



(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 I512335 B

(45) 公告日：中華民國 104 (2015) 年 12 月 11 日

(21) 申請案號：101103772

(22) 申請日：中華民國 93 (2004) 年 10 月 20 日

(51) Int. Cl. : G02B27/28 (2006.01)

G03F7/20 (2006.01)

(30) 優先權：2003/11/20 日本

2003-390674

(71) 申請人：尼康股份有限公司 (日本) NIKON CORPORATION (JP)

日本

(72) 發明人：豐田光紀 TOYODA, MITSUNORI (JP)

(74) 代理人：詹銘文

(56) 參考文獻：

TW 200301848A

JP H6-53120A

US 4744615

US 6774984B2

US 2002/0085276A1

US 2002/0186462A1

審查人員：黃同慶

申請專利範圍項數：22 項 圖式數：23 共 70 頁

(54) 名稱

光束變換元件、光學照明裝置、曝光裝置、以及曝光方法

LIGHT BEAM CONVERTER, OPTICAL ILLUMINATING APPARATUS, EXPOSURE DEVICE, AND EXPOSURE METHOD

(57) 摘要

本發明提供一種光學照明裝置，不僅能有效地抑制光量損失，且能夠形成圓周方向偏光狀態的輪胎狀之照明瞳分佈。本發明的光學照明裝置，配置光束變換元件(50)，可依入射光束在所定面形成輪胎狀的光強度分布。該光束變換元件，用有旋光性的光學材料形成，由包括：依入射光束形成輪胎狀光強度分布中的第一圓弧狀區域分佈的第一基本元件(50A)，及形成第二圓弧狀區域分佈的第二基本元件(50B)，及形成第三圓弧狀區域分佈的第三基本元件(50C)，以及形成第四圓弧狀區域分佈的第四基本元件構成。該些各基本元件在沿光束之透過方向的厚度互異。

The invention provides an optical illuminating apparatus that can prevent light loss and generate a circumferential and tire-shaped illuminating window distribution. The optical illuminating apparatus has a light beam converter (50) to form a tire-shaped light intensity distribution on the specified plane, according to the incident light beam. The light beam converter comprises the first basic element (50A) used to form the first circular arc area distribution of the tire-shaped light intensity distribution, and the second basic element (50B) to form the second circular arc area distribution, and the third basic element (50C) to form the third circular arc area distribution, and the fourth basic element (50D) to form the fourth circular arc area distribution. Each basic element is made of optically active material, and the thickness of each basic element along the direction of the light path is different from each other.

50 . . . 束變換元件  
50A~50D . . . 基本  
元件

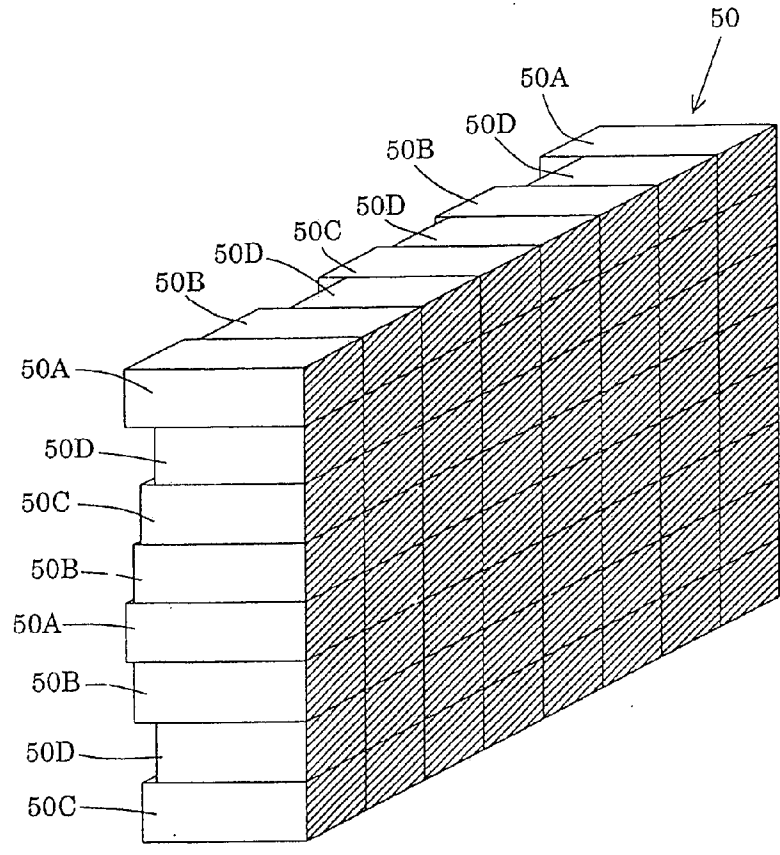


圖 11

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：(0110>77>(由9>1>17>67分割))  
 ※ 申請日期：93.10.20 ※IPC 分類：G02B 27/38 (2006.01)  
 G03F 7/20 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

光束變換元件、光學照明裝置、曝光裝置、以及曝光方法

LIGHT BEAM CONVERTER, OPTICAL  
 ILLUMINATING APPARATUS, EXPOSURE DEVICE,  
 AND EXPOSURE METHOD

## 二、中文發明摘要：

本發明提供一種光學照明裝置，不僅能有效地抑制光量損失，且能夠形成圓周方向偏光狀態的輪胎狀之照明瞳分佈。本發明的光學照明裝置，配置光束變換元件(50)，可依入射光束在所定面形成輪胎狀的光強度分布。該光束變換元件，用有旋光性的光學材料形成，由包括：依入射光束形成輪胎狀光強度分布中的第一圓弧狀區域分佈的第一基本元件(50A)，及形成第二圓弧狀區域分佈的第二基本元件(50B)，及形成第三圓弧狀區域分佈的第三基本元件(50C)，以及形成第四圓弧狀區域分佈的第四基本元件構成。該些各基本元件在沿光束之透過方向的厚度互異。

## 三、英文發明摘要：

The invention provides an optical illuminating

apparatus that can prevent light loss and generate a circumferential and tire-shaped illuminating window distribution. The optical illuminating apparatus has a light beam converter (50) to form a tire-shaped light intensity distribution on the specified plane, according to the incident light beam. The light beam converter comprises the first basic element (50A) used to form the first circular arc area distribution of the tire-shaped light intensity distribution, and the second basic element (50B) to form the second circular arc area distribution, and the third basic element (50C) to form the third circular arc area distribution, and the fourth basic element (50D) to form the fourth circular arc area distribution. Each basic element is made of optically active material, and the thickness of each basic element along the direction of the light path is different from each other.

