之照射角。換言之，該 I_{total} 之對數-斜率的數值愈高，該效能愈佳。舉例而言，請參考圖10a，此間距的最佳照射角(即480 nm)係近

五、發明說明(21)

似於0。對應於 $k_x > 0.2$ 及 $k_y > 0.2$ 之數值的任何照射角，造成了該 I_{total} 之對數-斜率的低數值，因此其為不想要的。如圖10a所示，該對數-斜率的最高數值係發生在當 k_x 及 k_y 皆近似於0時。請參考圖10b，該560 nm間距的最佳照射角為對應於大致 $k_x = 0.5$ 及 $k_y = 0$ ，或 $k_x = 0$ 及 $k_y = 0.5$ 的角度。請參考圖10c，該635 nm間距的最佳照射角為對應於大致 $k_x = 0.3$ 及 $k_y = 0.3$ 的角度。最後，請參考圖10d，該310 nm間距的最佳照射角為對應於 $k_x = 0.5$ 及 $k_y = 0.5$ 的角度。

因此，來自該照射圖像，其可清楚看出一極端交互作用間距是否成為一禁止間距區域，或一友善間距區域，其係根據所使用的照射。該照射圖像的進一步檢視可發現到在間距480 nm之照射圖像係互補於在635 nm及310 nm下的照射圖像。更明確地說，在間距480 nm處，該想要的照射角對應於 k_x 及 k_y 大致等於0，而該不想要的區域係對應於 k_x 及 k_y 大致等於0.5。相反地，在間距為635 nm及310 nm時，該想要的照射角係對應於 k_x 及 k_y 大致等於0.5，而該不想要的區域係對應於 k_x 及 k_y 大致等於0。該本質上互補的性質可防止得到130 nm模式微影蝕刻之四極照射之好處，除非在該疊層上沒有480 nm間距附近的結構。先前照射圖像之分析可允許設計者來選擇要使用的照射角，藉以最佳化該印刷效能，更重要地是，可以避免造成破壞性干涉的該極端交互作用間距區域。

其可注意到，關於可接受的效能之 I_{total} 的對數-斜率之最小值係部份根據所使用的該阻抗。舉例而言，不同的阻抗

五、發明說明 (22)

呈現出不同的對比，其需要對應於最佳效能區域的該 I_{total} 之對數-斜率的不同最小值。但是一般而言，該 I_{total} 之對數-斜率的數值大致等於一大於15的值，而得到可接受的處理。

關於最佳化印刷效能，請參考圖10a-10d中所提出的範例性照射圖像，其可注意到，相較於四極照射，環狀照射(例如 $\sigma_{in}=0.55$ 及 $\sigma_{out}=0.85$)可藉由降低在其它間距區域處的該影像對比來改善480 nm間距區域附近的影像對比。這種方式可藉由平均在該照射空間內的建設性及破壞性交互作用來降低在不同間距下的結構性交互作用。

舉例而言，圖11所示為可改善在480 nm間距區域處的曝光裕度之照射設計，而維持在其它間距區域處的強烈建設性結構交互作用。更明確地說，圖11所示為一照射設計，其可在該照射中心處提供一些照射，因為對於該480 nm間距區域的較佳照射約在中心位置($k_x=0$, $k_y=0$)。然而，該效能平衡在當加入在中心處的照射時必須考慮到，因為在該中心處的照射將不可避免地降低在310 nm下該最小間距區域處的影像對比。圖12所示為比較使用固體-C模擬軟體在環形，四極及該修正的四極照射之對數-斜率($\sigma_{center}=0.15$ 及 $\sigma_{center}=0.2$)。該特徵為一6%衰減的相位偏移光罩上的130 nm線。由該模擬結果顯示，具有中心 $\sigma=0.2$ 之修正的四極將提供一整體性較佳的處理，且其亦允許具有該輔助特徵效益的完整好處。

其可注意到，在圖面中使用的術語QUASAR係指使用一

五、發明說明 (23)

繞射光學元件(DOE)之四極照射的產生，其重新分佈進入輻射通量，而非阻隔/傳送它。特別是，30度的QUASAR代表一四極圖案，其中該4極係為一環形物的段落，其每個對應於該環狀物中心的30度角。

其亦有可能來使用前述的照射圖像來輔助該散射光柵的放置，其用來減輕光學近接效應。使用這種散射光柵已經揭示於前述的美國專利編號USP 5,242,770。如在該'770專利中所述，其已經知道加入輔助特徵在稀少(例如隔離)特徵附近為微影蝕刻中進取式印刷所需要，藉以達成一製造程序。但是，這種輔助特徵的放置對於達到最佳及想要的效果非常地關鍵。更明確地說，類似於相鄰的特徵，其有可能不正確地放置散射光柵在該主要特徵附近，以降低該主要特徵之製程裕度。舉例而言，如果該散射光柵係放置在一禁止間距區域中。因此，本發明亦可用來放置散射光柵，藉以保證該散射光柵對於一給定的照射角不會置於一禁止間距區域中。

該散射光柵技術的實施包含該散射光柵尺寸及放置的決定。雖然該最大的散射光柵尺寸必須在該阻抗對比能力內來使用，該實際的設計必須考慮到其它的因素，例如由該光罩製作處理所造成之散射光柵的尺寸錯誤。目前的散射光柵尺寸基本上在60-80 nm左右。該散射光柵放置主要係基於由實驗所發展，其使用像是MaskTool's的LINESWEEPER™劃線板之特殊設計的劃線板。該散射光柵放置的原理係類似於上述的該禁止間距現象。

五、發明說明 (24)

更明確地說，該第一步驟必須辨識該散射光柵與該主要特徵之間的極端交互作用之位置。用於辨識該極端交互作用位置之處理實質上相同於上述之用於辨識該極端交互作用間距區域的處理。但是，除了辨識小的對數-斜率區域，其為辨識該禁止間距區域所需要，其可辨識出顯示該主要特徵的大對數-斜率之區域。圖13所示為環繞一隔離的主要線之該散射光柵的極端交互作用邊緣對邊緣放置位置。如圖所示。這些極端邊緣對邊緣位置係約在235 nm, 375 nm, 510 nm, 655 nm等。

一旦辨識出該極端交互作用位置，下一步驟為選擇具有類似於對該處理已經選擇的該照射條件之照射圖像者。其可注意到，該散射光柵放置在愈靠近於該主要隔離特徵附近則愈佳的現象並非永遠為真，因為每個放置位置具有其本身較佳的照射區域。圖14a-d為對於與該主要特徵具有變化間隔之散射光柵所產生的照射圖像。請參考圖14a-14d，當散射光柵置於235 nm或510 nm附近時，可預期有強烈的散射光柵效應。但是，不適當地放置散射光柵在375 nm或650 nm附近時，其將降低了在四極照射下的該主要隔離特徵之影像對比。如果在該稀疏的特徵附近提供有空間，可加入一第二配對的散射光柵。當使用環狀照射時，來自散射光柵的建設性及破壞性結構交互作用將可某種程度的平均化，因此來自該輔助特徵的效益即大為降低。藉此，其由前述可清楚瞭解，該散射光柵的放置係強烈地根據所選擇的照射。其亦可注意到，當需要多重散射光柵時，其

五、發明說明 (25)

照射圖像必須屬於相同的類別(即該照射圖像必須類似)。

總而言之，因為該禁止間距現象與該散射光柵技術皆為相鄰特徵之間光學交互作用的直接結果，其可在一整合的架構下來處理及瞭解。由前述可知，相對於該主要特徵之相鄰特徵的場域相位係根據該照射及該間隔距離。對於一給定的照射角，在由該相鄰特徵所產生的該場域相位為相對於該主要特徵的場域相位為 180° 。不同相位中存有間距範圍，其會造成破壞性干涉。這種破壞性干涉降低了該主要特徵的影像對比，因此造成一曝光裕度的損失。該禁止間距區域，或更精確地為該極端結構化交互作用間距區域，其可簡易地映射，並如上述地決定。對於每個極端結構性交互作用間距，其可得到一相對應的照射圖像，其顯示出其較佳的照射區域，及其不良的照射區域。然後該照射圖像係做為一照射設計的參考。當該相鄰特徵尺寸改變到該散射光柵尺寸時，可定位出類似的建設性與破壞性干涉區域，也可得到其相對應的照射圖像。基於這些照射圖像，該最佳散射光柵放置可對於一給定的照射條件來決定。因此，一般而言，散射光柵必須置於該間距區域，其中來自散射光柵的場域係與在一給定照射條件下位在該主要特徵高斯影像點處，來自該主要特徵之場域相同相位。當所使用的該照射方式改變時，該散射光柵放置必須依此來調整。當需要多重散射光柵時，其照射圖像必須具有類似性來達到最大效益。

