



(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 I391990B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：098114639

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 05 月 01 日

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

(30)優先權：2008/05/01 日本 2008-119672

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

(72)發明人：大久保彰律 OHKUBO, AKINORI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

US 5841520

審查人員：陳建仲

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：25 共 0 頁

(54)名稱

測量設備，測量方法，曝光設備，及元件製造方法

MEASUREMENT APPARATUS, MEASUREMENT METHOD, EXPOSURE APPARATUS, AND
DEVICE MANUFACTURING METHOD

(57)摘要

一種測量設備其照射一放置在一物件平面上的圖案用以形成一虛像(aerial image)40 於一影像平面上且透過該影像平面上的狹縫 54 測量該虛像 40 的光線強度分佈，該測量設備包括一移動該狹縫的桌台 60，一光線接受元件 53 其被安裝在該桌台 60 上且包括至少兩個接受透射穿過該狹縫的光線之光線接受部分，一儲存單元其儲存一角度 ε 與一介於該狹縫 54 的中心部分與該光線接受元件 53 接收到的光線強度最強的位置之間的距離間的關係，一計算單元其獲得該角度 ε ，及一桌台驅動單元 80 其轉動該桌台 60 使得該角度 ε 等於零。

A measurement apparatus which illuminates a pattern positioned on an object plane to form an aerial image 40 on an image plane and measures a light intensity distribution of the aerial image 40 via a slit 54 on the image plane, the measurement apparatus including a stage 60 moving the slit, a light receiving element 53 mounted on the stage 60 and including at least two light receiving portions which receive the light transmitted through the slit, a storage unit which stores a relationship between an angle ε and a distance between a center position of the slit 54 and a position where a intensity of light that the light receiving element 53 receives is maximum, a calculation unit which obtains the angle ε , and a stage driving unit 80 which rotates the stage 60 so that the angle ε is equal to zero.

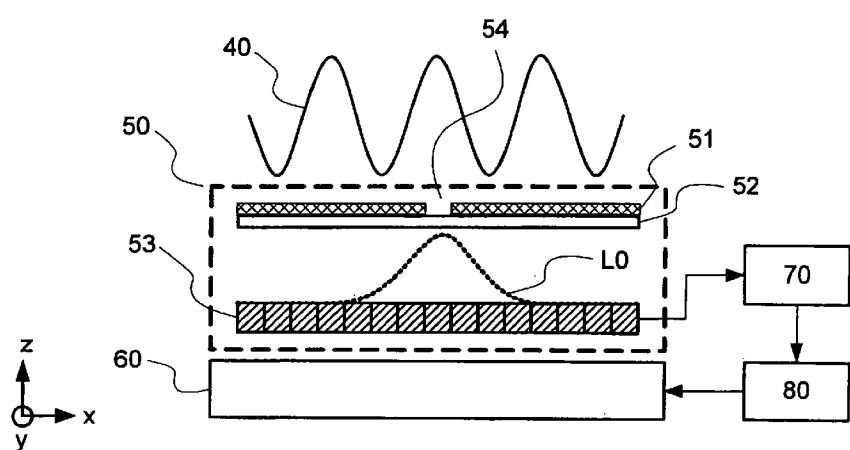
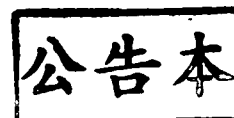


圖3

- 40 . . . 虛像
- 50 . . . 感測器
- 51 . . . 遮光膜
- 52 . . . 透射性基材
- 53 . . . 光接受元件
- 54 . . . 狹縫
- 60 . . . 桌台
- 70 . . . 訊號處理單元
- 80 . . . 桌台驅動單元



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：98114639

※申請日：98 年 05 月 01 日

※IPC 分類：

H01L 21/027, (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)

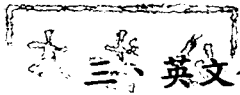
一、發明名稱：(中文／英文)

測量設備，測量方法，曝光設備，及元件製造方法

Measurement apparatus, measurement method, exposure apparatus, and device manufacturing method

二、中文發明摘要：

一種測量設備其照射一放置在一物件平面上的圖案用以形成一虛像(aerial image)40於一影像平面上且透過該影像平面上的狹縫54測量該虛像40的光線強度分佈，該測量設備包括一移動該狹縫的桌台60，一光線接受元件53其被安裝在該桌台60上且包括至少兩個接受透射穿過該狹縫的光線之光線接受部分，一儲存單元其儲存一角度 ε 與一介於該狹縫54的中心部分與該光線接受元件53接收到的光線強度最強的位置之間的距離間的關係，一計算單元其獲得該角度 ε ，及一桌台驅動單元80其轉動該桌台60使得該角度 ε 等於零。



英文發明摘要：

A measurement apparatus which illuminates a pattern positioned on an object plane to form an aerial image 40 on an image plane and measures a light intensity distribution of the aerial image 40 via a slit 54 on the image plane, the measurement apparatus including a stage 60 moving the slit, a light receiving element 53 mounted on the stage 60 and including at least two light receiving portions which receive the light transmitted through the slit, a storage unit which stores a relationship between an angle ϵ and a distance between a center position of the slit 54 and a position where a intensity of light that the light receiving element 53 receives is maximum, a calculation unit which obtains the angle ϵ , and a stage driving unit 80 which rotates the stage 60 so that the angle ϵ is equal to zero.

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第 3 圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

40：虛像

50：感測器

51：遮光膜

52：透射性基材

53：光接受元件

54：狹縫

60：桌台

70：訊號處理單元

80：桌台驅動單元

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

年 月 日修正替換頁

101.11.27

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關於一種測量設備及一種用來測量光線強度分佈的測量方法，一包括該測量設備的曝光設備，及一種元件製造方法。

【先前技術】

傳統上，爲了要評估一光學系統在其被安裝至一半導體曝光設備中的效能，一遮罩圖案會被曝照至一其上施用了光阻劑的晶圓上。此評估方法必需在曝光之後將該光阻劑顯影並藉由使用一 SEM(掃描式電子顯微鏡)或類此者來測量該顯影所形成的光阻劑影像。因此，因爲此評估方法需要多個處理(譬如，施用光阻劑，顯影，及測量)，所以每一評估都耗用許多時間及成本。

因此，除了上述的評估方法之外，在沒有實施一實際的曝光下，一種用來將一著遮罩圖案或一用於測量的圖案成像在對應於一晶圓平面的空氣中並藉由一測量儀器直接測量該光線強度分佈的方法(在下文中被稱爲“虛像測量方法”)被實施。此方法的一個例子爲一狹縫掃描方法，其掃描一具有比一波長短的寬度之狹縫並用一光接受元件來測量透射穿過該狹縫的光線(例如，參見“W.N. Partlo, C.H. Fields and W.G. Oldham, J. Vac. Sci. Technol. B, Vol.11, pp.2686-2691”)。

在此狹縫掃描方法中，一形成在一遮光膜上的狹縫

年 月 日修正替換頁
101.11.27

被使用，且藉由照射一線-及-空間圖案(在下文中被稱為“L/S 圖案”)而形成之一具有週期性強度分佈的虛像(aerial image)形成該圖案的影像。該被形成的虛像的部分光線被透射穿過該狹縫，且該透射穿過該狹縫之被透射的光線在它經由一支撐該遮光膜的透射基材轉送之後被照射到一光線接受元件上。照射在該光接受元件上的光線被光電地轉換且被輸出作為一狹縫訊號。

一由該遮光膜，該轉送基材，及該光接受元件所構成的測量感測器在一桌台上被掃描於 X 軸方向上，且該狹縫訊號每一掃描步驟都被監視。該虛像係藉由掃描此狹縫並使用該被監視的訊號(在下文中被稱為“狹縫掃描訊號”)來加以測量。

然而，在傳統的狹縫掃描方法中，當該虛像的強度分布波動的週期被縮短時，如果該狹縫的縱長方向不同於與該虛像的 L/S 圖案平行的方向的話，則該狹縫掃描訊號的調變程度就會被顯著地降低。

例如，該虛像為一被形成在平行於 Y 軸方向上的 L/S 圖案，在此例子中，該光線強度分布在 X 軸方向上以半週期 HP 被調變。在 XY 平面上一與轉動方向成 θ 角之位置差被產生在與該虛像的 L/S 圖案平行的方向與形成在該遮光膜上的狹縫的縱長方向之間。理想地，如果該角度 θ 等於零度的話，則可獲得一具有高度調變程度(modulation degree)的狹縫掃描訊號。然而，實際上，該角度 θ 會因為對準誤差等因素而不等於零度。

當該狹縫掃描在此環境中被實施時，該狹縫掃描訊號的調變程度與該虛像的調變程度比較起來是被降低的。再者，當該狹縫被移位達到一跨越該虛像的 L/S 圖案週期的角度時，該照射在該狹縫上的光線強度不會改變，即使是該狹縫被掃描亦然。因此，因為該狹縫掃描訊號沒有實質上的調變，所以讓測量變為不可能。當介於該狹縫與該 L/S 圖案之間的角度被界定為一關鍵角度 θ_c 時，它由下面的式子 1 來表示。

$$\theta_c = \arcsin(2HP/SL) \dots (1)$$

在式子 1 中，SL 為狹縫在縱長方向上的長度(狹縫長度)且 HP 為一虛像的光線強度分布波動的半週期。如果介於該狹縫與該 L/S 圖案之間的角度小於該關鍵角度 θ_c 的話，則照射在該狹縫上的光線強度被掃描該狹縫所調變。

圖 21 顯示介於關鍵角度 θ_c 與狹縫長度 SL 之件的關係。在圖 21 中，垂直軸代表該關鍵角度 θ_c ，橫軸代表狹縫長度 SL。如圖 21 所示，在 HP 為 200 奈米的例子中，當狹縫長度 SL 約為 50 微米時，關鍵角度 θ_c 約為 14 毫拉德(mrad)。然而，當 hp 為 45，關鍵角度 θ_c 被降低至 2 毫拉德。

因此，如果 HP 被減小的話，則該關鍵角度 θ_c 及該位置位移的緯度就會被降低。因此，為了要獲得具有高

調變程度的狹縫掃描訊號，需要可讓該角度 θ 小於該關鍵角度 θ_c 之具有高精確度的對準。

傳統上，一種用來在該狹縫的角度被改變的同時掃描該狹縫並調整一對準使得該掃描訊號的調變程度為最高的方法被使用。然而，此方法需要許多對準時間且該對準精確度會因為該調變程度的改變在該調變程度高至某一程度時會降低而被降低。

【發明內容】

本發明提供一種測量設備及測量方法，其可以高速度及高精確度來調整一狹縫與一虛像之間的位置關係。再者，本發明提供一種包括該測量設備的曝光設備及一種使用該曝光設備之元件製造方法。

本發明的一個態樣為一種測量設備，該測量設備被建構來照射一放置在一光學系統的物件平面上的圖案以形成該圖案的一個影像於該光學系統的一影像平面上並藉由一設置在該影像平面上的狹縫來測量該影像的光線強度分布。該測量設備包括一桌台其被建構來移動該狹縫，一光線接受元件其被安裝在該桌台上且包括至少兩個用來接受透射穿過該狹縫的光線之光線接受部分，一儲存單元，其被建構來儲存一介於一角度與一在該狹縫的縱長方向上的距離之間的關係，其中該角度係一介於平行該影像的一干涉圖案的方向與該狹縫的一縱長方向之間的角度及該距離係一介於該狹縫的中心部分與該光

線接受元件接收到的光線強度最強的位置之間的距離，一計算單元其被建構來藉由使用該光線接受單元偵測到的偵測結果與儲存在該儲存單元內的關係來獲得該角度，及一桌台驅動單元其被建構來藉由使用該計算單元所計算出的角度來轉動該桌台使得該角度等於零。

本發明的另一個態樣為一種測量方法，該測離量方法為一種用來照射一放置在一光學系統的物件平面上的圖案以形成該圖案的一個影像於該光學系統的一影像平面上並藉由一設置在該影像平面上的狹縫來測量該影像的光線強度分布的測量方法。該測量方法包括一使用一光線接受元件來接受透射穿過該狹縫的光線之光線接受步驟，該光線接受單元包括至少兩個安裝在一被建構來移動該狹縫的桌台上之光線接受部分，一獲得一角度之計算步驟，其使用該光線接受單元偵測到的偵測結果及一介於一角度與一在該狹縫的縱長方向上的距離之間的關係來獲得該角度，其中該角度係一介於平行該影像的一干涉圖案的方向與該狹縫的一縱長方向之間的角度及該距離係一介於該狹縫的中心部分與該光線接受元件接收到的光線強度最強的位置之間的距離，一藉由使用該計算步驟中計算出來的角度來轉動該桌台以使得該角度為零之桌台驅動步驟，及一在轉動該桌台使得該角度等於零之後測量該影像的光線強度分布之測量步驟。

本發明的另一態樣為一種曝光設備，其包括該測量設備。該曝光設備根據該測量設備的測量結果將一遮罩

的圖案曝照至一基材上。

本發明的另一態樣為一種元件製造方法，其包括使用該曝光設備曝照一基材，及將經過曝照的基材顯影的步驟。

本發明的其它特徵及態樣從下面參照附圖之示範性實施例的描述中將會變得更加明顯。

【實施方式】

本發明的示範性實施例將於下文中參靠附圖加以說明。在每一圖中，相同的元件將被標示相同的標號且其重複的描述將被省略。

首先，此實施例的一測量設備的示意圖將被描述。圖 1 為本實施例的測量設備的構造示意圖。

在圖 1 的測量設備 100 中，標號 110 為一照明光學系統。該照明光學系統將來自一光源(未示出)的光線折射，反射及繞射，用以照射到一遮罩 20 上。一圖案藉由一遮光膜(譬如，鉻)而被形成在該遮罩 20 上。因為該遮罩 20 的圖案而被透射的光線及被繞射的光線係藉由將光線照射到其上形成有該圖案之該遮罩 20 上而被產生。

被透射的光線及被繞射的光線被照射到一投影光學系統 30 上。該投影光學系統 30 形成該遮罩 20 的圖案的影像於一成像平面上。一虛像 40 被形成在該成像平面上。該虛像 40 受到所有因素的影響，譬如像是光源(未示出)，該照明光學系統 10，該遮罩 20 的圖案，該投影光