**四、指定代表圖：**

(一)本案指定代表圖為：圖(11)。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

50            束變換元件

50A~50D    基本元件

**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】

本發明為關於光束變換元件，光學照明裝置，曝光裝置，以及曝光方法。特別是關於半導體元件，攝影元件液晶顯示元件薄膜磁頭等的微元件，用微影蝕刻工程製造之際，使用的曝光裝置適用之光學照明裝置。

### 【先前技術】

此種典型的曝光裝置，由光源射出的光束，透過光學積分器及蠅眼透鏡，由多數的光源形成實質的面光源之二次光源。二次光源(一般為光學照明裝置的照明瞳或在其近傍形成的照明瞳分佈)照出的光束，經配置在蠅眼透鏡的後側焦點面近傍之開口光圈限制後，射入聚光透鏡。

由該聚光透鏡聚集的光束，重疊地照明已形成所定之圖案的罩膜。透過該罩膜之圖案的光，通過光學投影系統在晶片上成像。如此，罩膜圖案投影曝光(複製)到晶片上。又，在罩膜形成的圖案已被高度積體化，該微細圖案要正確地複製到晶片上，在晶片上有均勻的照明度分佈是不可缺的。

例如在本申請人提出申請的日本專利第 3246615 號公報中有揭露，為實現能將任意方向的微細圖案，忠實地複製之合適的照明條件，在蠅眼透鏡的後側焦點面形成輪胎狀的二次光源，將通過該輪胎狀的二次光源之光束，設定成以該圓周方向為偏光方向之直線偏光狀態(以下稱「周方向偏光狀態」)的技術。

[專利文獻 1] 日本專利第 3246615 號公報

【發明內容】

但是，在上述的公報揭露的先前之技術，是將經蠅眼透鏡形成的圓形光束，再經有輪胎狀開口部的開口光圈限制形成輪胎狀的二次光源。結果，先前的技術，在開口光圈發生大量的光量損失，引發曝光裝置的通光量低下之不適合現象。

本發明之目的，為提供一種能有效地抑制光量損失，且成周方向偏光狀態的輪胎狀之照明瞳分佈。又，本發明因能有效抑制光量損失，且形成周方向偏光狀態的環狀照明瞳，另一目的為能夠在適切的照明條件下將任意方向的微細圖案忠實且高速地複製。

為解決上述的問題，本發明的第一形態，提供一種光束變換元件，可依據入射光束在所定面形成所定的光強度分佈。該光束變換元件包含：

第一基本元件，用有旋光性的光學材料形成，可依據該入射光束，形成該所定的光強度分佈之中的第一區域分佈；以及

第二基本元件，用有旋光性的光學材料形成，可依據該入射光束，形成該所定的光強度分佈之中的第二區域分佈；

其特徵為該些第一基本元件及第二基本元件，在沿著光的透過方向之厚度互異。

本第一形態的較佳形式，為該第一基本元件的厚度及

該第二基本元件的厚度之設定，在使直線偏光射入時，形成該第一區域分佈的直線偏光之偏光方向，及形成第二區域分佈的直線偏光之偏光方向相異。又該些第一區域分佈及第二區域分佈的位置，被設定在前述之所定面之以所定點為中心的所定輪胎狀區域的至少一部份，通過該第一區域分佈與該第二區域分佈的光束，有以該所定輪胎狀區域的圓周方向為偏光方向之直線偏光為主成分的偏光狀態較佳。

此場合，該所定的光強度分佈，與該所定輪胎狀區域有幾乎同一形狀的外形，通過該第一區域分佈之光束的偏光狀態，有與沿該第一區域分佈的圓周方向之中心位置之該所定點為中心之圓的切線方向大約一致的直線偏光成分。該第二區域分佈通過之光束的偏光狀態，有與該第二區域分佈的沿圓周方向之中心位置之該所定點為中心的圓之切線方向大約一致的直線偏光成分較佳。或者，該所定的光強度分佈，為在該所定輪胎狀區域內分佈的多極狀，通過該第一區域分佈之光束之偏光狀態，有與該第一區域分佈的圓周方向之中心位置的該所定點為中心之圓的切線方向大約一致的直線偏光成分。通過該第二區域分佈之光束的偏光狀態，有與該第二區域分佈的圓周方向之中心位置的該所定點為中心之圓的切線方向大約一致的直線偏光成分較佳。

又，本第一形態的較佳形式，為該第一基本元件及該第二基本元件，用對使用波長之光有 100 度/mm 以上的旋



光能之光學材料形成。又，該第一基本元件及該第二基本元件，用水晶形成較佳。又，該光束變換元件含有大約同個數的該一基本元件與該第二基本元件較佳。又，該第一基本元件及第二基本元件具有繞射作用或折射作用者較佳。

又，本一形態的較佳形式，為該第一基本元件，依據該入射光束在該所定面上至少形成二個該第一區域分佈，該第二基本元件，依據該入射光束在該所定面上，至少形成二個該第二區域分佈較佳。又如再配有第三基本元件，亦用有旋光性之光學材料形成，可依據該入射光束形成該所定之光強度分佈之中的第三區域分佈；以及第四基本元件，用有旋光性的光學材料形成，可依該入射光束形成該所定之光強度分佈之中的第四區域分佈亦佳。

本發明的第二形態，提供一種光束變換元件，可依入射光束在所定面上，形成與該入射光束的斷面形狀不同形狀的所定之光強度分佈，該光束變換元件之特徵為：

配有折射面或繞射面，用以在該所定面上形成該所定的光強度分佈；

該所定的光強度分佈，分佈在該所定面之以所定點為中心的所定之輪胎狀區域的至少一部分，

由該光束變換元件輸出通過該所定輪胎狀區域之光束，有以該所定輪胎狀區域的圓周方向為偏光方向之直線偏光為主成分的偏光狀態。

依本第二形態的較佳形式，該所定的光強度分佈為多

極形狀，又有輪胎狀的外形。又該光束變換元件，用有旋光性的光學材料形成較佳。

本發明的第三形態，提供一種光學照明裝置，其功用為依光源的光束照明被照射面，其特徵為：

為了要在該光學照明裝置的照明窗或在其近傍形成照明窗分佈，配置第一形態或第二形態的光束變換元件，以變換由光源來的光束。

本第三形態的較佳形式，為其構造中之該光束變換元件，可與其他特性相異之光束變換元件交換。又，在該光束變換元件與該被照面之間的光路中，增加配置波面分割型的光學積分器，該光束變換元件可依據入射光束在該光學積分器的入射面，形成該所定的光強度分佈較佳。