如上所述，本發明的方法提供了比先前技藝要有顯著的

五、發明說明(26)

好處。更重要地是，本發明用來辨識及消除禁止間距區域，其會降低整體印刷效能，藉此允許改善該關鍵尺寸(CD)，及使用目前已知的微影蝕刻工具與技術所能得到的製程裕度。

雖然已經揭示出本發明的某些特定具體實施例，其可注意到，本發明可在不背離其精神或基本特性之下來實施在其它形式中。因此本具體實施例應在所有方面下皆應視為說明性而非限制性，本發明的範圍係由所附申請專利範圍來指明。而因此所有位在該申請專利範圍同等的意義及範圍內的改變皆是要包含在內。

參考編號表列

- 10 成像系統
- 12 單色光源
- 14 聚光鏡
- 16 劃線板
- 18 投射鏡片
- 20 出射光瞳
- 22 影像平面

四、中文發明摘要(發明之名稱：辨識極端交互作用間距區域之方法，設計光罩圖案和製造光罩之方法，裝置製造方法和電腦程式)

光學近接效應(OPEs)為微影蝕刻中熟知的現象。OPEs係由該主要特徵與相鄰特徵之間的結構性交互作用所造成。本發明人已經判定這種結構性交互作用不僅影響了在該影像平面處的主要特徵之關鍵尺寸，但也影響了該主要特徵的製程裕度。再者，其已判定該關鍵尺寸的變化以及該主要特徵的製程裕度為該主要特徵與該相鄰特徵之間光場干涉的直接結果。根據由該相鄰特徵所產生的該場域的相位，該主要特徵關鍵尺寸及製程裕度可由建設性的光場干涉來改善，或由破壞性的光場干涉來降低。由該相鄰特徵所產生的該場域相位係根據該間距以及該照射角。對於一給定的照射，該禁止的間距區域為該相鄰特徵所產生的該場域破壞性地干涉該主要特徵之場域的位置。本發明提

英文發明摘要(發明之名稱：METHOD OF IDENTIFYING AN EXTREME INTERACTION PITCH REGION, METHODS OF DESIGNING MASK PATTERNS AND MANUFACTURING MASKS, DEVICE MANUFACTURING METHODS AND COMPUTER PROGRAMS)

Optical proximity effects (OPEs) are a well-known phenomenon in photolithography. OPEs result from the structural interaction between the main feature and neighboring features. It has been determined by the present inventors that such structural interactions not only affect the critical dimension of the main feature at the image plane, but also the process latitude of the main feature. Moreover, it has been determined that the variation of the critical dimension as well as the process latitude of the main feature is a direct consequence of light field interference between the main feature and the neighboring features. Depending on the phase of the field produced by the neighboring features, the main feature critical dimension and process latitude can be improved by constructive light field interference, or degraded by destructive light field interference. The phase of the field produced by the neighboring features is dependent on the pitch as well as the illumination angle. For a given illumination, the forbidden pitch

四、中文發明摘要（發明之名稱：

)

供一種方法來決定及消除任何特徵尺寸及照射條件之禁止間距區域。再者，其提供一種執行照射設計的方法，藉以抑制該禁止間距現象，並用於最佳化地放置散射光柵輔助特徵。

英文發明摘要（發明之名稱：

)

region is the location where the field produced by the neighboring features interferes with the field of the main feature destructively. The present invention provides a method for determining and eliminating the forbidden pitch region for any feature size and illumination condition. Moreover, it provides a method for performing illumination design in order to suppress the forbidden pitch phenomena, and for optimal placement of scattering bar assist features.