學系統 30，用來固持所有這些構件的機構，及該測量設備 100 的設定環境等等。

標號 50 為一感測器。該感測器 50 被安裝在一桌台 60 上，該桌台被放置在一光學系統的影像平面上。該桌台 60 被一桌台驅動單元 80 驅動於 X 軸方向上及 Y 軸方向上且繞著 Z 軸被轉動地驅動。因此，安裝在該桌台 60 上之感測器 50 被建構成可藉由該桌台驅動單元 80 而繞著該 Z 軸轉動。

感測器 50 被提供有一光線接受元件，其接受透射穿過一狹縫的光線。感測器 50 透過該光線接受元件接受形成在該成像平面上的該虛像 40。被該光線接受元件接受到之該虛像 40 藉由一光電轉換而被轉換成一電子訊號且該電子訊號被輸出至一訊號處理單元 70。

該訊號處理單元 70 處理來自感測器 50 的狹縫的訊號及來自一對準開孔的訊號用以依據這些訊號輸出一控制訊號至該桌台驅動單元 80。該訊號處理單元 70 包括一儲存單元其以預先儲存該狹縫的方向與該光線接受元件所接受到的光線強度之間的關係及一計算單元其計算該狹縫用於對準處理的方向，這將於稍後加以說明。

該桌台驅動單元 80 根據來自訊號處理單元 70 的控制訊號輸出一驅動訊號至該桌台 60 用以將該桌台 60 驅動於 X 方向及 Y 方向上。該桌台驅動單元 80 可根據來自該訊號處理單元 70 的控制訊號將該桌台 60 繞著 Z 軸轉動。

接下來，該感測器 50 將被詳細的描述。

圖 2 為本實施例的感測器 50 的頂視圖。一遮光膜 51 附著在該感測器 50 上。一具有矩形形狀的狹縫 54 被形成在該遮光膜 51 上。當該狹縫 54 在側方向(X 軸方向)上的寬度被界定為 W_s ，用以用高精確度來測量該虛像以獲得尺寸等於或小於一波長的解析度，該狹縫 54 的寬度 W_s 必需被設定成滿足式子 2。

$$W_s \leq \lambda \quad \dots (2)$$

在此處， λ 為該光源的波長。

在圖 2 中，當該狹縫 54 在縱長方向(Y 方向)上的長度被界定為 L_s 時，狹縫 54 的長度 L_s 被設定為滿足式子 3。

$$L_s \geq 10 \times \lambda \quad \dots (3)$$

因此，如果狹縫 54 的長度 L_s 被設定為大於波長 λ 的話，則透射穿過狹縫 54 的光線被繞射於該狹縫 54 的縱長方向上的效果就會低於光線被繞射於側方向上的效果。因此，該光線從該狹縫 54 被散開於縱長方向上的角度小於在側方向上的散開角度。

在此實施例中，當該狹縫 54 被掃描時，從該狹縫 54 被散開的光線被多個光線接收部分光電地轉換且在該

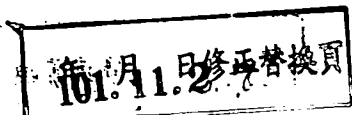
等光線接受部分中之狹縫掃描訊號被測量。該狹縫 54 的一對準訊號及亮(L)與暗(D)交替出現之該虛像 40 可使用該等狹縫掃描訊號的相差來計算出來。

接下來，使用於本實施例的測量方法的對準現將加以說明。圖 3 為感測器 50 在狹縫 54 的縱長方向(X 軸方向)上的剖面。在此實施例中，該虛像 40 是由兩道光束干涉來形成的。

遮蔽光線的遮光膜 51 被形成在一可透射光線之透光性基材 52 上。該虛像 40 在它透射穿過該狹縫 54 之後被照射在該光線接受元件 53(光電轉換單元)上。本實施例的光線接受元件 53 被分散成二維度的陣列且具有多個光線接受部分。來自該光線接受元件 53 的一輸出訊號被輸入到該訊號處理單元 70 中且被儲存在一記憶體(未示出)中。之後，該感測器 50 被該桌台驅動單元 80 移動一相當於一空間頻率(spatial frequency)的距離，其為該虛像 40 在 X 方向上的高度的至少兩倍以符合取樣原則。

重復此操作即可測量在 X 軸方向上的光線強度分布。在本實施例中，重復此操作係指一狹縫掃描測量。然而，當測量在 X 方向上的光線強度分布時若該狹縫 54 的縱長方向沒有平行於該虛像 40 的圖案的方向的話，則該狹縫掃描訊號的調變程度即被降低。因此，在本實施例中，該狹縫 54 與該虛像 40 之間的位置關係在光線強度分布被測量之前即被調整。

圖 4 為感測器 50 在狹縫 54 的縱長方向(Y 軸方向)



上的剖面。透射穿過該狹縫 54 的光線被照射在多個被分散成二維度陣列的光線接受部分(光線接受元件 53)上。一從該光線接受元件 53 輸出的訊號 S1 是一在構成該光線接受元件 53 的一部分之第一光線接受部分 531 中被光電地轉換的訊號。相同地，訊號 S 是一在構成該光線接受元件 53 的一部分之第二光線接受部分 532 中被光電地轉換的訊號。訊號 S1 及 S2 被輸入到該訊號處理單元 70 中。該訊號處理單元 70 包括一儲存單元 71 及一計算單元 72。該桌台 60 因一從該訊號處理單元 70 輸出至該桌台驅動單元 80 的訊號而被繞著 Z 軸驅動，且介於該狹縫 54 與該虛像 40 之間的位置關係被調整。

該第一光線接受部分 531 及該第二光線接受部分 532 在 Y 軸方向上的位置彼此不同。本實施例的光線接受元件 53 只需要包括至少兩個光線接受部分，且可包括三個或更多個光線接受部分。

圖 5 為本實施例的感測器 50 的頂視圖。圖 5 顯示狹縫 54，被安排成二維度陣列之多個光線接受部分(第一光線接受部分 531 及第二光線接受部分 532)，及虛像 40 之間的相對位置關係。

本實施例的感測器設置有一狹縫 540 其具有一在縱長方向上的長度 L_s 。安排成二維度陣列之多個光線接受部分(第一光線接受部分 531 及第二光線接受部分 532)被設置在彼此相隔一間距 PP 的位置處。已透射穿過該狹縫 54 的光線被第一光線接受部分 531 及第二光線接受部分

532 光電地轉換並分別地輸出訊號 S1 及 S2。如圖 5 所示，該狹縫 54 的縱長方向與該虛像 40 的干涉圖案的方向 (Y 軸方向) 相差一角度 ε 。

在此例子中，關於該兩道光束干涉之虛像 40 (干涉圖案) 透射穿過該狹縫 540 的光線因該狹縫 540 的圓錐繞射而形成一光線強度分布，像是在該光線接受元件 (該等多個光接受部分) 上的一雙曲線。

在此實施施例中，兩道光束的入射角度為與 Z 軸成 $\pm \alpha$ 角且其中一道光束進入該光線接受元件中。圖 6 顯示在本實施例中透射穿過該狹縫 540 的光線。示於圖 6 中的狹縫 540 被設置成其縱長方向平行於 Y 軸方向，這與圖 5 所示的例子不同。在此例子中，該角度 ε 係由一角度來表示，該角度係由該入射光線的一入射平面 45 與一 XY 平面之間的一交會線與 X 軸所形成的。在該入射平面 45 中，當入射光線以一與 Z 軸成 α 角的角度進入該狹縫 540 時，被形成在該遮光膜 51 上之狹縫 540 繞射的光線在該光線接受元件 53 上被分布成一雙曲線，如式子 4 所表示。

$$y = \frac{\sin \alpha \sin \varepsilon}{\sqrt{1 - \sin \alpha \sin \varepsilon}} \sqrt{x^2 + d^2} \quad \dots (4)$$

藉由將 y 軸與狹縫 540 的縱長方向相重合，使得介於平行於該虛像 40 的干涉圖案的方向與圖 5 所示的狹縫 540 的縱長方向之間的角度 ε 相當於示子 4 的角度 ε 。

因此，當角度 ε 不等於零時(即，狹縫 540 沒有相對於光線的入射方向被垂直地安排時)，介於該虛像 40 的干涉圖案與該狹縫 540 之間的位置關係並不是平行的。

圖 7 為本實施例的感測器 50 的頂視圖。在該光線接受元件(第一光線接受部分 531 及第二光線接受部分 532)上的光線強度分布被示於圖 7 中。

在該狹縫 540 的縱長方向不平行於該虛像 40 的干涉圖案的方向的例子中(即，在該角度 ε 被形成的例子中)，在該光線接受元件 53 上的光線強度被會聚到雙曲線 HB1 上，在圖 77 中以虛線表示。當該角度 ε 被減小至接近於零時，該光線被會聚至一直線上(一實體線 LL)，其垂直於該光線接受元件 53 上的狹縫 540 的縱長方向。再者，當該角度 ε 被改變用以在一相反方向上超過零值時，該光線會聚在相對於 X 軸與雙曲線 HB1 相反的雙曲線 HB2 上。

如圖 7 所示，狹縫 540 被設置成平行於 Y 軸。該第二光線接受部分 532 被設置在 $Y > 0$ 的位置且該第一光線接受部分 531 被設置在 $Y < 0$ 的位置。從該第一光線接受部分 531 輸出的訊號被界定為 S1 及從該第二光線接受部分 532 輸出的訊號被界定為 S2。在此例子中，當該光線相對於該狹縫 540 的入射角(角度 ε)被改變時，訊號 S1 及 S2 都會因為該光線在該光線接受元件 53 的一平面上的位置改變而被改變。

圖 8 為一特徵圖，其顯示一感測器的訊號強度與一

角度 ε 之間的關係。由一單點鏈線所表示的曲線顯示訊號 $S1$ 的訊號強度，及由虛線所表示的曲線為訊號 $S2$ 的訊號強度。當 $S1-S2$ (即，從訊號 $S1$ 減去訊號 $S2$) 被監視時，即可獲得一有實線所表示之 S 形曲線的訊號。該 S 形曲線的訊號 $S1-S2$ 的零值交叉點係該角度 ε 等於零的狀態，亦即狹縫 540 的縱長方向相對於該入射光線的入射平面 45 被垂直地安排。

因此，根據該 S 形曲線的訊號 $S1-S2$ ，可偵測出該光線的入射平面 45 離垂直於該狹縫 540 的縱長方向的方向有多遠，即角度 ε 。再者，該狹縫可被安排成藉由控制該狹縫或該光線的入射方向使得該 S 形曲線的訊號 $S1-S2$ 等於零，藉以讓該狹縫的縱長方向垂直該光線的入射平面。

如上文中提及的，當該光線從一個方向進入時，該入射光線的方向可根據 S 形曲線的訊號 $S1-S2$ 來監視。在另一方面，當該光線 (如兩光束干涉) 從兩個方向進入實質相同的入射平面時，訊號 $S1$ 及 $S2$ 中的任一者或如圖 9 所示之一訊號 $S1+S2$ (其係藉由將訊號 $S2$ 加至訊號 $S1$ 而獲得) 被監視。圖 9 為一特徵圖，其顯示訊號 $S1+S2$ 的訊號強度與角度 ε 之間的關係。該狹縫可被安排成藉由控制該狹縫或該入射光線的入射方向使得該訊號 $S1+S2$ 曲線的波谷是角度 ε ，藉以讓該狹縫的縱長方向垂直該光線的入射平面。

由兩光束干涉形成的影像的方向及該狹縫的縱長方

年 月 日修正替換頁

向可藉由上述的測量及控制而被調整為平行。根據該狹縫掃描測量訊號，在該影像的方向及該狹縫的縱長方向被設置成平行的狀態中可獲得一大的調變程度。

因此，該狹縫對準可藉由對準該狹縫與該虛像的圖案來高精確度及高速度地實施。因此，高速度及高精確度之虛像測量可藉由掃描該用於對準的狹縫來實施，以獲得測量訊號。該入射光線並不侷限於兩道光束，而是在光線通常有等於或大於三道光束所構成之一般的成像狀態中，當考量到被狹縫繞射的光線數量的增加及相當於入射光線角度分布之被繞射的光線的散布時，相同的效果可被獲得。在對準時，該對準訊號藉由使用在正常成像時所用之入射光線角度分布的部分光線來獲得的，且該狹縫的縱長方向可被調整成平行於在正常成像時所獲得之虛像干涉圖案的方向（一垂直於該虛像改變的方向）。

再者，單一維度感測器陣列（其被排列成在該狹縫 540 的縱長方向上的直線）可被用作為該光線接受元件 53。圖 10 為在該感測器陣列包括一排成單一維度之像素陣列的例子中在該光線接受平面上的光線分布圖。

圖 10 顯示在介於該狹縫 540 與該光線接受元件 53 之間的距離 d 為 1.5mm 的例子中，當介於該入射平面 45 與垂直於該狹縫 540 的縱長方向的方向之間的角度 ε 被改變時，在該光線接受平面上的光線分布。在此實施例中，該光線相對於其上形成有一狹縫 540 之遮光膜 51 的

法線方向之入射角 α 被設定為 45° 。如圖 10 所示，當該角度 ε 被改變時，在該光線接受表面上的雙曲線的位置亦隨之被改變。

在圖 6 的座標系統中，一單一維度的感測器陣列 530 (其被設置成在該狹縫 540 的縱長方向上的直線) 在 Z 軸方向上離該狹縫 540 的距離 $d=1.5\text{mm}$ 且在 X 軸方向上離該狹縫 540 X_0 。當該狹縫 540 的位置 (X, Z) 被設定為 (0, 0) 時，該感測器陣列 530 則被設置在 (X_0 , -d) 的位置。

該感測器陣列 530 偵測在此位置上該光線強度在 Y 軸方向上的波峰位置。當角度 ε 很小時，介於 X 軸與該光線強度的波峰位置之間的距離 L_1 與角度 ε 成正比例地增加。換言之，該距離 L_1 與角度 ε 具有一正比例的關係。

如上文提及的，該感測器陣列 530 離該狹縫 540 的位置一段 X_0 的距離。這是因為當該感測器陣列 530 被設置在一個在 X 軸方向上遠離該狹縫 540 的位置上時，該角度 ε 可被很靈敏地被偵測到且精確性被改善。然而，此實施例並不侷限於此，該感測器陣列 530 的 X 座標可以與狹縫 540 的 X 座標相同 ($X=0$)。