又依本第三形態的較佳形式，前述所定面上的光強度分佈，以及通過前述所定輪胎狀區域的該光束變換元件之光束的偏光狀態，至少有一方之設定，需考慮及配置在該光源與該被照面之間的光路中之光學元件的影響。又，由該光束變換元件來的光束之偏光狀態，設定成使在該被照射面照射之光為以 S 偏光為主成分的偏光狀態較佳。

本發明的第四形態，提供一種曝光裝置，其特徵為裝配該第三形態之光學照明裝置用以照明罩膜，可將該罩膜的圖案在感光性基板上曝光。

依本第四形態的較佳形式，前述所定面上的光強度分佈，以及通過前述所定輪胎狀區域的該光束變換元件來的光束之偏光狀態，至少有一方之設定，需考慮及配置在該

光源與該被照面之間的光路中之光學元件的影響。又由該光束變換元件來的光束之偏光狀態，設定成使在該感光性基板照射之光，為以 S 偏光為主成分的偏光狀態較佳。

本發明的第五形態，提供一種曝光方法，其特徵為包含：使用第三形態的照明裝置照明罩膜的照明工程，以及將該罩膜的圖案在感光基板上曝光的曝光工程。

依本第五形態的較佳形式，前述所定面上的光強度分佈，以及通過前述所定輪胎狀區域的該光束變換元件的光束之偏光狀態，至少有一方之設定，需考慮及配置在該光源與該被照面之間的光學元件之影響。又由該光束變換元件來的光束之偏光狀態，設定成在該感光性基板照射之光，為以 S 偏光為主成分的偏光狀態較佳。

本發明的光學照明裝置，異於先前的裝置，在開口光圈不發生大量的光量損失，利用光束變換元件的光學繞射元件之繞射作用及旋光作用，不發生實質的光量損失，能夠形成周邊方向偏光狀態的輪胎狀之照明瞳分佈。亦即本發明的光學照明裝置，能夠良好地抑制光量損失，且能形成周邊方向偏光狀態的輪胎狀之照明瞳分佈。

又，使用本發明之光學照明裝置的曝光裝置及曝光方法，因使用能夠良好地抑制光量損失，而且能形成周邊方向偏光狀態的輪胎狀照明窗分佈的光學照明裝置，故能夠在適切的照明條件下，忠實且高速地複製任意方向的微小圖案，亦即能夠以高生產率製造良好的元件。

為讓本發明之上述和其他目的、特徵和優點能更明顯

易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

### 【實施方式】

以下，依據所附圖面說明本發明的實施例。

圖 1 示本發明實施例之配備光學照明裝置的曝光裝置之構造的概略圖。在圖 1 中，設定作為感光性基板的晶圓 W 的法線方向為 Z 軸，在晶圓 W 的面內與圖 1 之紙面平行方向為 Y 軸，在晶圓 W 的面內與圖 1 之紙面垂直方向為 X 軸。本實施例的曝光裝置設有光源 1 供給曝光用之光(照明光)。

光源 1 可使用例如供給波長 248nm 之光的 KrF 激元激光器(Excimer Laser)光源，或供給波長 193nm 之光的 ArF 激元激光器光源。由光源 1 沿 Z 方向射出的大約平的光束，在沿 X 方向延伸形成細長的矩形斷面，射入由一對透鏡 2a 及 2b 形成的光束擴大器 2。各透鏡 2a 及 2b 在圖 1 的紙面內(YZ 平面內)分別具有負的反射力及正反射力。因此入射光束擴大器 2 的光束，在圖 1 的紙面內被擴大，被整形成有所定之短形斷面的光束。

通過有光學整形系統功能的光束擴大器 2 之大約平行的光束，在偏向鏡 3 被轉向 Y 方向後，通過 1/4 波長板 4a，1/2 波長板 4b、消偏振鏡(非偏光化元件)4c、以及輪胎狀照明的光學繞射元件 5，射入無焦透鏡(Afocal lense)6。此處之 1/4 波長板 4a，1/2 波長板 4b，及消偏振鏡 4c 為如後述之構成偏光狀態切換裝置 4。該無焦透鏡 6 為光學無焦

點系統，被設定成該前側焦點位置與光學繞射元件 5 的位置大約一致，且該後側焦點位置與圖中虛線所示的所定面 7 的位置大約一致。

一般，光學繞射元件，為可在基板形成有曝光的光波長度的階差之構造，有使入射光束向所望之角度繞射之作用。具體的說，輪胎狀照明用的光學繞射元件 5，在矩形斷面的平行光束入射之場合，有在其遠場(Far Field 又稱 Fraunhofer 繞射區域)形成輪胎狀的光強度分佈之機能。因此，射入當做光束變換元件的光學繞射元件 5 的大約平行之光束，在無焦透鏡 6 的瞳面形成輪胎狀的光強度分佈後，成約略平行光束由無焦透鏡 6 射出。

又，在無焦透鏡 6 的前側透鏡群 6a 及後側透鏡群 6b 之間的光路中，在其瞳面或瞳面近傍，由光源側起依順序配置有圓錐旋轉三稜鏡系統 8，第一圓柱形透鏡偶 9，以及第二圓柱形透鏡偶 10，該些的詳細構造及作用以後再述。以下為簡化說明，暫時忽視圓錐旋轉三稜鏡系統 8，第一圓柱形透鏡偶 9，及第二圓柱形透鏡偶 10 的作用，僅說明基本的構造及作用。

透過無焦透鏡 6 的光束，通過值變更用的變焦距透鏡 11(Zoom Lense)，射入做為光學積分器的微蠅眼透鏡 12(又叫蠅眼透鏡)。微蠅眼透鏡 12，為由有正折射力的多數之微小透鏡縱橫且稠密配列的光學元件。一般情況，該微蠅眼透鏡，例如在平行平面板，施行蝕刻處理形成微小透鏡群之方式構成。

此處，構成微蠅眼透鏡的各微小透鏡，較構成蠅眼透鏡的各透鏡元件更微小。又，微蠅眼透鏡與由互相隔絕的透鏡元件構成的蠅眼透鏡不同，係多數的微小透鏡(微小折射面)未互相隔絕一體化形成。然而，由於有正折射力的透鏡元件縱橫配置之點，微蠅眼透鏡與蠅眼透鏡同屬波面分割型之光學積分器。