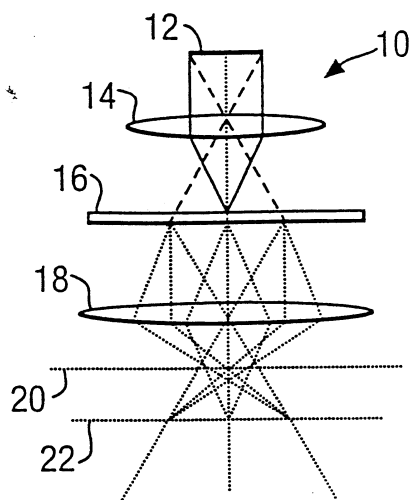


圖 1a

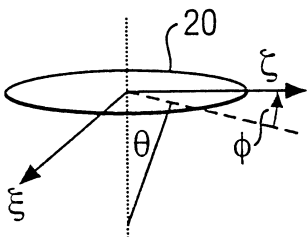


圖 1b

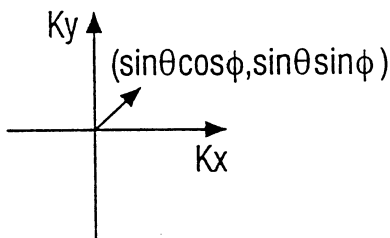


圖 1c

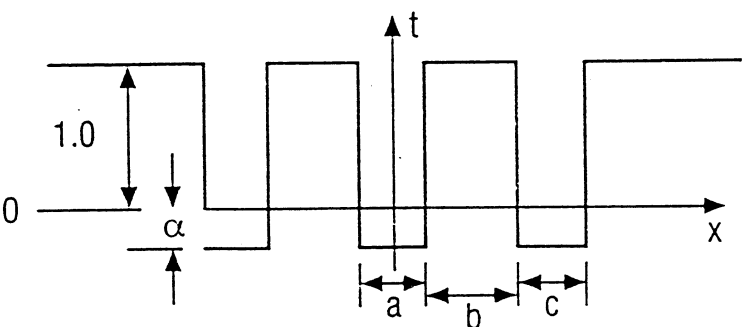


圖 2

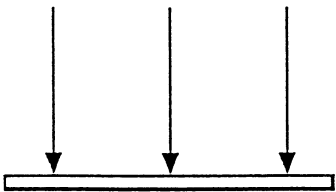


圖 3a