圖 11 為一圖表其顯示介於距離 L_1 與角度 ε 之間的關係。圖 11 顯示在入射角 $\alpha=45^\circ$ ，距離 $d=1.5\text{mm}$ ，及該感測器陣列的位置 $X_0=2\text{mm}$ 的例子中的關係。

雖然圖 11 中的實線的斜度係依據入射角 α 及距離 d

來改變，但它可藉由從距離 $L1$ 獲得 ε (即 $\varepsilon = L1/a$)，而被立即計算出來，其中傾斜度 a 係從先前的測量或計算得到的。即使是該入射角是由兩道光束或多道光束構成的，一類似的對準亦可藉由偵測該光線強度的波峰位置來實施，波峰位置的數量相當於入射光束的數量。因此，該狹縫的對準可用高速度及高精確度來實施，且該虛像測量可高速度及高精確度來實施。

接下來，使用本實施例的對準處理的測量方法將參考圖 20 的流程圖來描述。

本實施例的測量方法是一種照射設置在一放置在光學系統的物件平面上的圖案用以在該光學系統的影像平面上形成該圖案的虛像 40 並透過設置在該影像平面上的狹縫 540 測量該虛像 40 的光線強度分布的測量方法。

首先，在光線接受步驟 S101，至少兩個安裝在設置於該光學系統的影像平面上之該桌台 60 上光線接受部分接受已經透射穿過該狹縫 540 的光線。該至少兩個光線接受部分對應該光線接受元件 53 的第一光線接受部分 531 及第二光線接受部分 532。

接下來，在該計算步驟 S102，介於平行該虛像 40 的干涉圖案的方向與該狹 540 的縱長方向之間的角度 ε 被獲得。介於該角度 ε 與介於該狹縫 540 的中心位置與該光線接受元件 53 在該狹縫 540 的縱長方向上接受到的光線強度最大的位置之間的距離之間的關係事先被儲存在該訊號處理單元 70 中的一儲存單元內。因此，該角度

ε 係根據介於儲存在該儲存單元內的角度 ε 與該距離之間的關係而被獲得的。該角度 ε 是由該訊號處理單元 70 的計算單元獲得的。

在桌台驅動步驟 S103，該桌台 60 被轉動使得在計算步驟獲得的角度 ε 等於零。在此例子中，該桌台驅動單元 80 轉動該桌台 60 使得該角度 ε 等於零。

步驟 S101 至 S103 是對準處理步驟。完成這些步驟可讓平行於該虛像 40 的干涉圖案的方向與該狹縫 540 的縱長方向重合。

在桌台 60 於該對準處理步驟中被轉動使得該角度 ε 等於零之後，該虛像 40 的光線強度分布在測量步驟 S104 被測量。

依據上述的測量方法，因為介於該狹縫與該虛像之間的位置關係可以高速度及高精確度來加以調整，所以該虛像測量可以高精確度來實施。

該光線接受元件 53 可包括二維度的像素陣列，如 CCD 或 CMOS 影像感測器。在此例子中，除了上述的角度 ε 的計算方法之外，一使用該光線接受元件平面上的二維度光線強度分布的對準可被實施。

圖 12 係在該入射光線是由兩道光束構成的例子中，形成在該光線接受元件平面上之光線強度分布的一個例子。如圖 12 所示，雙曲線式的強度分布(虛線)係根據介於該入射平面與該狹縫垂直方向之間的角度 ε 而被形成的。

在此實施例中，在一個位於 $X=0$ 及 $Y=0$ 的感測器正下方在 X 軸方向上離該感測器一固定距離 $\pm X_0$ 的位置處在 Y 軸方向上的光線強度分布用二維度感測器陣列 530a 來加以測量。在 $X=\pm X_0$ 處之在 Y 軸方向上的光線強度分布在一通過 $\pm X_0$ 並平行 Y 軸的直線與虛線所示的雙曲線的交會點處具有一強度峰值。當該強度峰值在 Y 方向上的距離被界定為 L 時，一角度 θ 可用 X_0 及 L 計算出來。該吸幻的影像與該狹縫可藉由調整該狹縫與該入射平面的方向來加以對準，使得計算出來的角度 θ 等於零。

圖 13 為一影像其係藉由使用具有 193 奈米波長的光源的雙光束干涉來形成一干涉圖案並用 CCD 接收透射穿過具有 120 奈米的狹縫寬度及 50 微米的狹縫長度的狹縫的光線而獲得的。

當介於該狹縫與該入射平面之間的角度 ε 為 -3 度時，如圖 13A 所示的兩條雙曲線式強度分布被獲得。當該狹縫被一轉動桌台轉動用以將該角度 ε 設定為零時，一如圖 13B 所示之實質上筆直的線被獲得。當該角度 ε 進一步改變至 $\varepsilon = 3$ 度時，良條類似於圖 13A 之雙曲線強度分布被獲得。

在此實施例中，在 Y 軸方向上的光線強度分布是在一雙曲線強度分布上 X_0 為 1.7mm 及 2.4mm 的位置點處被偵測的且圖 12 中所示的角度 θ 係使用介於強度分布波峰之間的距離 L 來獲得的。圖 14 顯示用桌台驅動單元 80 轉動其上安裝了感測器之桌台 60 所得到的結果及實

驗所得之角度 θ 如何隨著桌台轉動角度 θ_z 而改變的結果。X0 為 1.7mm 及 X0 為 2.4mm 的情形分別用實線及虛線來表示。

如圖 14 所示，當該桌台轉動角度 θ_z 被設定為 -3 度時，該角度 θ 等於零。在此時，該雙光束的干涉圖案的方向被安排成平行於該狹縫的縱長方向。狹縫的對準可用高精確度及高速度來實施且該虛像的測量可藉由使用該對準方法以高速度及高精確度來實施。

用於對準的狹縫 540 並不侷限於單一狹縫，它可以是由多個狹縫構成的。圖 15A 及 15B 比較用單一狹縫及多個狹縫偵測到的光線強度分布。圖 15A 顯示當使用單一狹縫時所偵測到之光線強度分布。圖 15B 顯示使用多個狹縫時所偵測到之光線強度分布。

如圖 15B 所示，當使用多個狹縫 540 時，透穿射通過該狹縫 540 的強度分布具有多個對應於狹縫間距之波峰。因此，與圖 15A 所示之使用單一狹縫的相較，波峰強度提高。例如，當使用單一狹縫時(如圖 15A 所示)，最大的光線強度等於 1。在另一方面，在使用兩個狹縫的例子中(如圖 15B 所示)，最大的光線強度為 4，此光線強度為使用單一狹縫所得之光線強度的 4 倍。

因此，如果使用多個狹縫的話，則因為經過光線轉換的光線強度提高且訊號強度提高，所以訊號/雜訊比可獲得改善。如果該虛像的圖案是週期性的話，則該等狹縫亦可藉由將該等狹縫安排在該虛像的週期的整數倍的

位置處而被用於測量。如上文所描述的，因電子雜訊或桌台振動所造成的狹縫掃描訊號的錯誤可被減小且可提供一可高度重復的虛像測量設備。

用於對準的狹縫並不侷限於與用於測量該實際的虛像同一個狹縫，亦可提供一不同於用來測量該虛像的狹縫之用於對準的狹縫。圖 16 為一感測器的頂視圖，一不同於用於測量該虛像的狹縫之用於對準的狹縫被提供在該感測器上。

如圖 16 所示，在一個不同於用於測量的狹縫 540 的位置的位置處設置了一第一對準狹縫 541 及一第二對準狹縫 542。在此例子中，用於測量的狹縫 540 並不侷限於此狹縫形狀，具有針孔形狀的開孔亦可被使用。當使用具有針孔形狀的開孔作為用於測量的狹縫 540 時，具有二維度圖案(而非一維度圖案)的虛像亦可藉由該開孔的二維度掃描來加以測量。

圖 17 為一感測器的頂視圖，該感測器上設有多個用於對準的狹縫以彼此不同的角度被設置。如圖 17 所示，該第一對準狹縫 541 及該第二對準狹縫 542 係以彼此不同的角度被設置。根據此形態，對準角度可藉由使用從第一對準狹縫 541 及該第二對準狹縫 542 被繞射的光線的分布一次計算出來。因此，該對準可用高速度來實施且測量產出率可被改善。

再者，如圖 18 所示，對準狹縫可以多個不同於測量狹縫的角度來加以設置。圖 18 為一感測器的頂視圖，該

感測器上有多個以不同於測量狹縫的角度加以設置的狹縫。

如圖 18 所示，該第一對準狹縫 541 具有多個狹縫其以相對於用來測量的狹縫 540 彼此不同的角度來加以設置。相同地，該第二對準狹縫 542 亦具有多個狹縫其以相對於用來測量的狹縫 540 彼此不同的角度來加以設置。

這些對準狹縫的角度已事先被存放在該儲存單元內且該對準訊號可根據事先儲存的對準狹縫的角度被獲得。在此例子中，即使用於測量的狹縫實質上平行於該虛像的圖案，一虛像的測量仍可以高精確度來實施因為該對準狹縫可獲得一高靈敏度的對準訊號。

圖 19A 及 19B 為一般化的 (generalized) 的狹縫掃描訊號。圖 19A 為一虛像強度分布的剖面圖，該強度分布具有該光學系統所形成之條帶形狀，且介於該訊號強度與該位置之間的關係如 Int0 所標示地改變。圖 19B 顯示感測器訊號與感測器位置之間的關係。當未實施狹縫與虛像的對準時，將被輸出的該狹縫掃描訊號 (圖中標示為 SS2) 是一個調變程度與原始的虛像比較起來相當程度地被減小的訊號。然而，如果有使用本實施例的對準方法來實施狹縫與虛像的對準的話，則可獲得一具有高調變程度的訊號 (如，SS0)。

然而，因為該狹縫掃描訊號被偵測為一個已透射穿過形成在具有一有限厚度的遮光膜上的狹縫的訊號，所

以該訊號顯示該實際的虛像強度分布的迴旋(convolution)。一接近實際的虛像的訊號 SS1 可藉由參考事先儲存的狹縫透射特性或介由計算計算該狹縫透性或藉由一電腦來實施一回復處理(譬如，去迴旋)來加以測量。根據上述的方法，一種與狹縫形狀無關的虛像測量方法可被提供高精確度。

一調變程度被減小之狹縫掃描訊號 SS2 可藉由測量該狹縫與該虛像的對準誤差量而從該狹縫掃描影像被恢復至接近實際的虛像的訊號 SS0。在此例子中，對應於被測得的對準誤差之桌台驅動方向及狹縫透射特性被事先獲得(如果對準誤差被產生的話)，或在用一電腦計算它們之後，一恢復處理(譬如一去迴旋處理)可被實施。藉由使用此方法，驅動該桌台及實施該狹縫與該虛像的對準的時間可被省掉，該虛像可用一次狹縫掃描測量來獲得。因此，本發明提供一種具有更高速的測量方法。

當該恢復處理被實施時，該恢復處理的精確到可藉由事先獲得該光源的波長寬度，偏振程度，光學系統的像差，及類此者，或藉由參考藉由使用該光學系統的其它感測器獲得之被測得的數值而被改善。

因為實施本實施例的測量方法的測量設備能夠用高速度及高精確度來測量虛像，所以該光學系統可藉由將該感測器安裝在一半導體曝光設備的桌台上而被高精確度地被評估。因此，該半導體曝光設備的製造成本可被降低且成像效能可被改善。然而，在本實施例的測量設

備中的感測器並不侷限於將感測器安裝在桌台上的形態，該感測器可被安裝在該半導體光設備中除了該桌台以外的其它地方。再者，該感測器不一定要被安裝在曝光設備上，且本實施例的測量設備被建構成可事先被安裝在一個對應於晶圓平面的位置處且可在完成測量之後被拆下來。

一元件(一半導體積體電路元件，一液晶顯示元件，或類此者)係藉由將一塗了一光敏劑的基材(一晶圓，一玻璃板，或類此者)用上述實施例的曝光設備加以曝照的處理，將該基材顯影的處理，及其它已知的處理來製造的。

根據本實施例，一種用高速度及高精確度來調整一狹縫與一虛像之間的位置關係之測量設備及測量方法被提供。因此，可獲得具高調變程度的狹縫掃描訊號，該虛像測量可用高精確度來實施，及該光學系統可用高精確度來加以評估。再者，根據上述的實施例，一種包括該測量設備的曝光設備及一種使用該曝光設備的元件製造方法可被提供。

雖然本發明已參考示範性實施例加以描述，但應被理解的是，本發明並不侷限於所描述之示範性實施例。下面申請專利範圍項的範圍應與最廣義的解釋相一致，用以涵蓋所有的變化及等效結構與功能。

例如，本發明可實施上述實施例中所描述的對準處理及在改變該狹縫的角度期間藉由掃描該狹縫以調整該

對準的處理使得掃描訊號的調變程度為最高。在此例子中，在實施上述實施例的對準處理以獲得該角度 ε 之後，調整被實施，使得當該狹縫的角度被改變時該掃描訊號的調變程度被提高。根據此形態，具有更高精確度的角度可用更過的速度來獲得。