所定面 7 的位置就在變焦距透鏡 11 的前側焦點位置近傍，微蠅眼透鏡 12 的入射面配置在變焦距透鏡 11 的後側焦點位置近傍。換言之，變焦距透鏡 11 將所定面 7 與微蠅眼透鏡 12 的入射面實質的成傅里葉變換 (Fourier Transformation) 之關係配置，亦即無焦透鏡 6 的瞳面與微蠅眼透鏡 12 的入射面，成光學的大約共軛之配置。

因此，在微蠅眼透鏡 12 的入射面上，與無焦透鏡 6 的瞳面同樣地，形成列如以光軸 AX 為中心的輪胎狀之照域。該輪胎狀之照域的全體形狀，隨變焦距透鏡 11 的焦點距離，做相似的變化。構成微蠅眼透鏡 12 的各微小透鏡，與在罩膜 M 上形成的全部照域之形狀(在晶圓 W 上形成的全部曝光區域之形狀)有相似的矩形斷面。

射入微蠅眼透鏡 12 的光束，由多數的微小透鏡分割成二次元化，在該後側焦點面(照明瞳)，如圖 2 所示，形成與由入射光束形成之照域大約相同光強度分佈的二次光源，即由以光軸 AX 為中心的輪胎狀之實質的面光源形成的二次光源。由在微蠅眼透鏡 12 的後側焦點面形成的二次光源(一般為光學照明裝置的瞳面或在其近傍形成的照明

瞳分佈)射出的光束，通過光束分離器 13a 及光學聚光系統 14 後，重疊的照明罩膜遮蔽體 15。

如此，在做為照明視野光圈的罩膜遮蔽體 15，對應構成微蠅眼透鏡 12 之各微小透鏡的形狀與焦點距離形成矩形的照域。又關於內藏光束分離器 13a 的偏光監視器 13 的內部構成及作用，以後再說明。通過罩膜遮蔽體 15 之矩形開口部(光透過部)的光束，在受到光學成像系統 16 的聚光作用後，重疊照明已形成所定之圖案的罩膜 M。

即光學成像系統 16，將罩膜遮蔽體 15 之矩形開口部的像，在罩膜上形成。透過罩膜 M 之圖案的光束，通過光學投影系統 PL，在感光基板的晶圓 W 上形成罩膜圖案的像。如此，在與光學投影系統 PL 的光軸 AX 直交的平面(XY 面)內，一面施行二次元的驅動控制晶圓，一面進行總括曝光或掃描曝光，將罩膜 M 的圖案逐次在晶圓 W 的各曝光區域曝光。

又，在偏光狀態切換裝置 4 中，該 1/4 波長板 4a，其光學結晶軸可以光軸 AX 為中心自在的回轉，將射入的橢圓偏光之光線，變換為直線偏光之光。又 1/2 波長板 4b，其光學結晶軸，可以光軸 AX 為中心自在回轉，可變化射入的直線偏光的偏光面。又，消偏振鏡(Depolairzer)4C，由互補形狀的楔形水晶稜鏡(未圖示)及楔形石英稜鏡(未圖示)構成。該水晶稜鏡與石英稜鏡，為成一體的稜鏡組合體，可對照明光路進退自在之構造。

使用 KrF 激元激光器光源或 ArF 激元激光器光源為光

源 1 之場合，由該些光源射出的光為典型的有 95% 以上的偏光度，對 1/4 波長板 4a 射入大略直線偏光的光。但在光源 1 與偏光狀態切換裝置 4 之間的光路中有做為裡面反射鏡的直角稜鏡介在之場合，如射入之直線偏光的偏光面與 P 偏光面或 S 偏光面不一致時，由於直角稜鏡的全反射直線偏光會變成橢圓偏光。

在偏光狀態切換裝置 4，例如在直角稜鏡的全反射引起的橢圓偏光之光射入，亦可由 1/4 波長板 4a 的作用變換成直線偏光之光，射入 1/2 波長板 4b。1/2 波長板 4b 的光學結晶軸設定為對射入的直線偏光之偏光面形成 0 度或 90 度角度之場合，射入 1/2 波長板 4b 的直線偏光的光偏光面不會變化，保持原狀通過。

又，1/2 波長板 4b 的光學結晶軸設定為對射入的直線偏光之偏光面成 45 度的角度之場合，射入水晶稜鏡的直線偏光之光，被變換成非偏光狀態(非偏光化)之光。

在偏光狀態切換裝置 4 中，該消偏振鏡 4C 在照明光路中的位置，配置在使該水晶稜鏡的光學結晶軸，對射入的直線偏光之偏光面形成 45 度的角度之位置。另外，如設定成該水稜鏡的光學結晶軸，對射入的直線偏光之偏光面成 0 度或 90 度的角度時，水晶稜鏡對射入的直線偏光的光偏光面不發生變化，原狀通過。又如 1/2 波長板 4b 的光學結晶軸，設定成對射入的直線偏光的偏光面形成 22.5 度的角度時，射入該 1/2 波長板 4b 的直線偏光之光，變換成非偏光狀態的光，包含偏光面不變化直接通過的直線偏光成



份，以及僅偏光面變化 90 度的直線偏光成份。

在偏光狀態切換裝置 4，如上述有直線偏光射入 1/2 波長板 4b，但以下之說明為簡化起見假定有圖 1 中之 Z 方向之偏光方向(電場之方向)的直線偏光(以下稱 Z 方向偏光)之光射入 1/2 波長板，在照明光路中的消偏振鏡 4C 的位置決定後之場合，如設定 1/2 波長板 4b 的光學結晶軸對射入之 Z 方向偏光的偏光面(偏光方向)成 0 度或 90 度之角度，則射入 1/2 波長板 4b 的 Z 方向偏光之光，不會變化仍然以 Z 方向偏光射入消偏振鏡 4C 的水晶稜鏡。因水晶稜鏡的光學結晶軸已設定成對射入的 Z 方向偏光之偏光面形成 45 度角度，故射入水晶稜鏡的 Z 方向偏光之光，被變換成非偏光狀態之光。