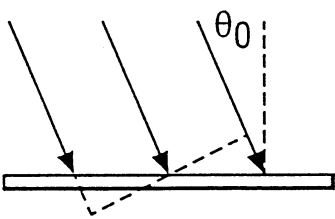


圖 3c

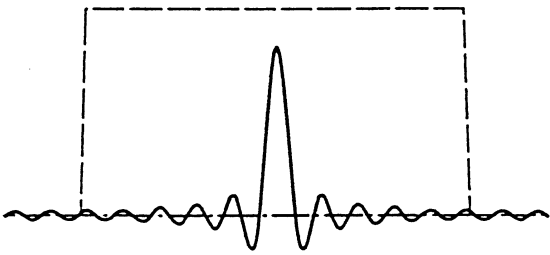


圖 3b

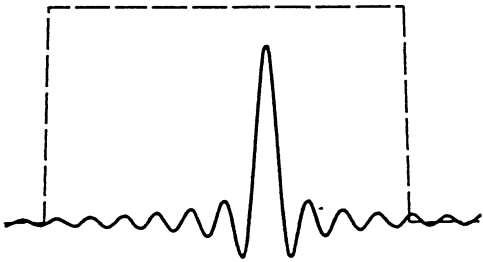


圖 3d

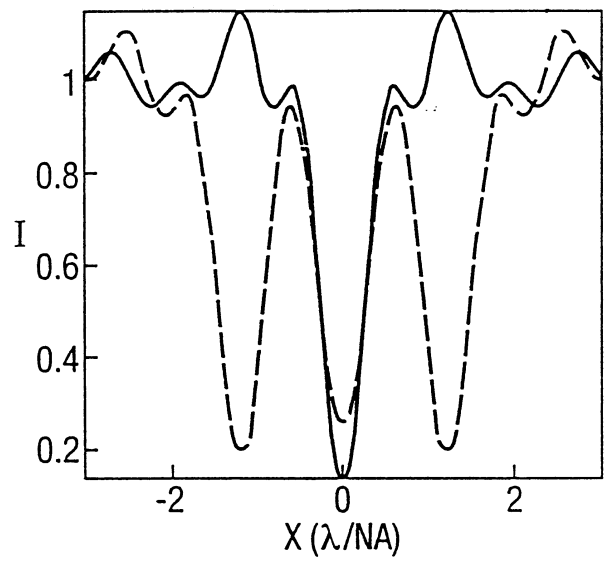


圖 4a

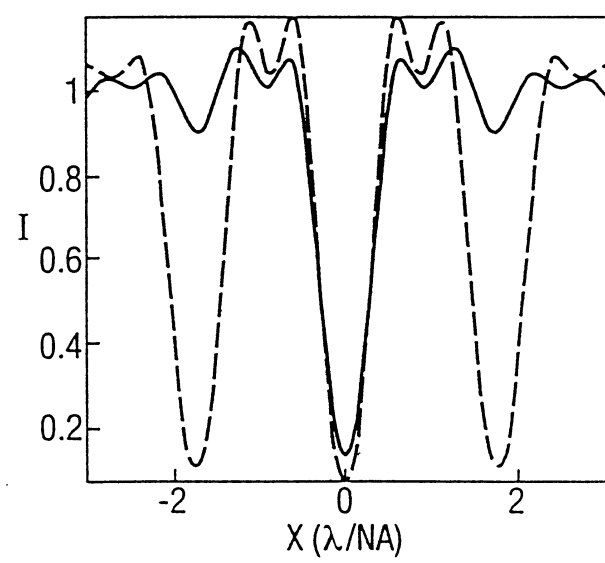


圖 4b

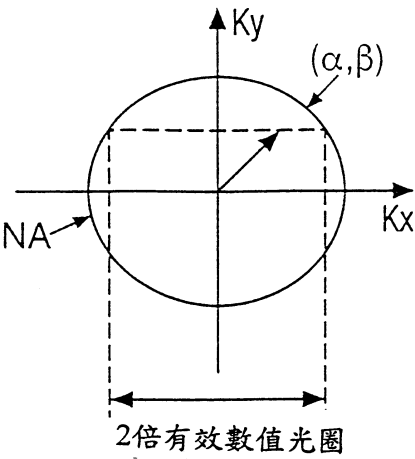