【圖式簡單說明】

圖 1 為本實施例的一測量設備的示意圖。

圖 2 為本實施例的一感測器的頂視圖。

圖 3 為一感測器在一狹縫的側方向(X 軸方向)上的剖面圖。

圖 4 為一感測器在一狹縫的縱長方向(Y 軸方向)上的剖面圖。

圖 5 為本實施例中一感測器的頂視圖其顯示一狹縫，一光線接受元件，及一虛像之間的位置關係。

圖 6 顯示本實施例中一透射穿過一狹縫的光線。

圖 7 為一感測器的頂視圖，其顯示本實施例的一光線強度分布的例子。

圖 8 為一感測器訊號(S_1 ， S_2 或 S_1-S_2)的訊號強度與一角度 ε 之間的關係圖。

圖 9 為一感測器訊號(S_1+S_2)的訊號強度與一角度 ε 之間的關係圖。

圖 10 為一感測器訊號的頂視圖其顯示用單一維度感測器測得之光線強度分布。

圖 11 為介於 X 軸與一光線強度的峰值之間的距離與一角度 ε 之間的關係圖。

圖 12 為一光線強度分布其在入射光線是由兩道光束構成時被形成在一光線接受元件上。

圖 13A 至 13C 為用 CCD 接受透射穿過一狹縫的光線所獲得之影像。

圖 14 為圖 12 的角度 θ 與一轉動角度 θ_z 之間的關係圖。

圖 15A 為一光線強度分布的圖表其係用一單一狹縫所測得之結果。

圖 15B 為一光線強度分布的圖表其係用多個狹縫所測得之結果。

圖 16 為一感測器的頂視圖，一用來測量虛像的狹縫及一用於對準的狹縫被設置在該感測器上。

圖 17 為一感測器的頂視圖，多個用於對準的狹縫以彼此不同的角度被設置在該感測器上。

圖 18 為一感測器的頂視圖，多個用於對準的狹縫以多個不同於用來測量的狹縫的角度被設置在該感測器上。

圖 19A 及 19B 為一般化的狹縫掃描訊號的圖式。

圖 20 為本實施例的測量方法的流程圖。

圖 21 為一關鍵角度 θ_c 與一狹縫長度 SL 之間的關係圖。

【 主 要 元 件 符 號 說 明 】

100：測 量 設 備

10：照 明 光 系 統

20：遮 罩

30：投 影 光 學 系 統

40：虛 像

50：感 測 器

60：桌 台

70：訊 號 處 理 單 元

80：桌 台 驅 動 單 元

51：遮 光 膜

54：狹 縫

52：透 射 性 基 材

53：光 接 受 元 件

71：儲 存 單 元

72：計 算 單 元

531：第 一 光 接 受 部 分

532：第 二 光 接 受 部 分

540：狹 縫

45：入 射 平 面

530：感 測 器 陣 列

530a：感 測 器 陣 列

541：第 一 對 準 狹 縫

542：第 二 對 準 狹 縫

第 098114639 號專利申請案中文申請專利範圍修正本

民國 101 年 11 月 27 日修正

七、申請專利範圍：

1. 一種測量設備，其被建構來照射一放置在一光學系統的物件平面上的圖案以形成該圖案的一個影像於該光學系統的一影像平面上並透過一設置在該影像平面上的狹縫來測量該影像的光線強度分布，該測量設備包含：

一光線接受元件，其包括多個用來接受透射穿過該狹縫的光線之光線接受部分；

一桌台，其被建構來移動該狹縫及該光接受元件；

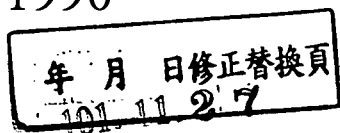
一儲存單元，其被建構來儲存一介於該影像的一干涉圖案的方向與該狹縫的一縱長方向之間的一角度和對應於該光線接受元件偵測到已穿透過該狹縫的光線的位置的資訊之間的相關的關係；

一計算單元，其被建構來藉由使用該光線接受元件偵測到的偵測結果來計算一角度；及

一桌台驅動單元，其被建構來藉由使用該計算單元所計算出的計算結果來轉動該桌台，

其中該計算單元藉由使用該相關的關係及該對應於該光線接受元件偵測到已穿透過該狹縫的光線的位置的資訊來計算介於該影像的該干涉圖案的方向與該狹縫的該縱長方向之間的角度。

2. 如申請專利範圍第 1 項之測量設備，其中該光線接受元件包括一被安排成一維度之像素陣列。



3.如申請專利範圍第 1 項之測量設備，其中該光線接受元件包括一被安排成二維度之像素陣列。

4.如申請專利範圍第 1 項之測量設備，其中該狹縫包括多個狹縫。

5.如申請專利範圍第 1 項之測量設備，其中該狹縫包括一用於對準的狹縫及一用於測量的狹縫。

6.如申請專利範圍第 5 項之測量設備，其中該用於對準的狹縫包括多個狹縫，它們以彼此不同的角度被設置。

7.如申請專利範圍第 1 項之測量設備，其中該計算單元使用該狹縫的透射特性來計算一狹縫掃描訊號，該狹縫的透射特性是被事先儲存的或是用一電腦計算出來的。

8.一種測離量方法，用來照射一放置在一光學系統的物件平面上的圖案以形成該圖案的一個影像於該光學系統的一影像平面上並透過一設置在該影像平面上的狹縫來測量該影像的光線強度分布，該測量方法包含：

一使用一光線接受元件來接受透射穿過該狹縫的光線之光線接受步驟，該光線接受單元包括多個個光線接受部分；

一使用該光線接受元件偵測到的偵測結果來計算一角度之計算步驟；

一藉由使用該計算步驟中計算出來的計算結果來轉動一桌台之桌台驅動步驟；及

一在轉動該桌台之後測量該影像的光線強度分布之測量步驟，

其中，在該計算步驟中，一介於該影像的一干涉圖案的方向與該狹縫的一縱長方向之間的一角度係藉由使用對應於該光線接受元件偵測到已穿透過該狹縫的光線的位置的資訊及一介於該資訊和該介於該影像的該干涉圖案的方向與該狹縫的該縱長方向之間的角度之間的相關的關係計算出來的。