經水晶稜鏡非偏光化的光，為了補償光的進行方向，再經當做補償器的石英稜鏡，以非偏光狀態射入光學繞射元件 5。另一方面，如設定 1/2 波長板 4b 的光學結晶對射入之 Z 方向偏光的偏光面形成 45 度之角度，則射入 1/2 波長板 4b 的 Z 方向偏光之光，僅偏光面變化 90 度，形成向圖 1 中的 X 方向之偏光方向(電場之方向)的直線偏光(以下稱 X 方向偏光)之光，射入消偏振鏡 4C 的水晶稜鏡。因水晶稜鏡的光學結晶軸亦設定成對射入的 X 方向偏光之偏光面形成 45 度的角度，故射入水晶稜鏡的 X 方向偏光之光，被變換成非偏光狀態之光，經過石英稜鏡，以非偏光狀態射入光學繞射元件 5。

對此，在將消偏振鏡 4C 退出照明光路之場合，如設

定該 1/2 波長板 4b 的光學結晶軸，對射入之 Z 方向偏光的偏光面成 0 度或 90 度的角度，則射入 1/2 波長板 4b 的 Z 方向偏光之光，偏光面不變化仍以 Z 方向偏光通過，以 Z 方向偏光狀態射入光學繞射元件 5。另一方面，如設定該 1/2 波長板 4b 的光學結晶軸，對射入之 Z 方向偏光的偏光面成 45 度的角度，則射入 1/2 波長板 4b 的 Z 方向偏光之光，僅偏光面變化 90 度變成 X 方向偏光之光，以 X 方向偏光狀態射入光學繞射元件 5。

如以上所述，偏光狀態切換裝置 4，利用消偏振鏡 4C 在照明光路中插入並決定其位置，可將上述偏光變換成非偏光狀態射入光學繞射元件。又，把消偏振鏡 4C 由照明光路退出，且設定 1/2 波長板 4b 的光學結晶軸，對射入的 Z 方向偏光之偏光面成 0 度或 90 度的角度，則可將 Z 方向偏光狀態的光射入光學繞射元件 5。再者，把消偏振鏡 4C 自照明光路退出，且設定 1/2 波長板 4b 的光學結晶軸，對射入的 Z 方向偏光之偏光面成 45 度之角度，則將 X 方向偏光狀態之光射入光學繞射元件 5。

換言之，在偏光狀態切換裝置 4，利用 1/4 波長板 4a 與 1/2 波長板 4b，以及消偏振鏡 4c 構成的偏光狀態切換裝置的作用，可將向光學繞射元件之入射光的偏光狀態(在後述之本發明的圓周方向偏光輪胎狀照明用的光學繞射元件以外，使用通常的光學繞射元件之場合，為罩膜 M 及晶圓 W 照明之光的偏光狀態)，在直線偏光狀態與非偏光狀態之間切換。在直線偏光狀態之場合，可在互相直交的偏光狀

態間(Z 方向偏光與 X 方向偏光之間)切換。

圖 3 示在圖 1 的無焦透鏡 6 的前側透鏡群與後側透鏡群之間的光路中，配置的圓椎旋轉三稜鏡系統的構成之概略圖。該圓椎旋轉三稜鏡系統 8，由第一稜鏡元件 8a 以及第二稜鏡元件 8b 構成，由光源側順序排列配置，該第一稜鏡元件 8a 向光源側之面成平面，向罩膜側之面為凹圓椎形曲折面；該第二稜鏡元件 8b，則向罩膜側之面為平面，向光源側之面成凸圓椎形的曲折面。

該第一稜鏡元件 8a 的凹圓椎形曲折面，與第二稜鏡元件 8b 的凸圓椎形曲折面，為可對接的互補形形狀。又，第一稜鏡元件 8a 及第二稜鏡元件 8b 之中，至少有一個元件為可沿光軸 AX 移動之構造，且第一稜鏡元件 8a 的凹圓椎形彎曲折面與第二稜鏡元件 8b 的凸圓椎形彎曲折面的間隔為可變的構造。

此處，第一稜鏡元件 8a 的凹圓椎形曲折面，與第二稜鏡元件 8b 的凸圓椎形曲折面，在互相接合之狀態時，圓椎旋轉三稜鏡系統 8 僅做為平行平板之機能，對形成之輪胎狀的二次光源沒有影響。但在第一稜鏡元件 8a 的凹圓椎形曲折面，與第二稜鏡元件 8b 的凸圓椎形曲折面隔離時，圓椎旋轉三稜鏡系統 8 即有所謂光束擴大器之機能。因此，伴隨圓椎旋轉三稜鏡系統 8 的間隔變化，可變化對所定面 7 的入射光束之角度。

圖 4 為說明圓椎旋轉三稜鏡系統系統對輪胎狀之二次光源的作用的說明圖。參照圖 4，在圓椎旋轉三稜鏡系統 8

的間隔為零，且變焦距透鏡 11 的焦點距離設定在最小值之狀態(以下稱標準狀態)形成的最小之輪胎狀二次光源 30a，可隨著圓椎旋轉三稜鏡系統 8 的間隔由零擴大至所定之值，該二次光源 30a 的寬度(外徑與入徑之差的  $1/2$ ，圖中用箭印表示)不變，其外徑及內徑變化形成輪胎狀二次光源 30b。換言之，因圓椎旋轉三稜鏡系統 8 的作用，該輪胎狀二次光源的寬度不會變化，僅該輪胎比內徑/外徑)及大小(外徑)一起變化。

圖 5 說明變焦距透鏡 11 對輪胎狀二次光源的作用。參照圖 5，在標準狀態形成的輪胎狀二次光源 30a，因變焦距透鏡 11 的焦點距離，從最小值擴大至所定之值，變化成其全體形狀相似的擴大的輪胎狀二次光源 30。換言之，因變焦距透鏡 11 的作用，輪胎狀二次光源的輪胎比不變，其寬度及大小(外徑)一起變化。

圖 6 為圖 1 的無焦透鏡 6 在前側鏡群與後側鏡群之間的光路中配置的第一圓柱形透鏡偶 9 及第二圓柱形透鏡偶 10 之構造的概略圖。在圖 6 中，由光源側第一圓柱形透鏡偶 9 及第二圓柱形透鏡偶 10，依順序配置。第一圓柱形透鏡偶 9，由光源側起依序配置，例如在 YZ 平面內有負折射力且在 XY 平面內無折射力的第一圓柱形負透鏡 9a，以及在同一 YZ 平面內有正折射力且在 XY 平面內無折射力的第一圓柱形正透鏡 9b。