圖5

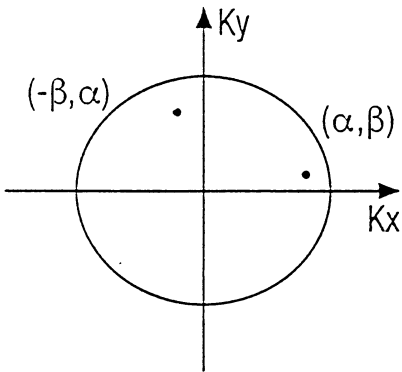


圖6

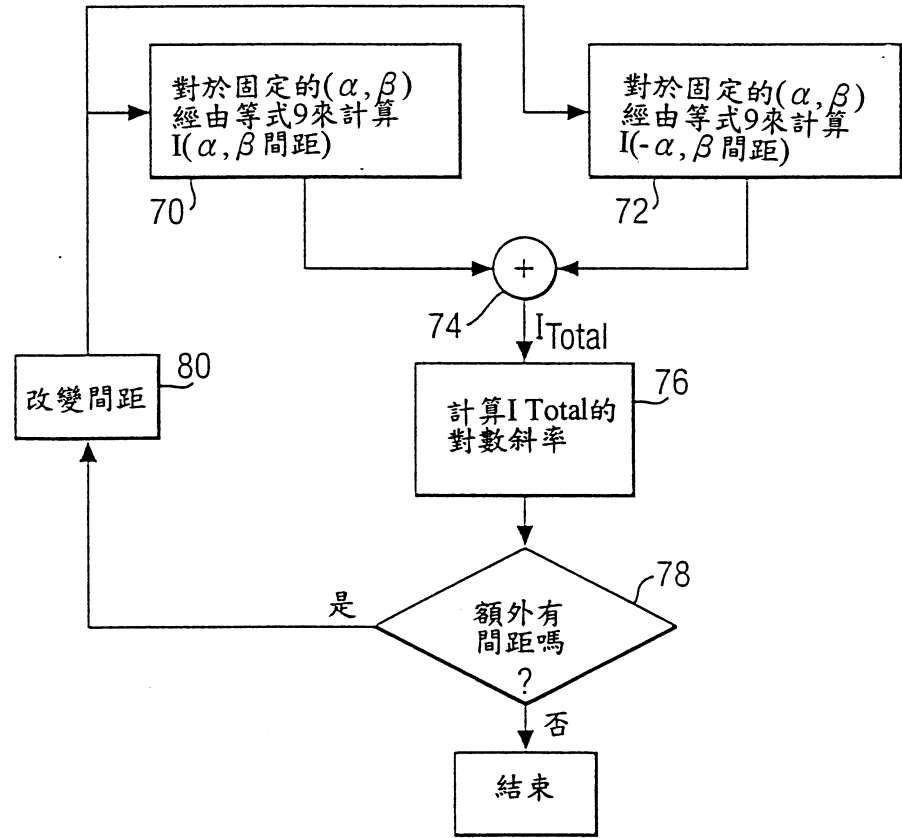


圖7

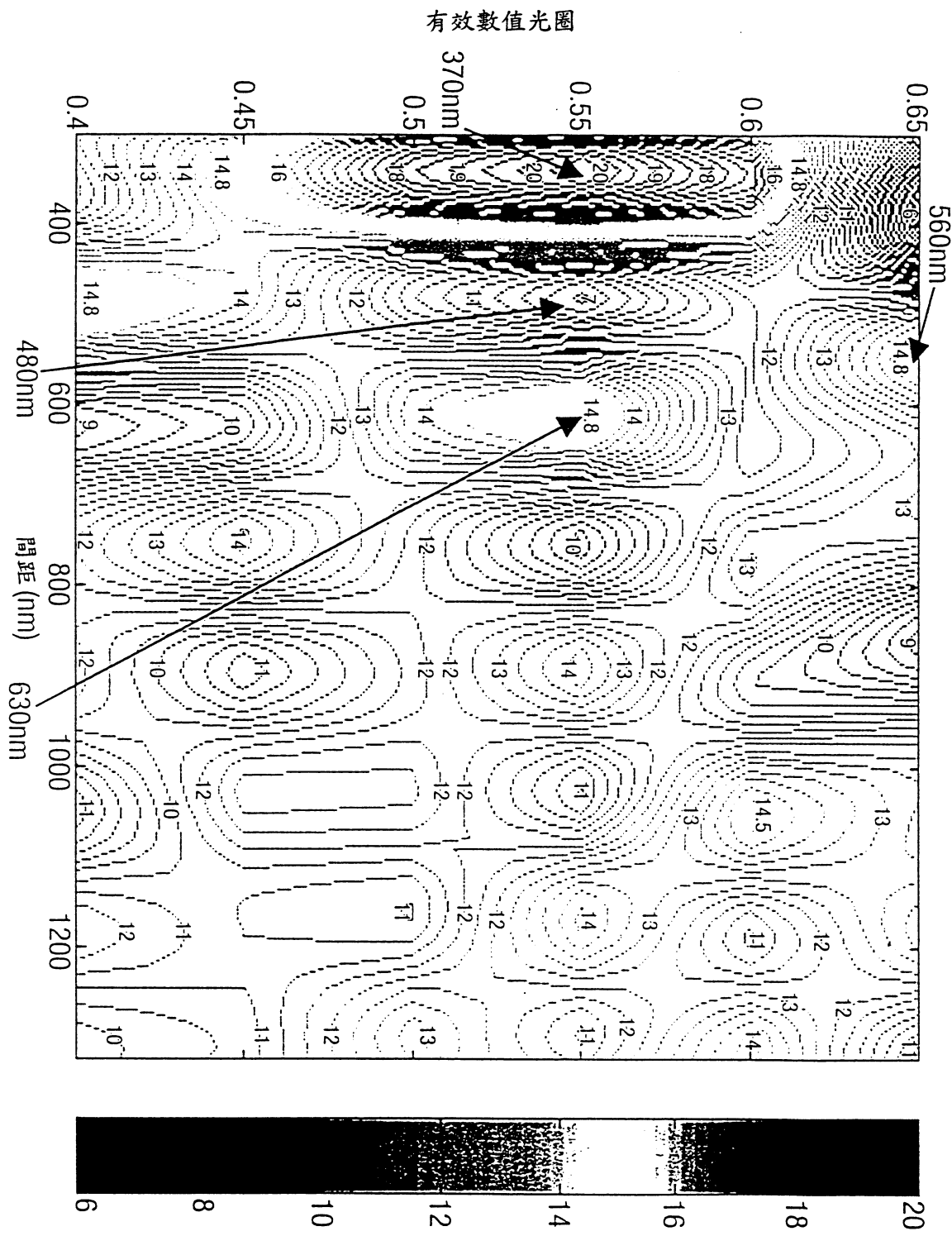


圖 8

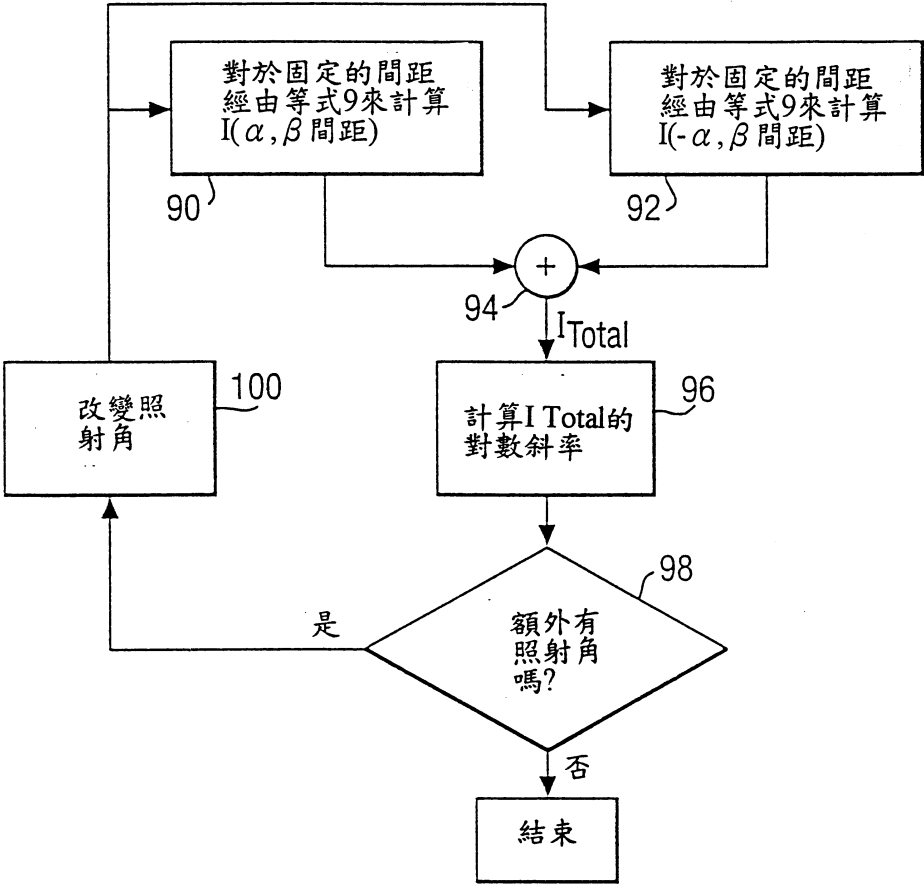


圖9

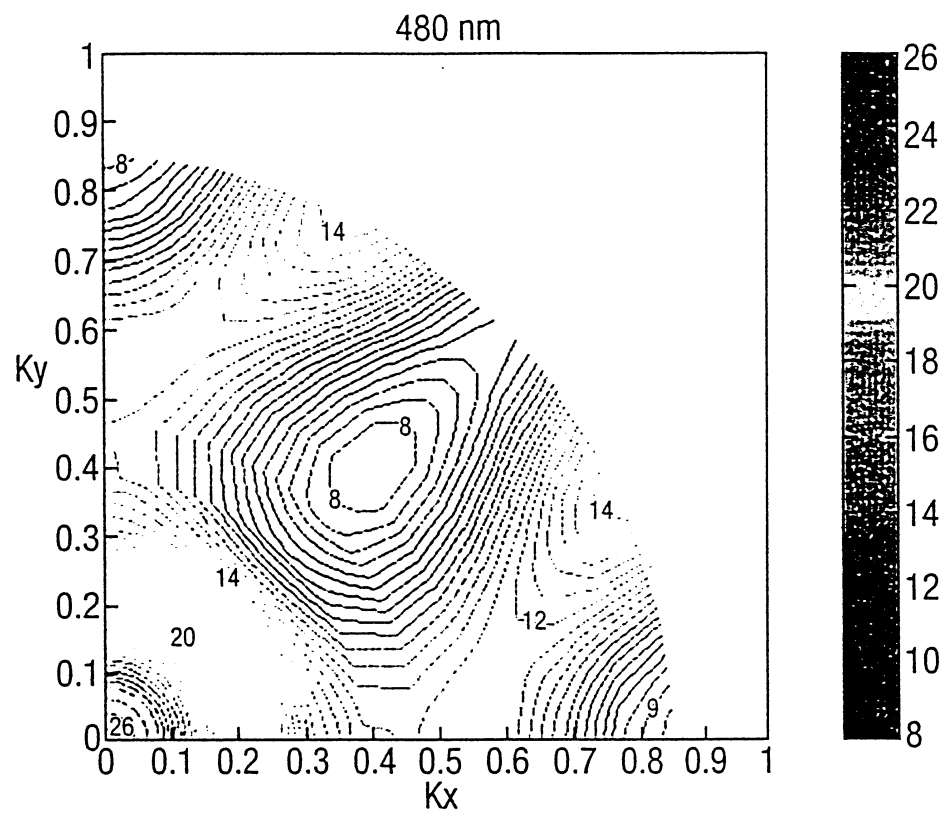


圖 10a