9.一種曝光設備，其包含：

一如申請專利範圍第1項之測量設備，

其中該曝光設備根據該測量設備的測量結果將一遮罩的圖案曝照至一基材上。

10.一種元件製造方法，其包含的步驟為：

使用申請專利範圍第9項之曝光設備來曝照一基材；

將該經過曝照的基材顯影；及

用該經過顯影的基材來形成該元件。

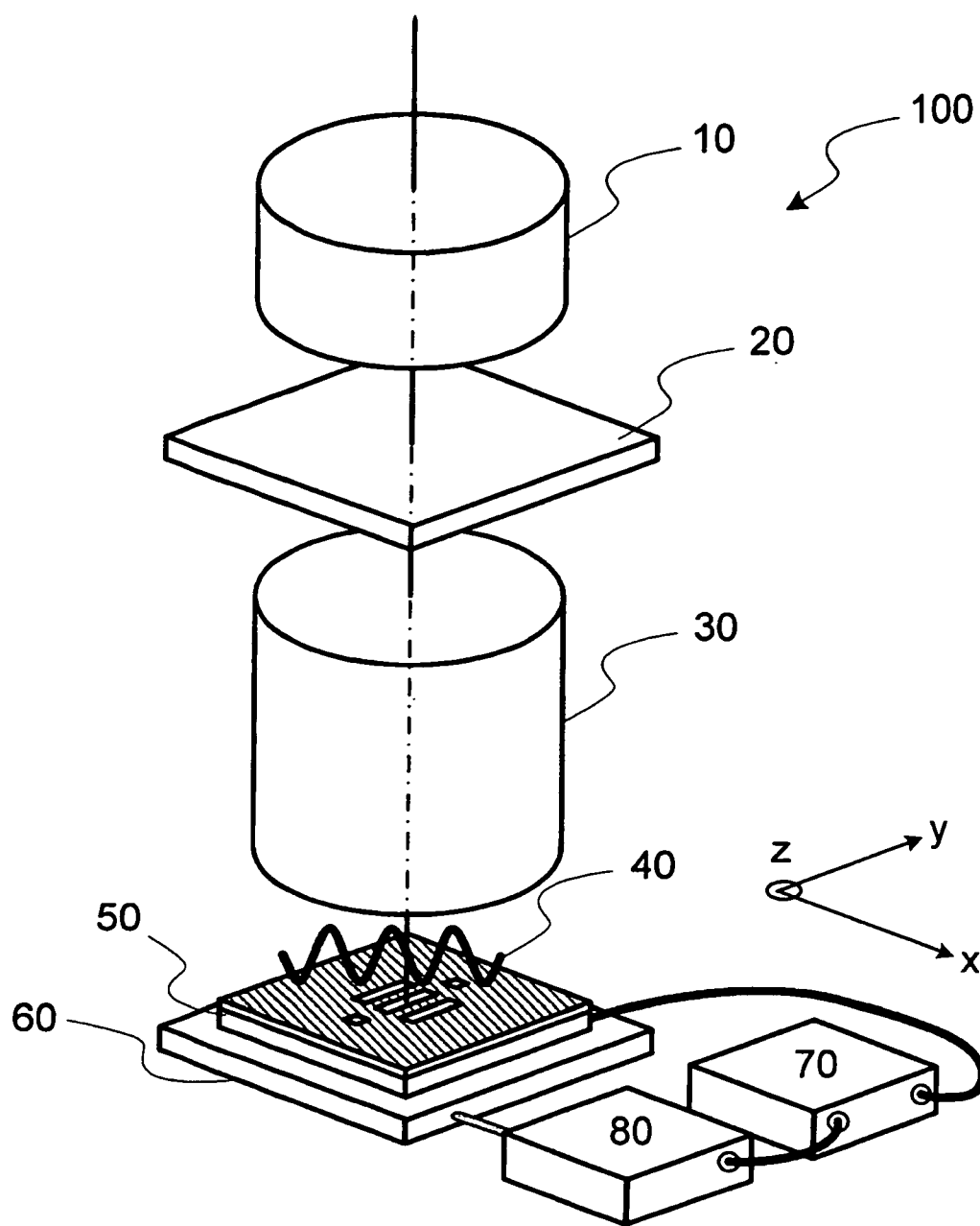


圖 1

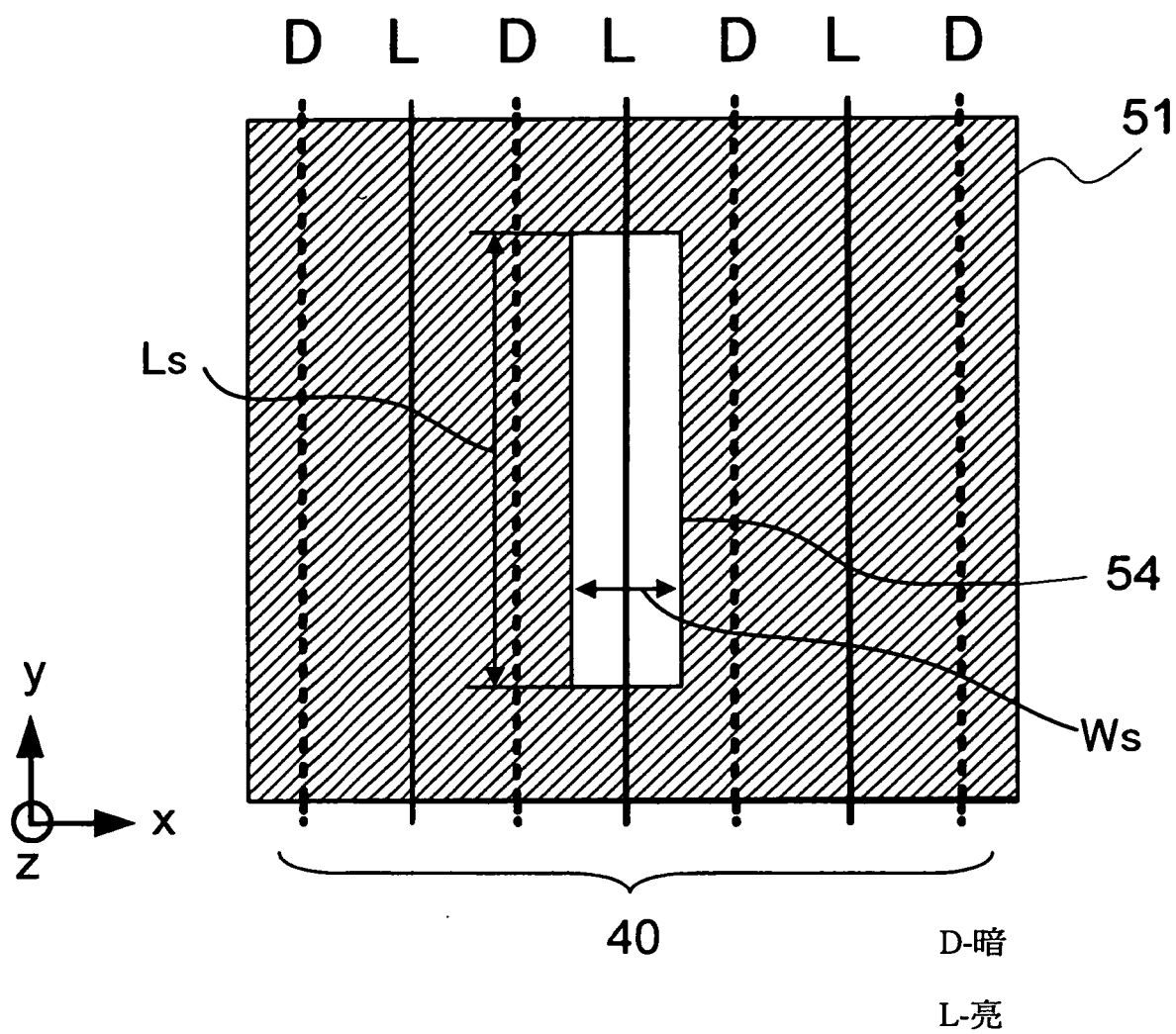


圖2

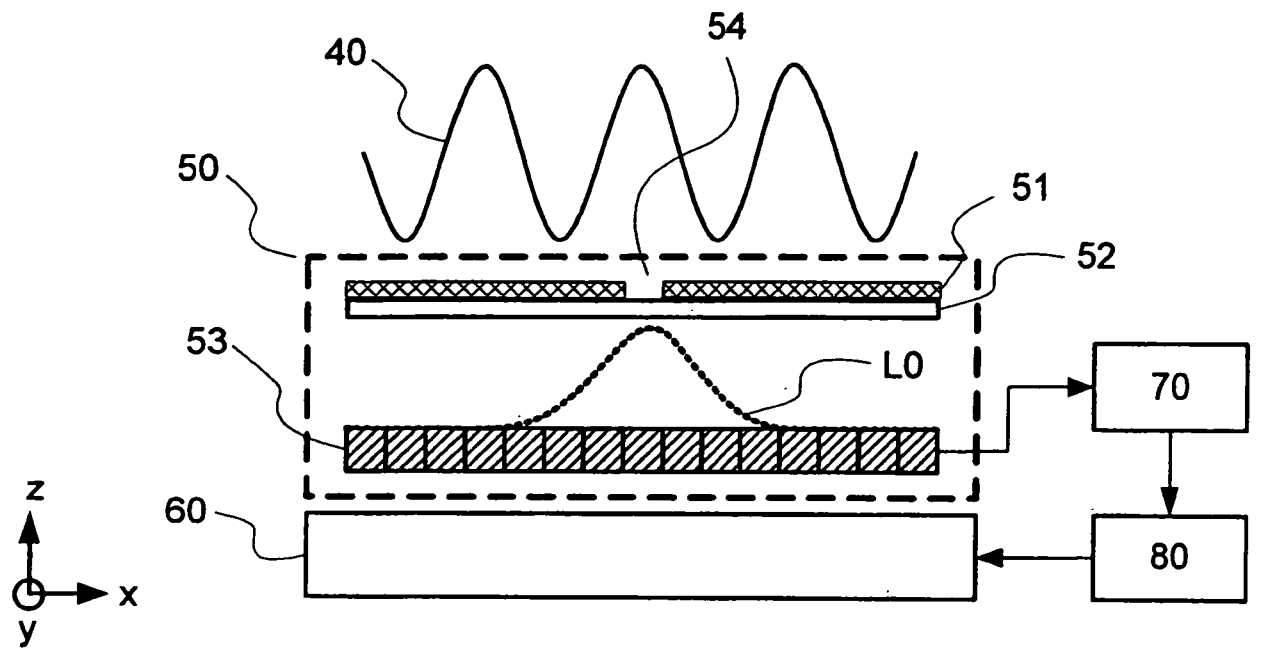


圖 3

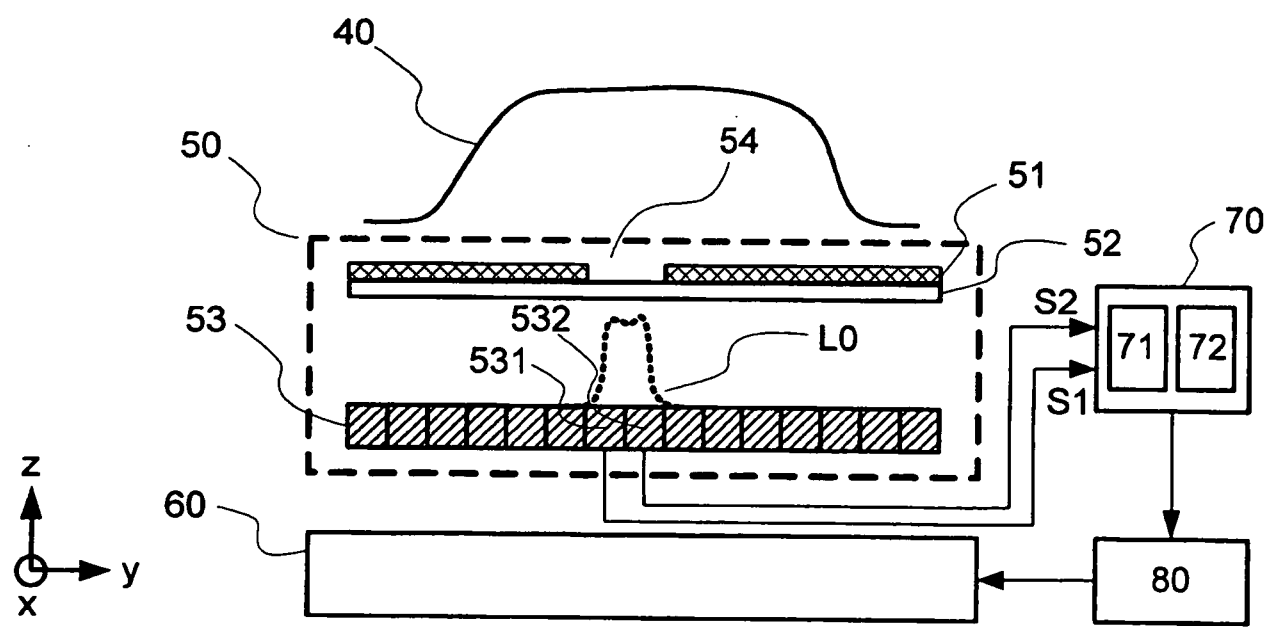


圖 4