另一方的第二圓柱形透鏡偶 10，由光源側起依序配設，例如在 XY 平面內有負折射力，且在 YZ 平面內無折

射力的第二圓柱形負透鏡 10a，以及在同樣 XY 平面內有正折射力且在 YZ 平面內無折射力的第二圓柱形正透鏡 10b。該第一圓柱形負透鏡 9a 與第一圓柱形正透鏡 9b，為以光軸 AX 為中心成一體化旋轉之構造。同樣地，該第二圓柱形負透鏡 10A 與第二圓柱形正透鏡 10b，為以光軸 AX 為中心成一體化旋轉之構造。

在圖 6 所示之狀態，第一圓柱形透鏡偶 9 有向 Z 方向光束擴張功率之機能，第二圓柱形透鏡偶 10 有向 X 方向光束擴張功率之機能。又，第一圓柱形透鏡偶 9 的功率與第二圓柱形透鏡偶 10 的功率，設定成互同。

圖 7 至圖 9 為說明第一圓柱形透鏡偶 9 及第二圓柱形透鏡偶 10 對輪胎狀二次光源的作用之圖。圖 7 之中，設定第一圓柱形透鏡偶 9 的功率方向為由光軸 AX 對 Z 軸轉+45 度之角度；第二圓柱形透鏡偶 10 的功率方向為由光軸對 Z 軸轉-45 度之角度。

因此，第一圓柱形透鏡偶 9 的功率方向與第二圓柱形透鏡偶 10 的功率方向互相直交，在第一圓柱形透鏡偶 9 與第二圓柱形透鏡偶 10 的合成系統中，z 方向的功率與 x 方向的功率相同。其結果，如圖 7 所示的真圓狀態，通過第一圓柱形透鏡偶 9 與第二圓柱形透鏡偶 10 的合成系統之光束，在 z 方向及 x 方向受到同樣功率之擴大作用，在照明瞳形成真圓的輪胎狀二次光源。

與上述對比，圖 8 之中，設定第一圓柱形透鏡偶 9 的功率方向為由光軸 AX 對 Z 軸轉例如+80 度之角度，第二

圓柱形透鏡偶 10 的功率方向為由光軸 AX 對 Z 軸轉-80 度之角度。因此，在第一圓柱形透鏡偶 9 與第二圓柱形透鏡偶 10 的合成系統中，Z 方向的功率小，X 方向的功率較大。其結果，如圖 8 所示的橫橢圓狀態，通過第一圓柱形透鏡偶 9 與第二圓柱形透鏡偶 10 之合成系統的光束，在 X 方向受到較 Z 方向更大的擴大作用之功率，在照明瞳形成 X 方向細長的橫形輪胎狀二次光源。

又，圖 9 中，設定第一圓柱形透鏡偶 9 的功率方向，由光軸 AX 對 Z 軸轉例如+10 度之角度，第二圓柱形透鏡偶 10 的功率方向由光軸對 Z 軸轉-10 度之角度。則在第一圓柱形透鏡偶 9 與第二圓柱形透鏡偶 10 的合成系統中，X 方向的功率小，Z 方向的功率較大。其結果如圖 9 所示的縱橢圓狀態，通過第一圓柱形透鏡偶 9 與第二圓柱形透鏡偶 10 之合成系統的光束，在 Z 方向受到較 X 方向更大的功率之擴大作用，在照明瞳形成 Z 方向細長的縱向之輪胎狀二次光源。

又，將第一圓柱形透鏡偶 9 及第二圓柱形透鏡偶 10，設定成如圖 7 所示的正圓狀態與圖 8 所示的橫橢圓狀態之間的任意狀態，能夠形成各種縱橫比例的橫長輪胎狀二次光源。再如將第一圓柱形透鏡偶 9 及第二圓柱形透鏡偶 10，設定成圖 7 所示的正圓狀態與圖 9 所的縱橢圓狀態之間的任意狀態，就能夠形成各種縱橫比例的縱長輪胎狀之二次光源。

圖 10 示圖 1 中之偏光監視器的內部構成之概略斜視

圖。參照圖 10，偏光監視器 13 設有第一光束分離器 13a，配置在微蠅眼透鏡 12 與光學聚光系統 14 之間的光路中。該第一光束分離器 13a，為例如由石英玻璃形成的未塗裝的平行平面板(即原玻璃)，有將與入射光的偏光狀態不同的偏光狀態之反射光，自光路取出之機能。

由第一光束分離器 13a 取出的光，射入第二光束分離器 13b。該第二光束分離器 13b，與第一光束分離器 13a 同樣例如由石英玻璃形成的未塗裝之平行平面板。有發生與入射光的偏光狀態不同之偏光狀態的反射光之機能。然後設定成對第一光束分離器 13a 的 P 偏光，成為對第二光束分離器 13b 的 S 偏光，且對第一光束分離器 13a 的 S 偏光成為對第二光束分離器 13b 的 P 偏光。

又，透過第二光束分離器 13b 的光，被第一光強度檢測器 13c 檢測出；在第二光束分離器 13b 反射的光，由第二光強度檢測器 13d 檢測出。第一光強度檢測器 13c 及第二光強度檢測器 13d 的輸出，分別供給控制部(未圖示)。控制部則依必要驅動構成偏光狀態切換裝置 4 的 1/4 波長板 4a，1/2 波長板 4b，及消偏振鏡 4c。

如上述，在第一光束分離器 13a 及第二光束分離器 13b，對 P 偏光的反射率與對 S 偏光的反射率，實質的不同。因此，在偏光監視器 13，由第一光束分離器 13a 的反射光，包含例如第一光束分離器 13a 的入射光之約 10% 的 S 偏光成份(為對第一光束分離器 13a 的 S 偏光成份，對第二光束分離器 13b 的 P 偏光成份)；以及例如第一光束分離

器 13a 的入射光之約 1% 的 P 偏光成份(為對第一光束分離器 13a 的 P 偏光成份，對第二光束分離器 13b 的 S 偏光成份)。

又，第二光束分離器 13b 的反射光，包含例如第一光束分離器 13a 的入射光之  $10\% \times 1\% = 0.1\%$  左右的 P 偏光成份(為對第一光束分離器 13a 的 P 偏光成份，對第二光束分離器 13b 之 S 偏光成份); 以及例如第一光束分離器 13a 的入射光之  $10\% \times 1\% = 0.1\%$  左右的 S 偏光成份(為對第一光束分離器 13a 的 S 偏光成份，對第二光束分離器 13b 的 P 偏光成份)。