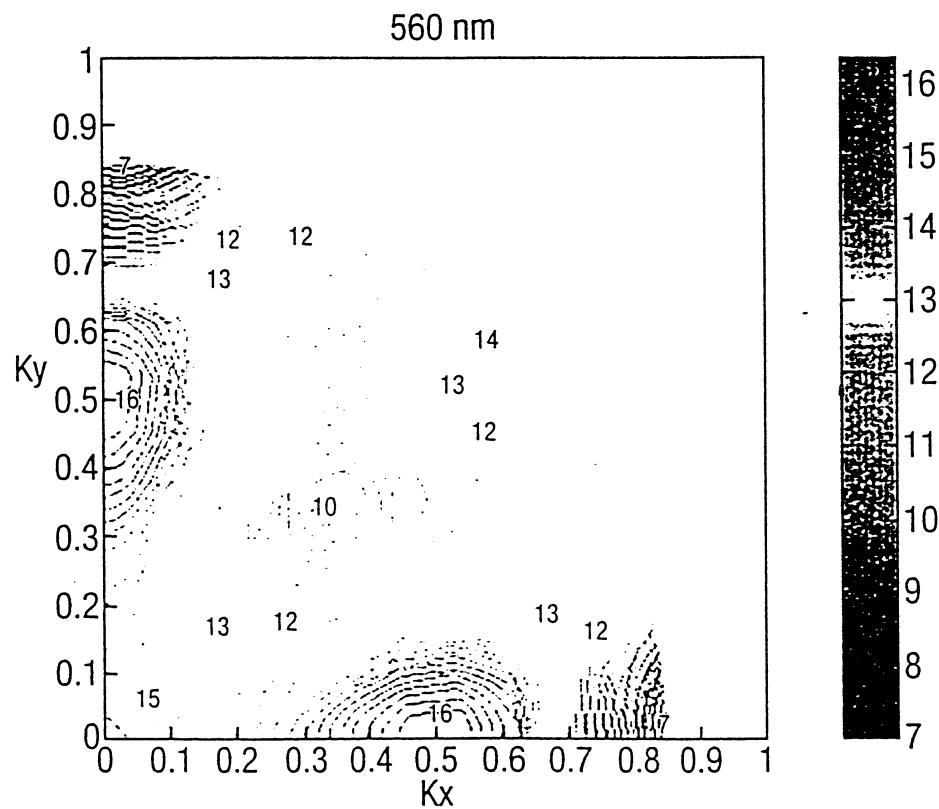


圖 10b

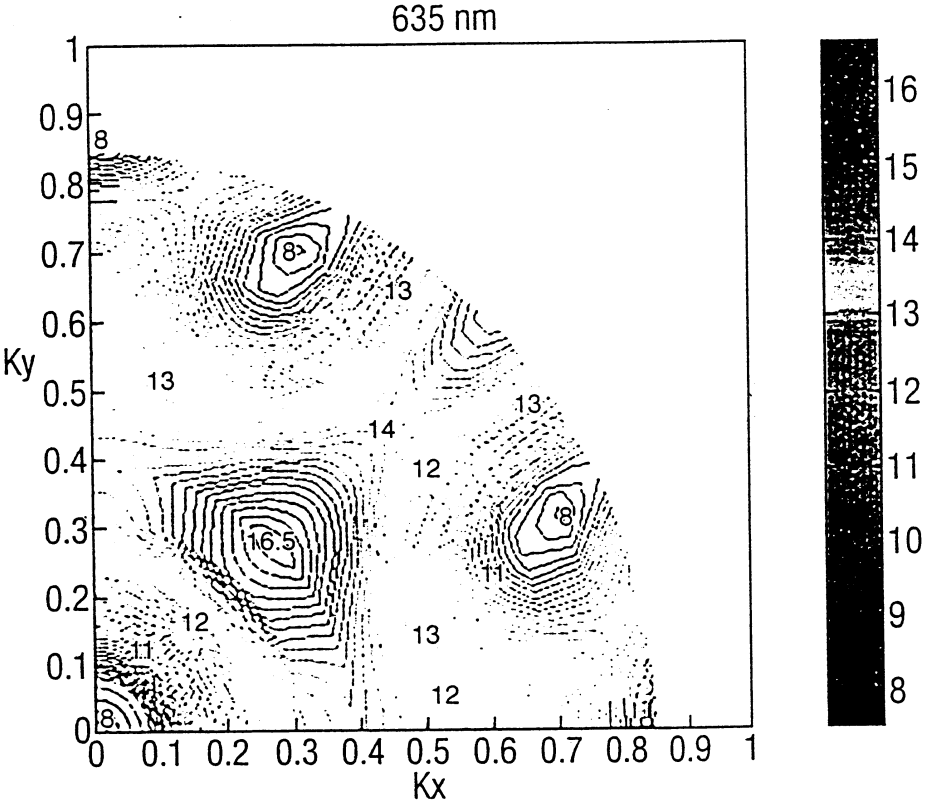


圖 10c

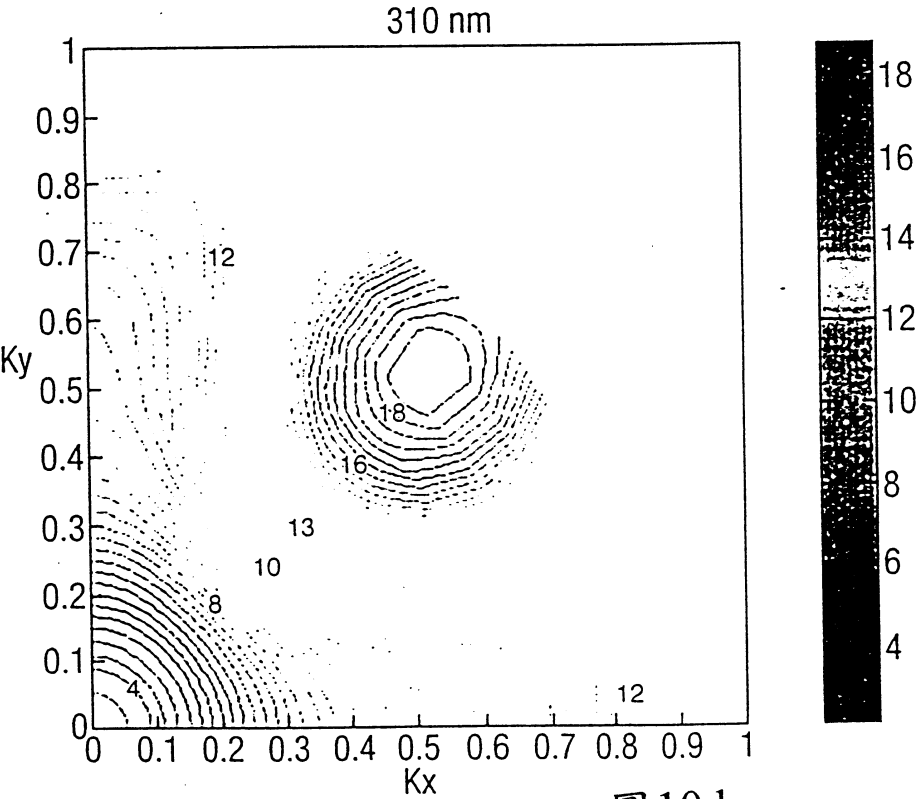


圖 10d

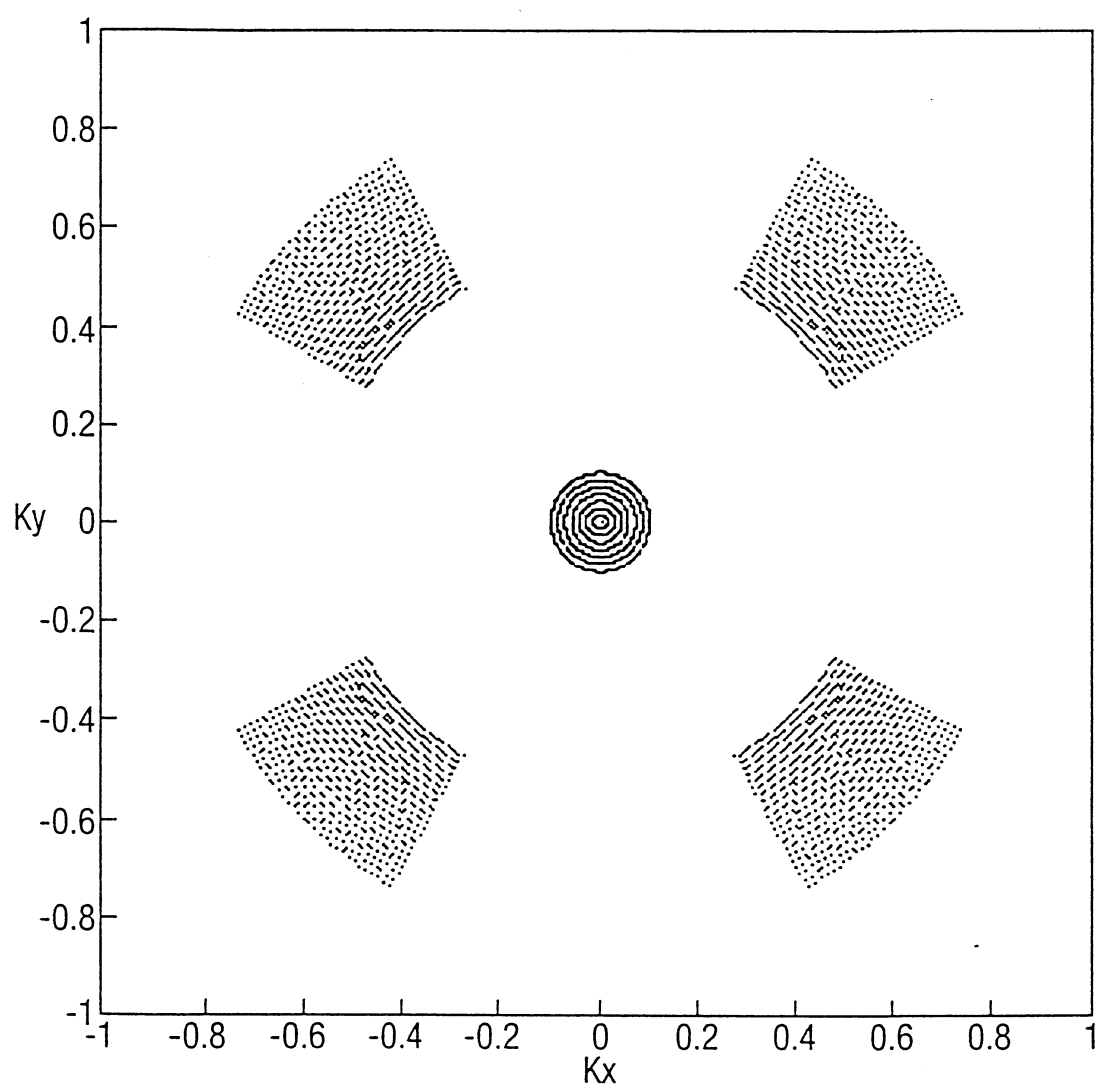


圖 11

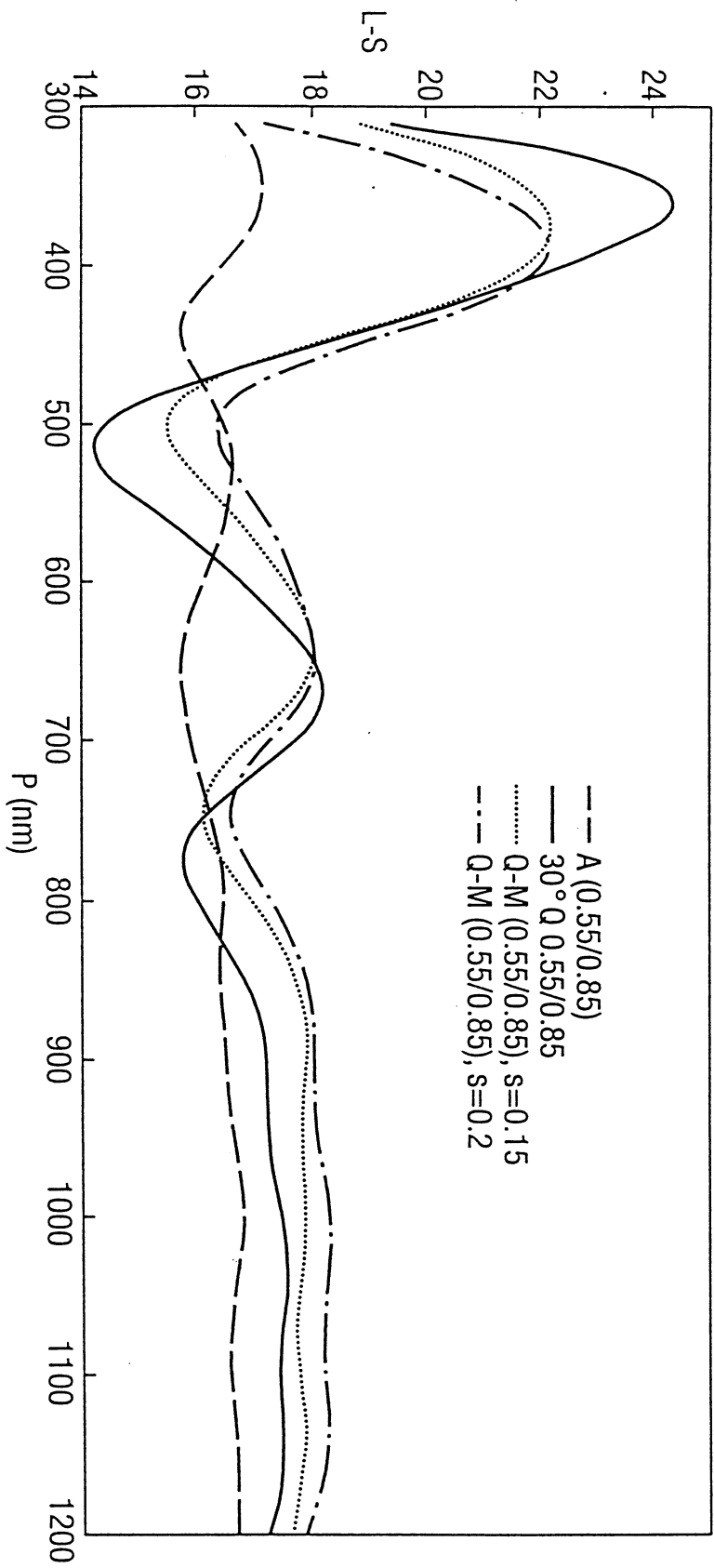
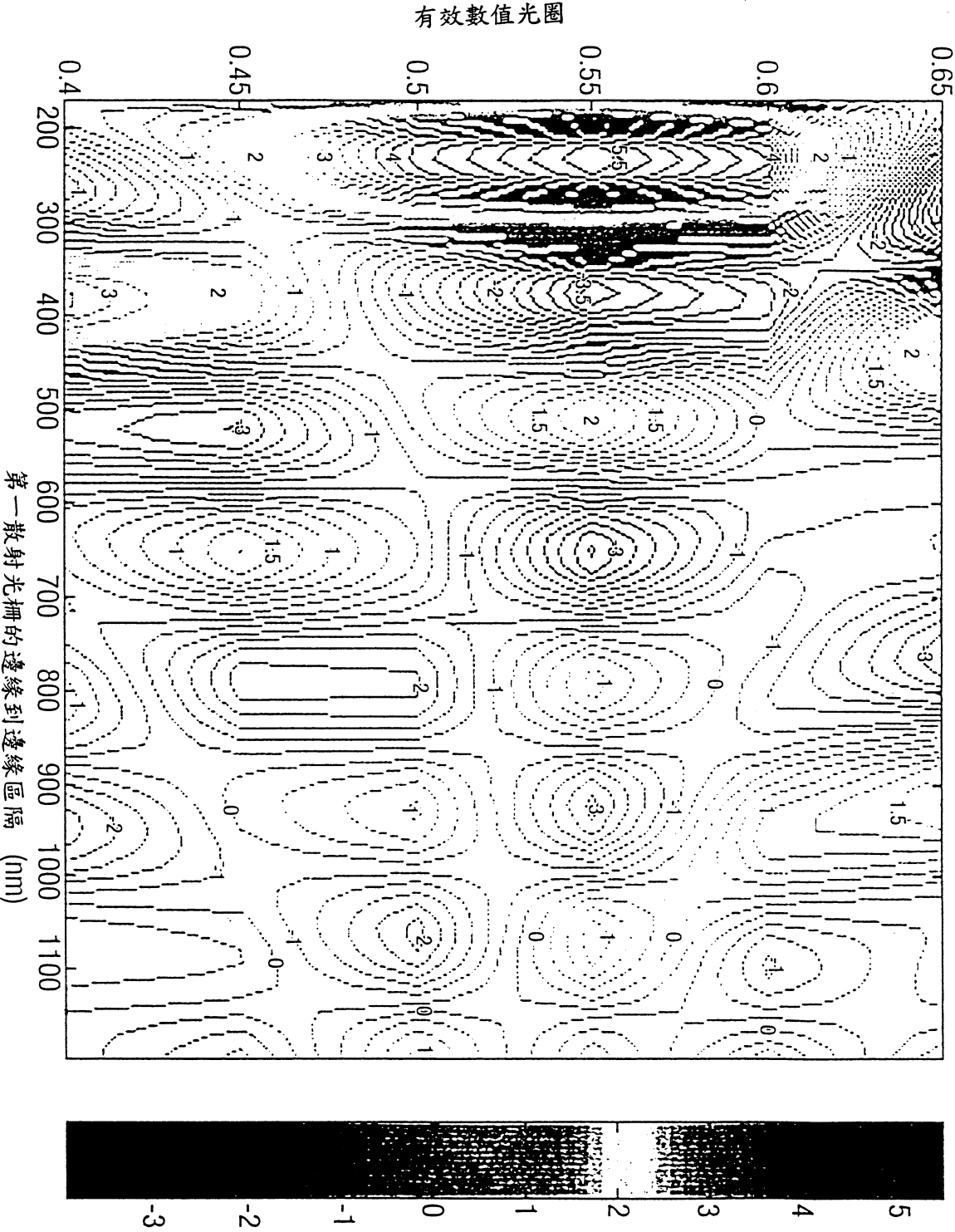