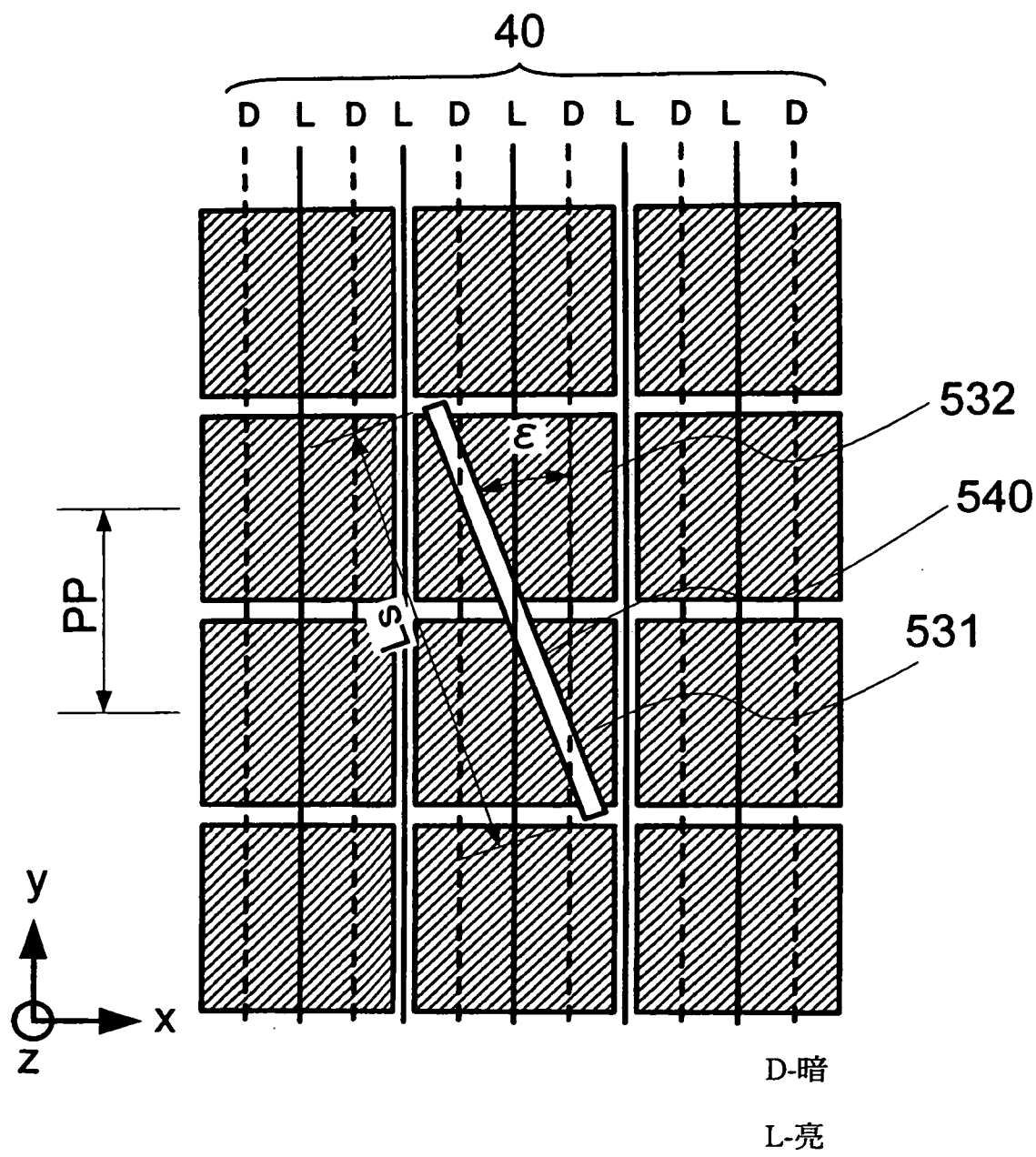


圖5

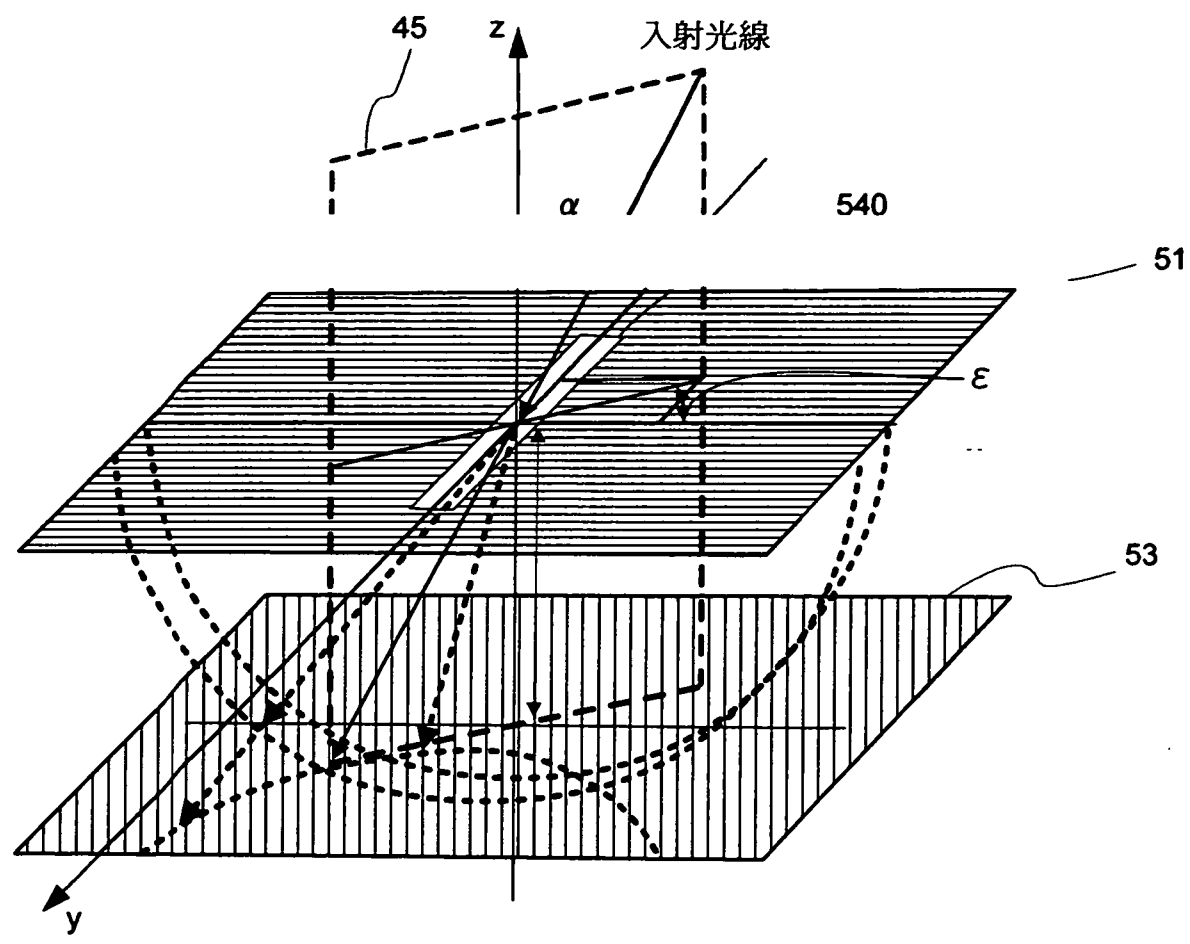


圖6

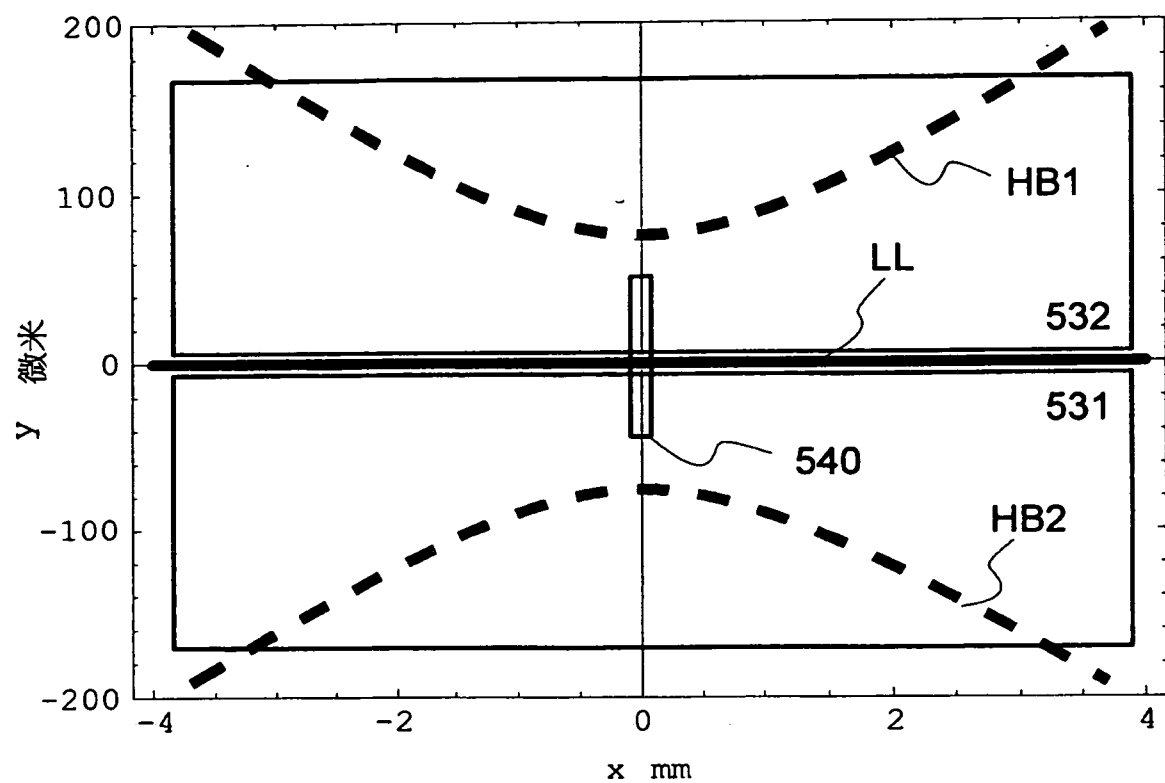


圖 7

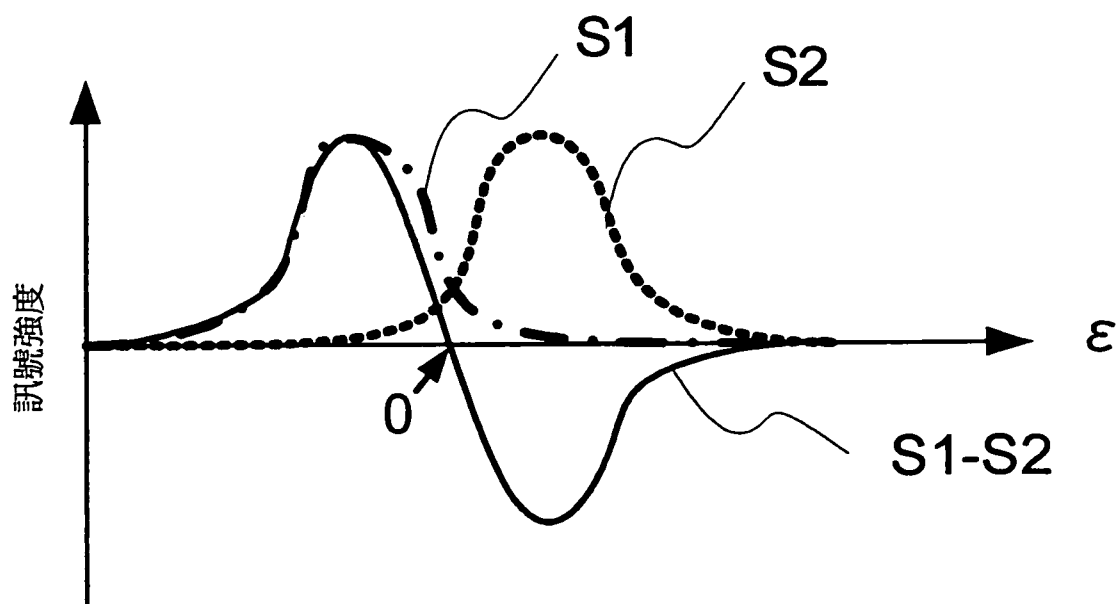


圖 8

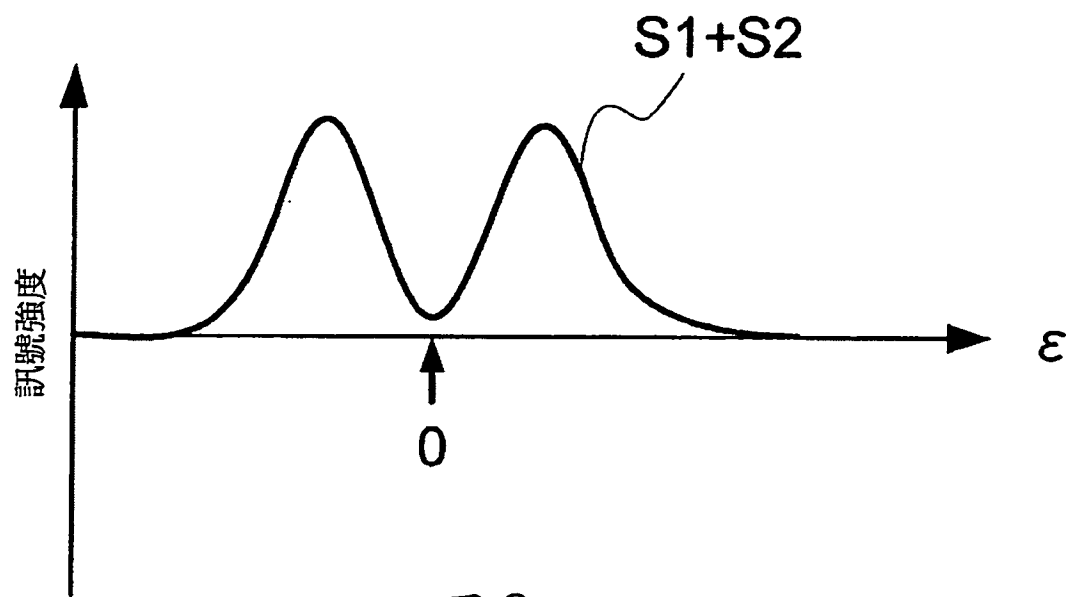


圖 9

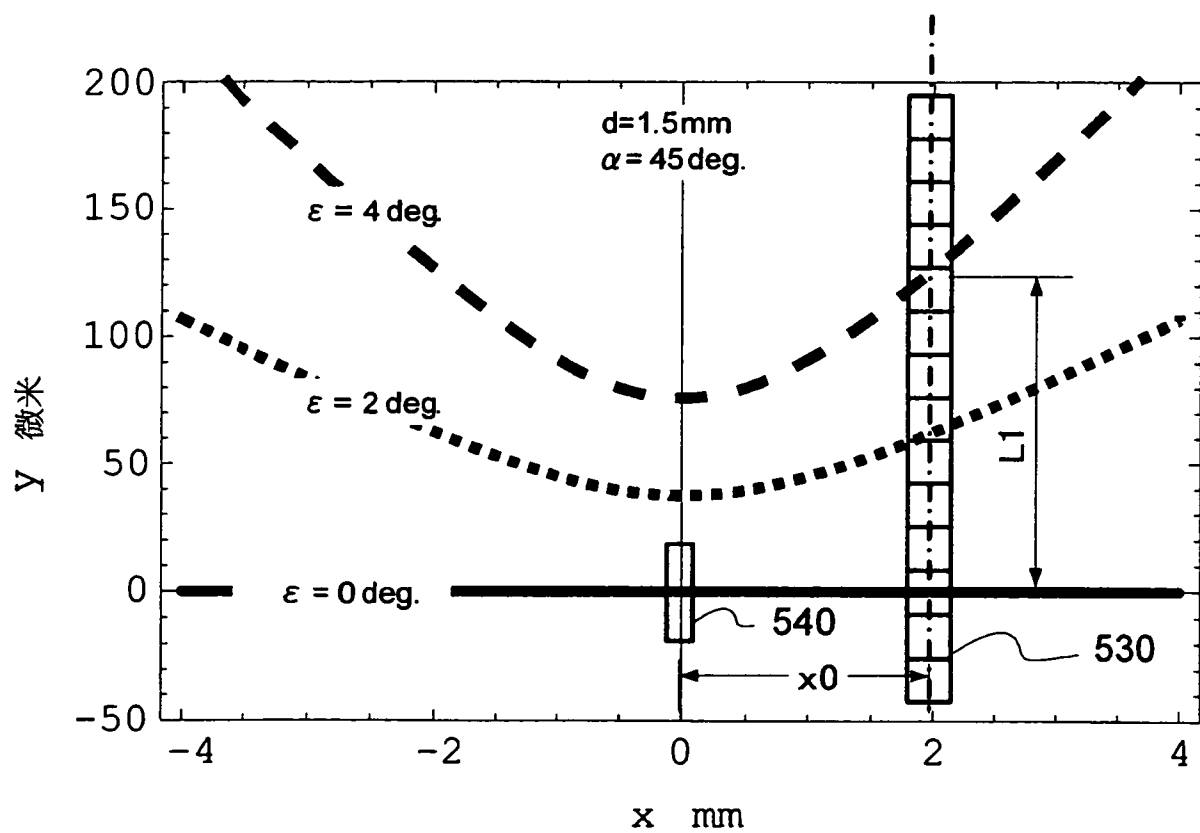


圖 10

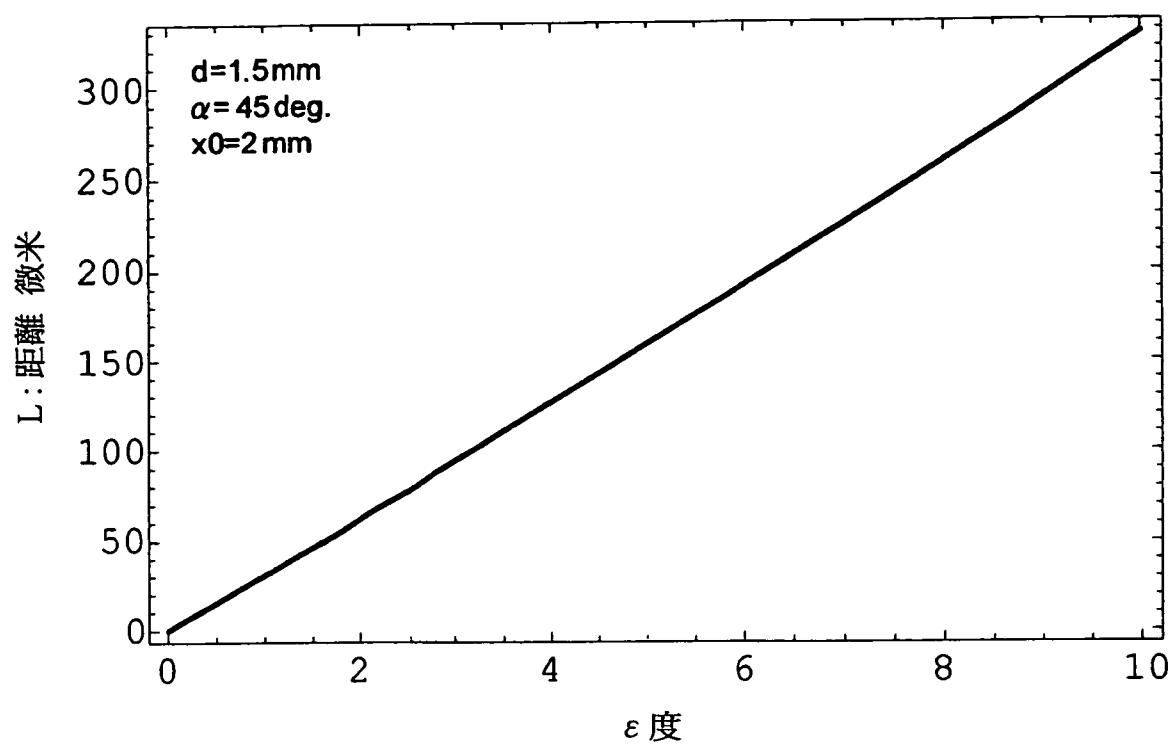


圖11