如上述，在偏光監視器 13 中，第一光束分離器 13a，有對應該反射特性，自光路取出與入射光之偏光狀態不同的偏光狀態之反射光的機能。其結果，因第二光束分離器 13b 的偏光特性影響偏光變動極小，所以依據第一光強度檢測器 13c 的輸出(第二光束分離器 13b 的透光之強度有關之情報，亦即與第一光束分離器 13a 的反射光大約相同偏光狀態之光的強度之情報)，就能測知第一光束分離器 13 入射光之偏光狀態(偏光度)，亦即能測知罩膜 M 的照明光之偏光狀態。

又，在偏光監視器 13 中，設定對第一光束分離器 13a 的 P 偏光成為對第二光束分離器 13b 的 S 偏光，且對第一光束分離器 13a 的 S 偏光成為對第二光束分離器 13b 的 P 偏光。其結果，依據第二光強度檢測器 13d 的輸出(在第一光束分離器 13a 及第二光束分離器 13b 順次反射之光的強



度有關情報)，能夠測知第一光束分離器 13a 之入射光的光量，亦即能測知罩膜 M 的照明光之光量，可實質地不受第一光束分離器 13a 的入射光之偏光狀態變化之影響。

如上述，利用偏光監視器 13，能測知第一光束分離器 13a 的入射光之偏光狀態，引伸可以判定罩膜 M 的照明光是否為所望的非偏光狀態或直線偏光狀態。然後，在控制部依據偏光監視器 13 的檢測結果，確認罩膜 M(或晶圓 W)的照明光不是所定的非偏光狀態或直線偏光狀態之場合，即驅動調整構成偏光狀態切換裝置 4 的 1/4 波長板 4a，1/2 波長板 4b 及消偏振鏡 4c，可調整罩膜 M 的照明光之狀態，成為所望的非偏光狀態或直線偏光狀態。

又，輪胎狀照明用的光學繞射元件 5，可用四極照明用的光學繞射元件(未圖示)取代，在照明光路中設置，就能施行四極照明。該四極照明用的光學繞射元件，在有矩形斷面的平行光束射入之場合，有在其遠場(Far Field)形成四極狀光強度分佈之機能。因此，通過四極照明用的光學繞射元件之光束，在微蠅眼透鏡 12 的入射面，形成以光軸 AX 為中心之有四個圓形狀之照域的四極狀照域。其結果，在微蠅眼透鏡 12 的後側焦點面，亦形成與該入射面形成之照域相同的四極狀之二次光源。

又，該輪胎狀照明用的光學繞射元件 5，用圓形照明用的光學繞射元件 5(未圖示)取代，設置於照明光路中，就能施行通常的圓形照明。該圓形照明用的光學繞射元件，在有矩形斷面的平行光束射入之場合，有在遠場形成圓形

的光強度分佈之機能。因此，通過該圓形照明用的光學繞射元件之光束，在微蠅眼透鏡 12 的入射面，形成以光軸 AX 為中心之圓形照域形成的四極狀照域。其結果，在微蠅眼透鏡 12 的後側焦點面，亦形成與在該入射面形成之照域相同的圓形狀二次光源。

再者，該輪胎狀照明用的光學繞射元件 5，用其他的複數極照明用的光學繞射元件(未圖示)取代，設定於照明光路中，就可施行各種的複數極照明(如二極照明，八極照明等)。同樣地，將輪胎狀照明用的光學繞射元件 5，用有適當之特性的光學繞射元件(未圖示)取代設置於照明光路中，則能施行各種形態的變形照明。

本實施例，用所謂的圓周方向偏光輪胎狀照明用的光學繞射元件 50，取代輪胎狀照明用的光學繞射元件 5，設置於照明光路中，可將通過輪胎狀二次光源的光束設定成圓周方向偏光狀態的變形照明，亦即能施行圓周方向偏光的輪胎狀照明。圖 11 示本實施例的圓周方向偏光的輪胎狀照明用的光學繞射元件之構造的概略圖。又圖 12 示被設定成圓周方向偏光狀態的輪胎狀二次光源之概略圖。

參照圖 11 及圖 12，本實施例的圓周方向偏光的照明用之光學繞射元件 50，為具有互相同的矩形斷面且在沿光之透過方向(Y 方向)的厚度(光軸方向之長度)互異的四種基本元件 50A~50D，縱橫且稠密配置構成。此處，第一基本元件 50A 的厚度最大，第四基本元件 50D 的厚度最小，第二基本元件 50B 的厚度大於第三基本元件 50C 的厚度。

又，光學繞射元件 50，包含大約同數量的第一基本元件 50A、第二基本元件 50B、第三基本元件 50C，以及第四基本元件 50D，且該些四種基本元件為隨機配置。而且，在各基本元件 50A~50D 的靠罩膜側形成繞射面(圖中斜線部份所示)，各基本元件 50A~50D 的繞射面，在與光軸 AX(圖 11 中未示出)直交的一個平面整齊排列。其結果，光學繞射元件 50 的靠罩膜側之面為平面狀，但光學繞射元件 50 的靠光源側之面，則因各基本元件 50A~50D 的厚度相異，形成凹凸狀。

如上述，第一基本元件 50A 的繞射面之構造，可形成在圖 12 所示的輪胎狀二次光源 31 之中，對通過光軸 AX 的 Z 方向軸線對稱的一對圓弧狀區域 31A。亦即如圖 13 所示，第一基本元件 50A，有在光學繞射元件 50 的遠場 50E(引伸為各基本元件 50A~50D 的遠場)，對通過光軸 AX 的 Z 方向軸線，形成對稱的一對圓弧狀的光強度分佈 32A(與一對圓弧狀區域 31A 對應)之機能。

第二基本元件 50B 的繞射面之構造，可在將通過光軸 AX 的 Z 方向軸線，以 Y 軸為中心回轉-45 度(在圖 12 中向反時鐘方向轉 45 度)後，對該軸線形成對稱的一對圓弧狀區域 31B。亦即如圖 14 所示，第二基本元件 50B 有在遠場 50E 之通過光軸 AX 的 Z 方向軸線，對 Y 軸旋轉-45 度的該軸線，形成對稱的一對圓弧狀的光強度分佈 32B(對應於一對的圓弧狀區域 31B)之機能。

第三基本元件 50C 的繞射之構造，可對通過光軸 AX

的 X 方向之軸線，形成對稱的一對圓弧狀區域 31C。亦即如圖 15 所示，第三基本元件 50C，有在遠域 50E 之通過光軸 AX 的 X 方向之軸線，形成對稱的一對圓弧狀的光強度分佈 32C(對應於一對的圓弧狀區域 31C)之機能。