圖 12



第一散射光柵的邊緣到邊緣區隔 (nm)

圖 13

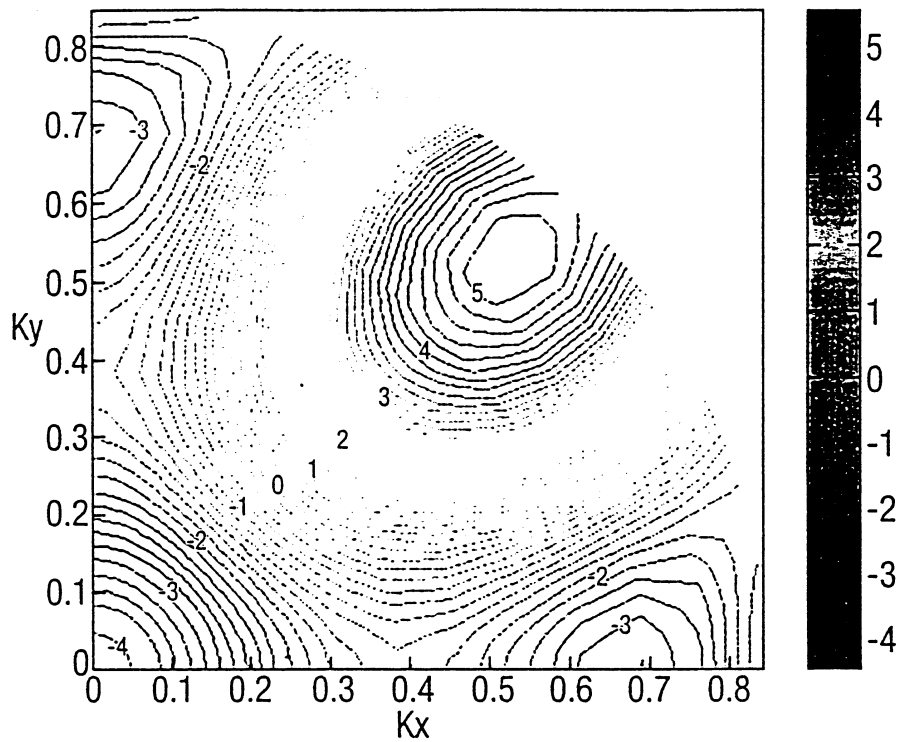


圖 14a

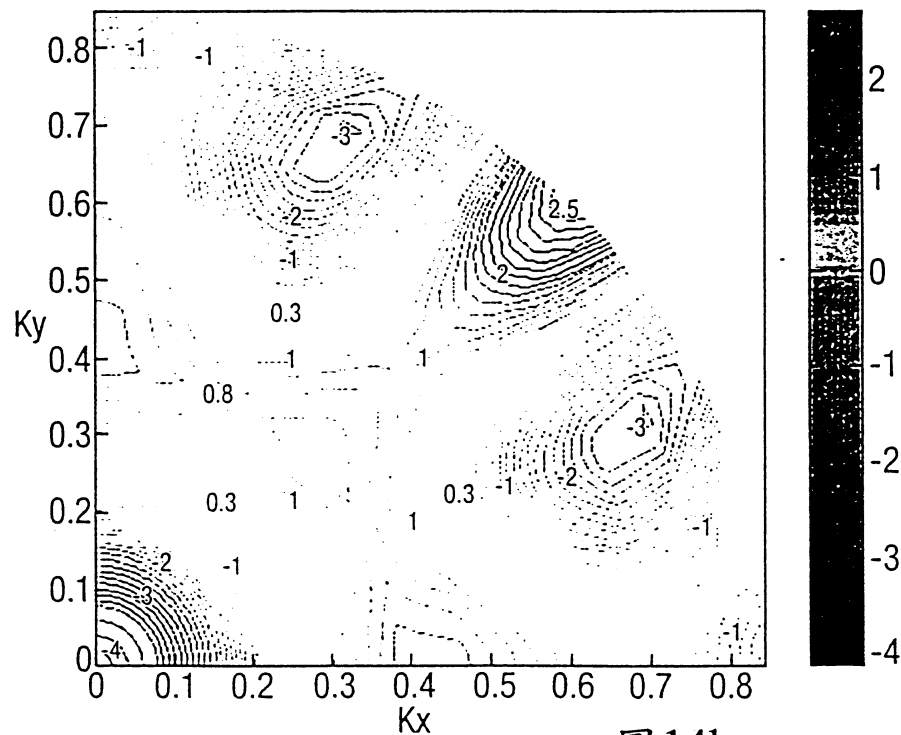


圖 14b

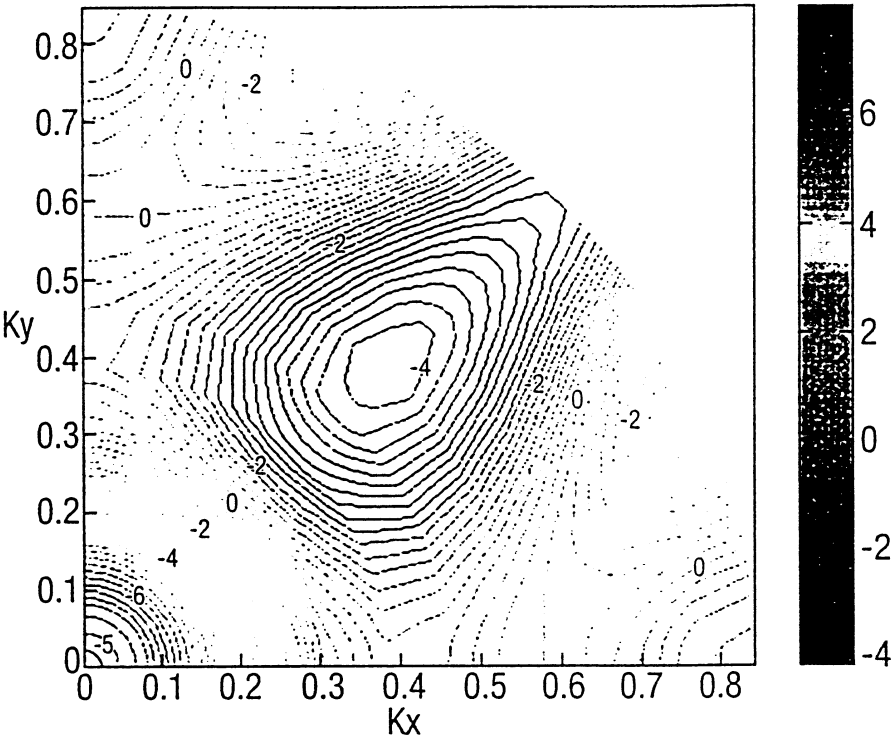


圖 14c

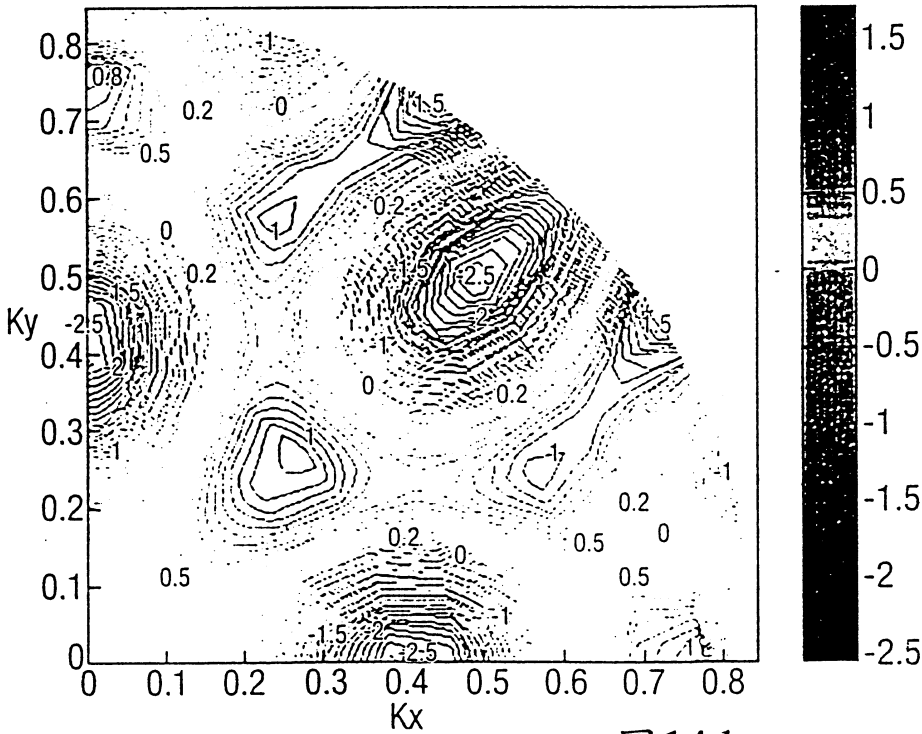


圖 14d

六、申請專利範圍

1. 一種藉由使用一微影裝置來在當設計一光罩圖案來轉換一微影蝕刻圖案到一基板上時用以辨識一極端交互作用間距區域之方法，該方法包含以下步驟：
 - (a) 決定一第一間距與一第一照射角之一照射強度，
 - (b) 決定該第一間距與一第二照射角之一照射強度，該第二照射角係相對於該第一照射角為旋轉對稱，
 - (c) 藉由組合相關於該第一照射角與該第二照射角之該照射強度來決定該第一間距的一整體照射強度，
 - (d) 決定該整體照射強度的該對數-斜率，及
 - (e) 辨識包含該第一間距的一間距區域做為一極端交互作用間距區域，如果該整體照射強度相對於間距的該對數-斜率之該導數數值大致等於0。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，進一步包含以下步驟：
對於複數個不同間距來重覆步驟(a)-(e)。
3. 如申請專利範圍第2項之方法，進一步包含對於複數個照射角來重覆步驟(a)-(e)，且其中一間距係辨識為一極端交互作用間距區域，如果相對於間距的該整體照射強度的該對數-斜率的該導數數值對於每個該複數個照射角係大致等於0。
4. 如申請專利範圍第1、2或3項之方法，其中該第二照射角呈現出相對於該第一照射角一90度的旋轉對稱。
5. 如申請專利範圍第1、2或3項之方法，其中該間距區域為一指定間距的 $\pm 0.12 \times \lambda / \text{NA}$ 內的一間距範圍，其中 λ 為該微影裝置的該曝光輻射之該波長，而NA為該微

六、申請專利範圍

影裝置的該投射系統之數值光圈。

6. 如申請專利範圍第1、2或3項之方法，進一步包含以下步驟：

對於一給定間距，其辨識為在一極端交互作用間距區域中：

- (f) 決定該給定間距與一第一照射角之一照射強度，
- (g) 決定該給定間距與一第二照射角之一照射強度，該第二照射角係相對於該第一照射角為旋轉對稱，
- (h) 藉由組合相關於該第一照射角與該第二照射角之照射強度來決定該給定間距的一第二整體照射強度，
- (i) 決定該第二整體照射強度的該對數-斜率，
- (j) 辨識該給定間距所不想要的一給定照射角度，如果該第二整體照射強度的該對數-斜率係小於一預定的數值，及
- (k) 對於複數個不同照射角來重覆步驟(f)-(j)。

7. 如申請專利範圍第6項之方法，其中該預定值為15。

8. 一種藉由使用具有一想要的照射方式之一微影裝置來設計用於轉換一微影圖案到一基板上的一光罩圖案之方法，該方法包含：

根據申請專利範圍第6或7項之方法來辨識該極端交互作用間距區域，及相對應的不想要之照射角；及