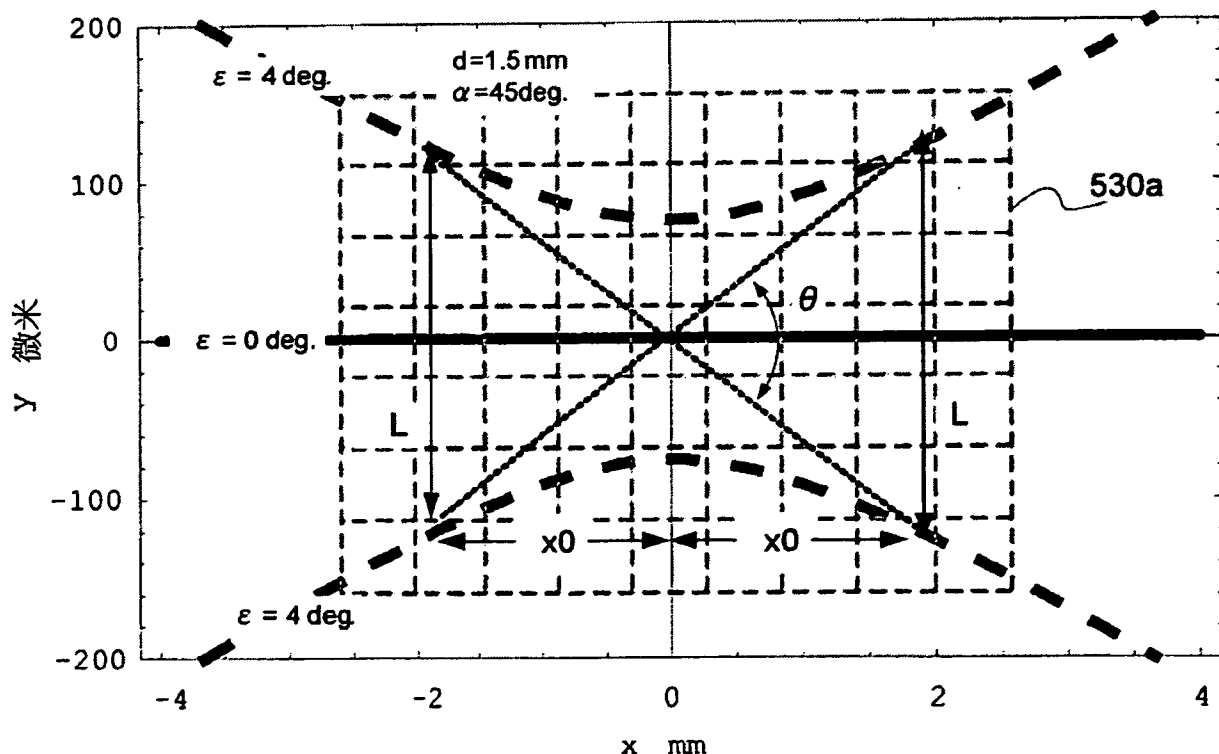


圖12

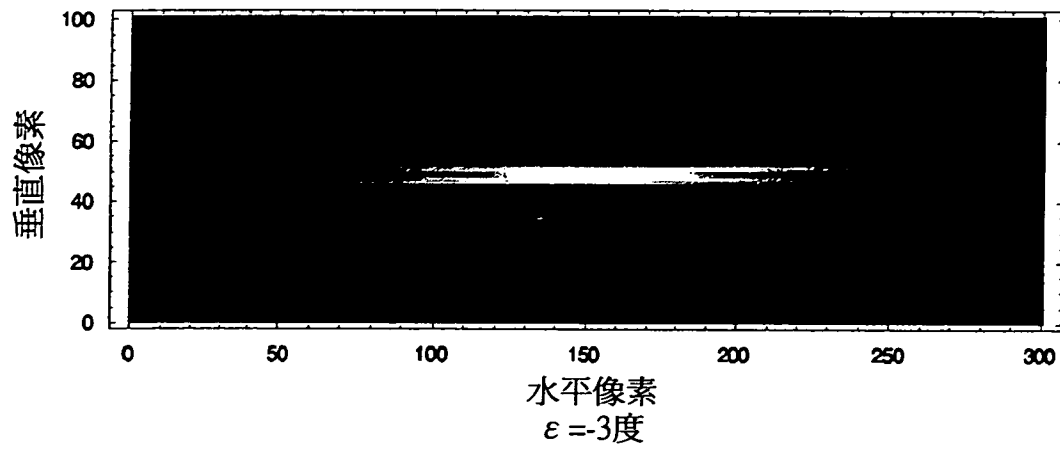


圖 13A

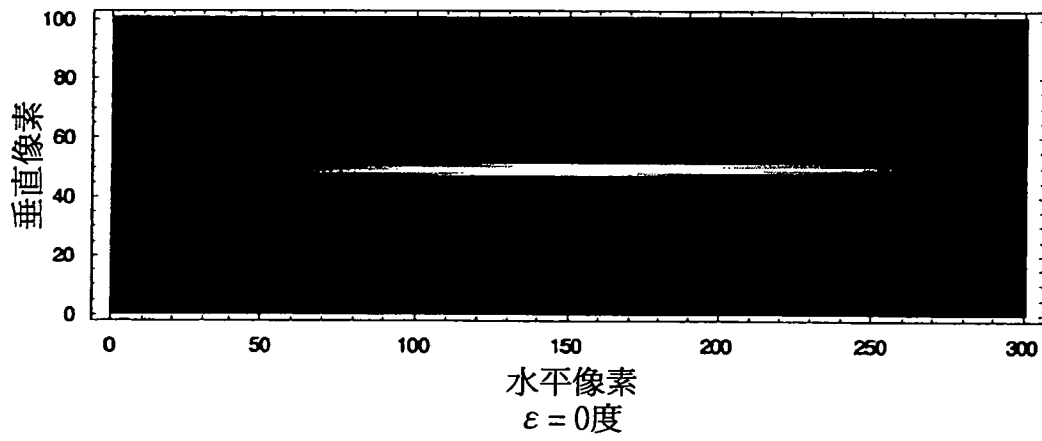


圖 13B

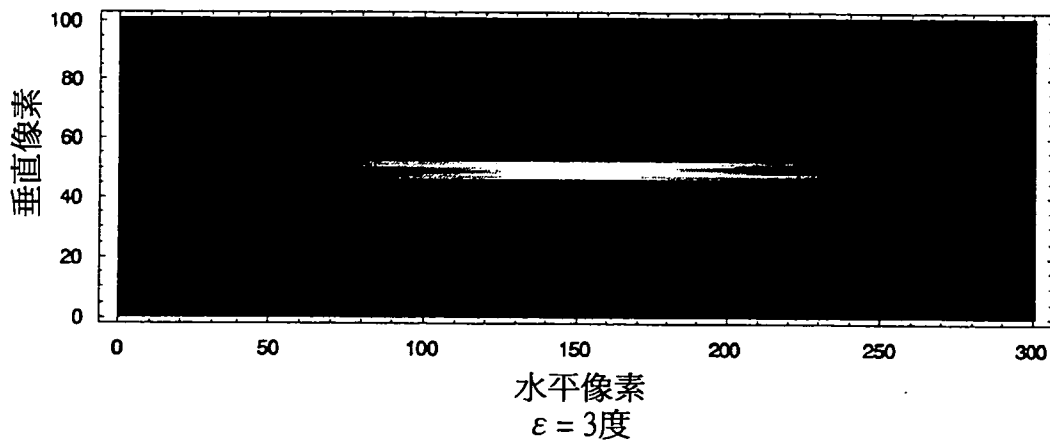


圖 13C

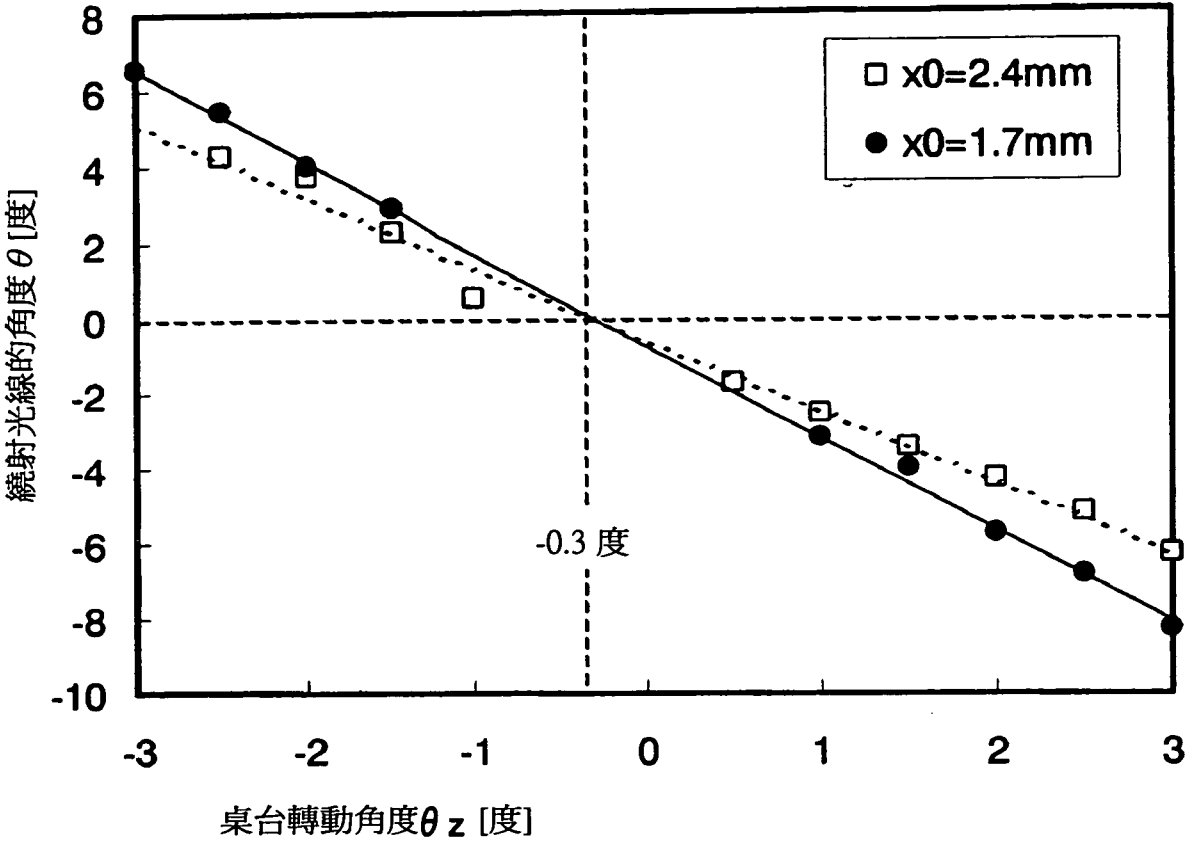


圖14

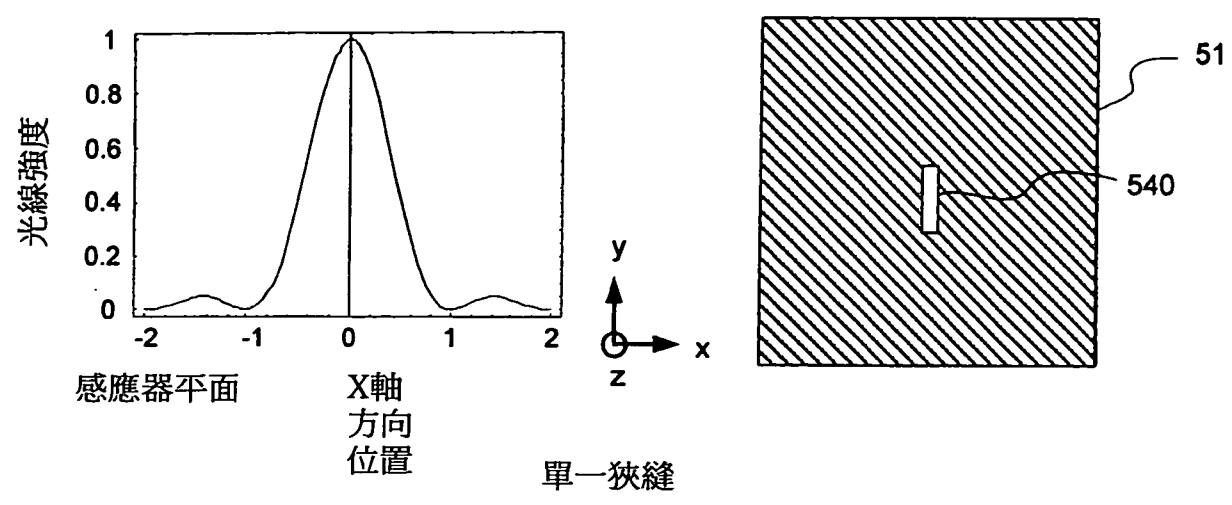


圖 15A

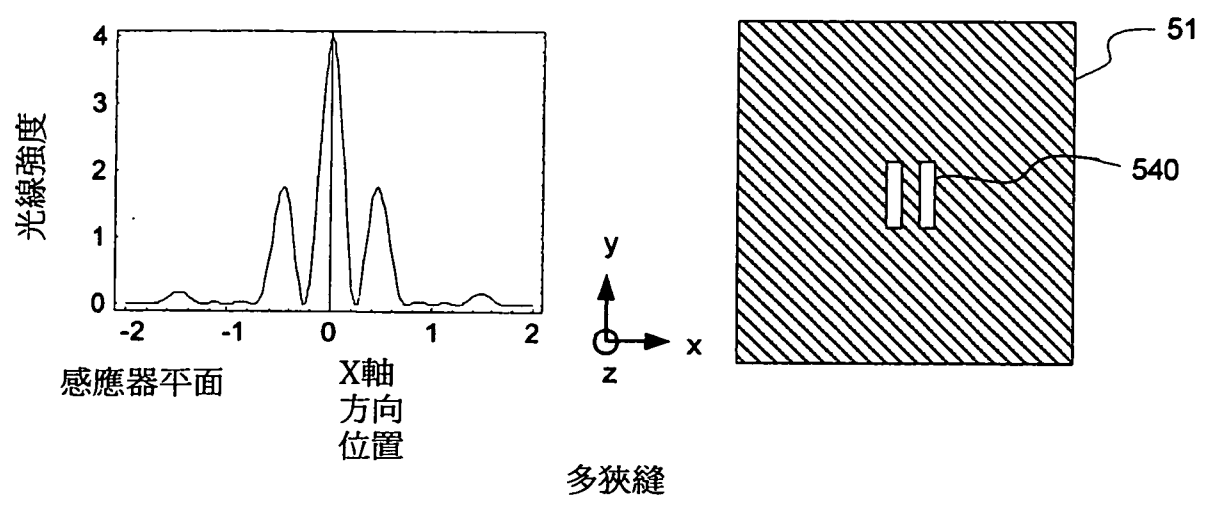


圖 15B

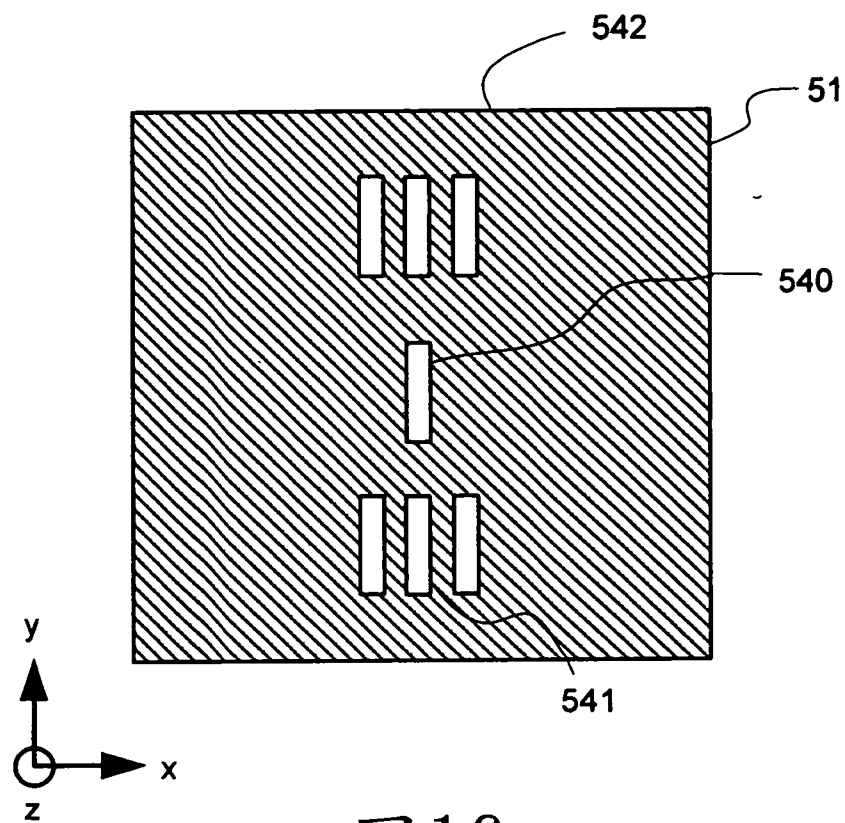


圖 16

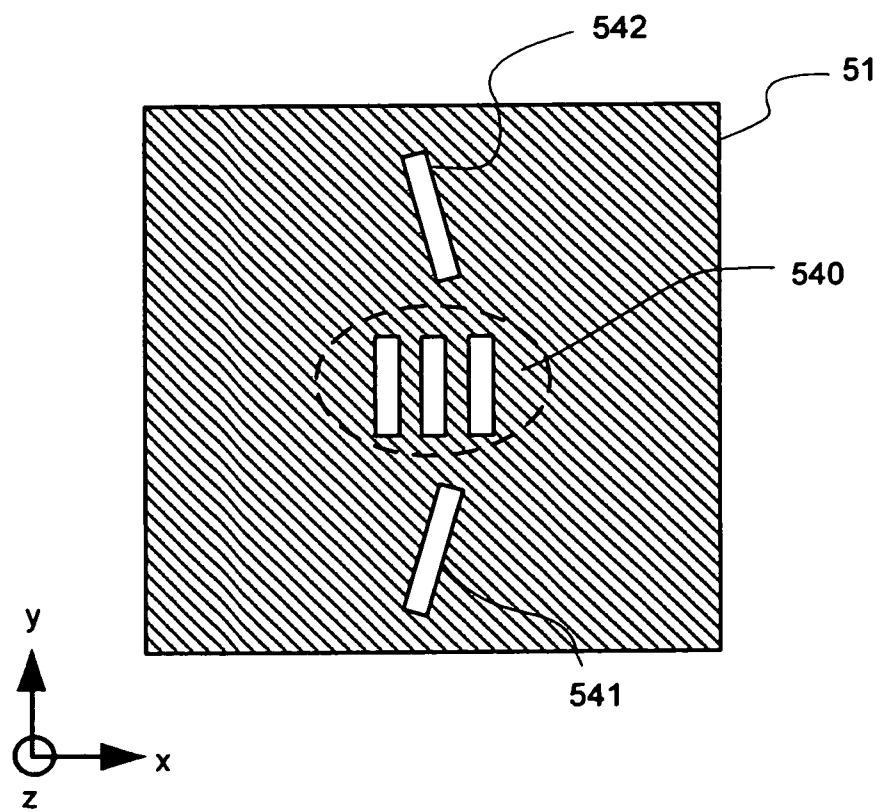


圖 17

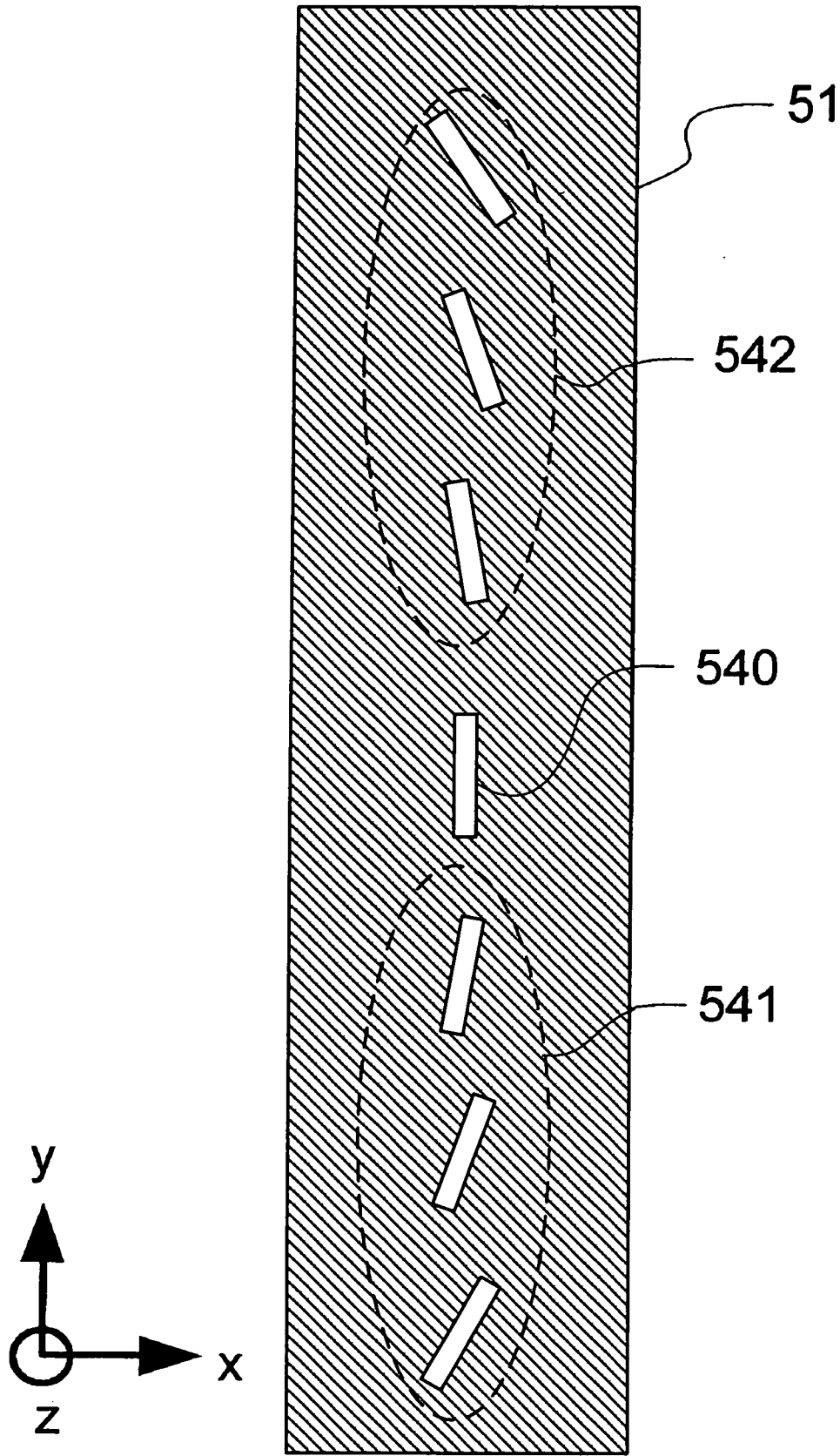


圖 18

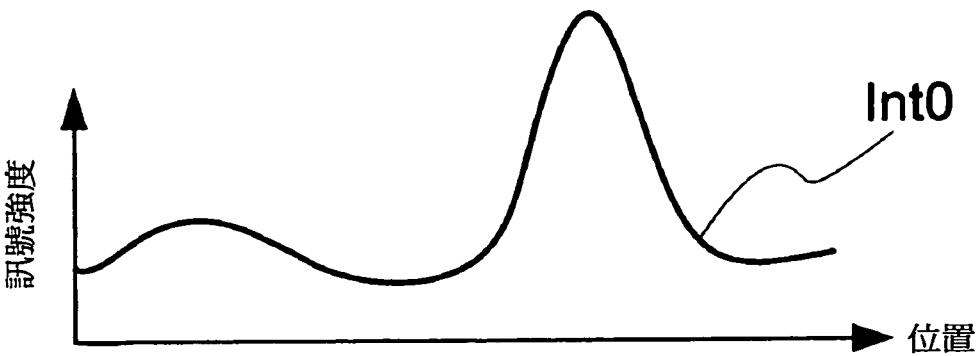


圖 19A

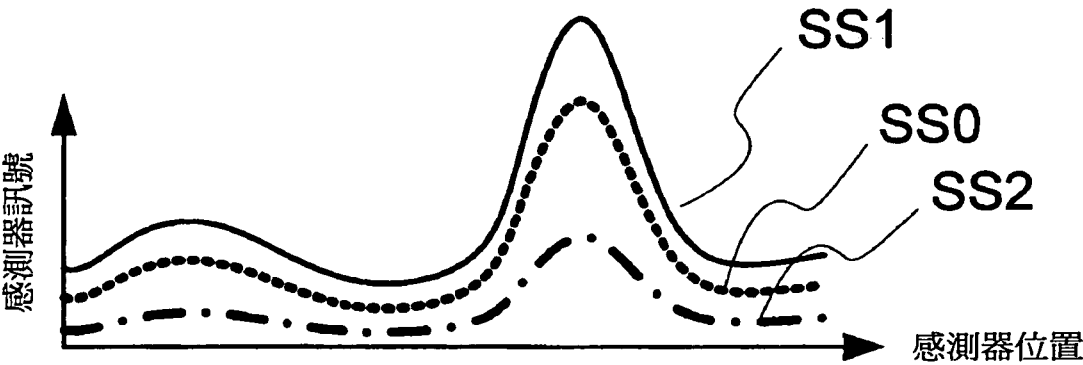


圖 19B

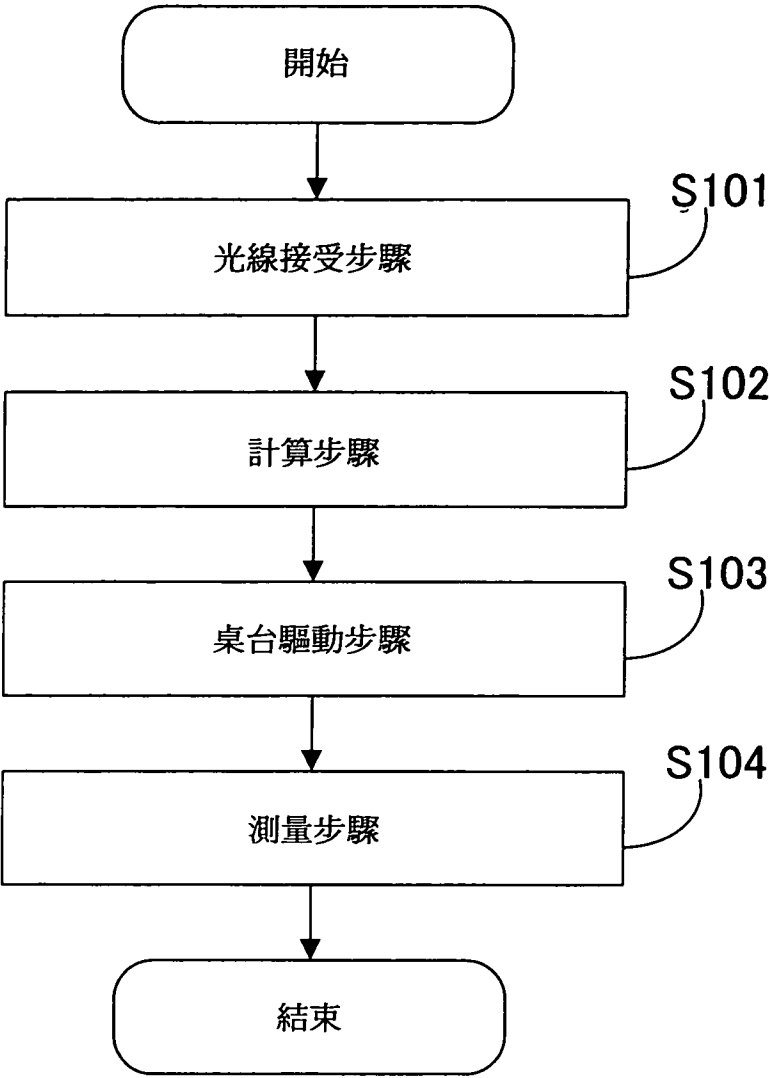


圖 20

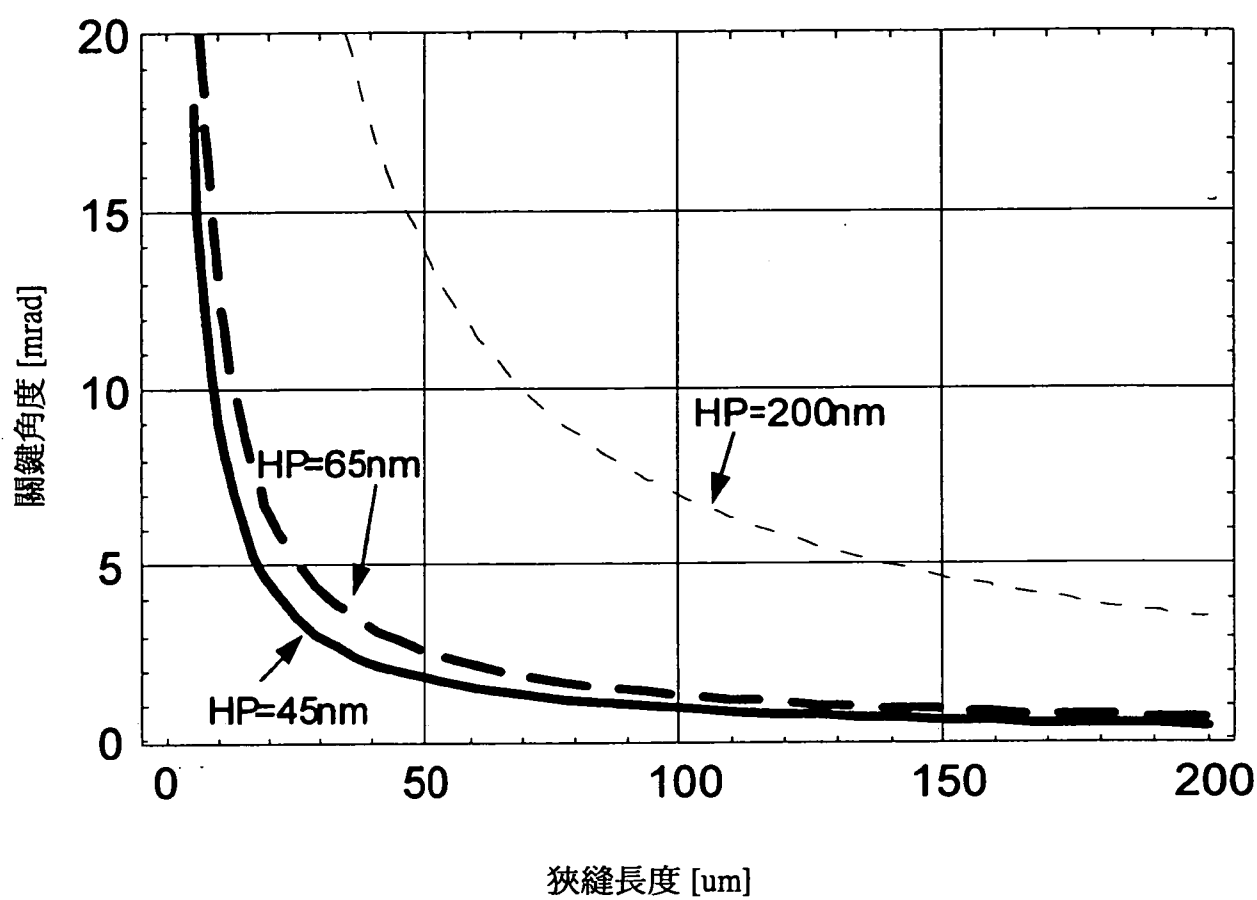


圖21