藉由配置特徵來設計該光罩圖案，使得在該光罩圖案中沒有特徵組合具有在一極端交互作用間距區域中的一間距，其為在該想要的照射方式中所不想要的照射角。

六、申請專利範圍

9. 如申請專利範圍第8項之方法，其中該光罩圖案包含主要特徵與光學近接修正元件，而該設計步驟包含定位該光學近接修正元件，藉以不會在主要特徵與光學近接修正元件之間產生間距，其係落在一極端交互作用間距區域中，其為在該想要的照射方式中所不想要的照射角。
10. 一種製造一光罩之方法，其包含以下步驟：
如申請專利範圍第8或9項之方法來設計一光罩圖案；及
製造實施該設計的光罩圖案之一光罩。
11. 一種裝置製造之方法，其包含以下步驟：
提供至少部份由一層輻射-敏感材料所覆蓋的一基板；
使用一輻射系統來提供一輻射的投射光束；
使用圖案化裝置來賦予該投射光束在其橫截面中的一圖案；
投射該輻射的圖案化光束到該層輻射-敏感材料的一目標部份上，
其特徵在於：
如申請專利範圍第1、2、3、4或5項之方法來辨識出在該想要的圖案中的極端交互作用間距區域；
在該想要的圖案中產生該極端交互作用間距區域的照射圖像，該照射圖像包含該整體照射強度的該對數-斜率成為一照射角的函數；及
辨識來自該照射圖像的較佳之照射角；

六、申請專利範圍

其中在該提供一投射光束的步驟中，該投射光束係配置來實質上僅在所有該照射圖像中辨識為較佳的照射角度之角度上來照射該光罩。

12. 如申請專利範圍第11項之方法，其中：

在該辨識極端交互作用間距區域的步驟中，可辨識出至少第一及第二極端交互作用間距區域；

在該辨識較佳的照射角的步驟中，可辨識出該第一及第二極端交互作用間距區域的第一及第二組的較佳照射角；及

其中該提供一投射光束的步驟，其使用圖案化裝置及投射該圖案化的光束，其係執行兩次，一次是使用該第一組較佳的照射角，而一次是使用該第二組。

13. 如申請專利範圍第12項之方法，其中該辨識較佳的照射角之步驟包含辨識出具有該照射強度的對數-斜率之最高數值的該照射角。

14. 如申請專利範圍第11或12項之方法，其中該辨識較佳照射角的步驟包含辨識出具有高於一預定量的一照射強度的對數-斜率之數值的該照射角。

15. 一種包含程式碼裝置之記錄媒體，其用於當在一電腦上執行該程式碼裝置時，指示該電腦來執行如申請專利範圍第1、2、3、4、5、6、7、8或9項之方法。

16. 一種包含程式碼裝置之記錄媒體，其用於控制一微影裝置來執行如申請專利範圍第11、12、13或14項之方法。

六、申請專利範圍

17. 一種當設計一積體裝置來藉由使用一微影裝置來形成在一基板上時辨識特徵之間不想要的間距之方法，該方法包含以下步驟；
 - (a)藉由在一間距範圍內對於一給定的照射角來決定照射強度位準，以辨識極端交互作用間距區域；及
 - (b)藉由在一照射角範圍內對於一給定的極端交互作用間距區域來決定照射強度，以辨識對於在步驟(a)中辨識的每個極端交互作用間距區域之該不想要的間距。
18. 如申請專利範圍第17項之方法，其中該極端交互作用間距區域定義了呈現出實質上建設性光學干涉或實質上破壞性的光學干涉的區域。
19. 如申請專利範圍第17或18項之方法，其中該不想要的間距具有超過一預定值的相對應照射強度。
20. 如申請專利範圍第17或18項之方法，其中該特徵包含一主要特徵與一光學近接修正元件。