第四基本元件 50D 的繞射面之構造，可在通過光軸 AX 的 Z 方向軸線依 Y 軸旋轉+45 度(在圖 12 中順時鏡方向旋轉 45 度)後，對該軸線形成對稱的一對圓弧狀區域 31D。亦即如圖 16 所示，第四基本元件 50D，有在遠場 50E 之通過光軸 AX 的 Z 方向軸線，依 Y 軸旋轉+45 度後，對該軸線形成對稱的一對圓弧狀光強度分佈 32D(對應於一對之圓弧狀區域 31D)之機能。又，各圓弧狀區域 31A~31D 的大小大約互同，該些八個圓弧狀區域 31A~31D 不互相重複且亦不互相隔離，構成以光軸 AX 為中心的輪胎狀之二次光源 31。

又，本實施例中，各基本元件 50A~50D 用有旋光性的光學材料之水晶構成，各基本元件 50A~50D 的光學結晶軸設定成大約與光軸 AX 一致。以下，圖 17 中，對水晶的旋光性簡單說明。參考圖 17，光學元件 35，為水晶形成的厚度  $d$  之平行平板狀元件，其光學結晶軸配置成與光軸 AX 一致。此場合，因光學元件 35 的旋光性，射入之直線偏光的偏光方向，以光軸 AX 為轉軸只迴轉  $\theta$  角之狀態射出。

此時，因光學元件 35 的旋光性發生的作光方向之迴轉角  $\theta$ ，依光學元件 35 的厚度  $d$  與水晶的旋光能  $p$ ，可以下式(1)表示。

$$\theta = d \cdot p \quad (1)$$

一般，水晶的旋光能  $p$ ，有使用之光的波長越短旋光能  $P$  越大之傾向，依日文「應用光學Ⅱ」的第 167 頁之記述，對波長 250.3nm 之光，水晶的旋光能  $p$  為 153.9 度/mm。

在本實施例中，第一基本元件 50A，如圖 13 所示，有 Z 方向之偏光方向的直線偏光之光射入之場合，設定厚度  $dA$ ，使射出之直線偏光的光，有向該 Z 方向沿 Y 軸轉 180 度之方向亦即 Z 方向的偏光方向。其結果，使在遠場 50E 形成的一對圓弧狀之光強度分佈 32A，通過的光束之偏光方向成 Z 方向。圖 12 所示的一對圓弧狀區域 31A，通過的光束之偏光方向亦成 Z 方向。

第二基本元件 50B，如圖 14 所示，有 Z 方向之偏光方向的直線偏光之光射入之場合，設定厚度  $dB$ ，使射出的直線偏光之光，有向該 Z 方向沿 Y 軸轉 +135 度之方向，即該 Z 方向沿 Y 軸轉 -45 度之方向的偏光方向。其結果，在遠場 50E 形成的一對圓弧狀之光強度分佈 32B，通過的光束之偏光方向，亦成為由 Z 方向沿 Y 軸轉 -45 度之方向。在圖 12 所示的一對圓弧狀區域 31B，通過之光束之偏光方向亦成由 Z 方向沿 Y 軸轉 -45 度之方向。

第三基本元件 50C，如圖 15 所示，有 Z 方向之偏光方向的直線偏光之光射入之場合，設定厚度  $dC$ ，使射出的直線偏光之光，有向該 Z 方向沿 Y 軸轉 +90 度之方向，即 X 方向的偏光方向。其結果，在遠場 50E 形成的一對圓弧狀之光強度分佈 32C，通過的光束之偏光方向亦成 X 方向。

在圖 12 所示的一對圓弧狀區域 31C，通過之光束的偏光方向亦成 X 方向。

第四基本元件 50D，如圖 16 所示有 Z 方向之偏光方向的直線偏光之光射入之場合，設定厚  $dD$ ，使射出的直線偏光之光，有向該 Z 方向沿 Y 軸轉+45 度之方向的偏光方向。其結果在遠場 50E 形成的一對圓弧狀之光強度分佈 32D，通過的光束之偏光方向成為由 Z 方向沿 Y 軸轉+45 度之方向。在圖 12 所示的一對圓弧狀區域 31D，通過之光束的偏光方向亦成為由 Z 方向沿 Y 軸轉+45 度之方向。

本實施例，為在圓周方向偏光輪胎狀照明時，於照明光路中設置圓周方向偏光輪胎狀照明用的光學繞射元件 50，再向光學繞射元件 50 射入有 Z 方向之偏光方向的直線偏光之光。其結果，在微蠅眼透鏡 12 的後側焦點面(即照明瞳或其近傍)，形成如圖 12 所示的輪胎狀之二次光源 31(輪胎狀的照明瞳分佈)，通過該輪胎狀之二次光源的光束，被設定成圓周方向偏光狀態。

在圓周方向偏光狀態，通過構成輪胎狀二次光源的各圓弧狀區域 31A~31D 的各光束，在各該些圓弧狀區域之以光軸 AX 為中心的圓周，形成與切線方向大約一致的偏光方向的直線偏光狀態。如此，本實施例的開口光圈，異於先前技術的發生大量的光量損失，由於當做光束變換元件的光學繞射元件 50 的繞射作用及旋光作用，能夠實質的不發生光量損失形成圓周方向偏光狀態的輪胎狀二次光源 31。

換言之，本實施例的光學照明裝置，能良好的抑制光量損失，且能夠形成圓周方向偏光狀態的輪胎狀之照明瞳分佈。其結果，本實施例的曝光裝置，因使用能良好抑制光量損失，且能夠形成圓周方向偏光狀態的輪胎狀之照明瞳分佈的光學照明裝置，故能夠在適合的條件下忠實且高良率地複製任意方向的微細圖案。

又，在根據圓周方向偏光狀態的輪胎狀照明瞳分佈的圓周方向偏光輪胎狀照明，照射到被照射面的晶圓 W 之光，成為以 S 偏光為主成份的偏光狀態。此處的所謂之 S 偏光，為對射入面保持垂直之偏光方向的直線偏光(在射入垂直之方向電矢量振動之偏光)。但所謂的射入面之定義，為光到達媒質的境界面(被照射面；晶圓 W 的表面)時，在該點之境界面的包含法線與光入射方向之面。

又在上述的實施例，使用相同之矩形斷面的四種基本元件 50A~50D，以同樣的數量縱橫且稠密地隨機配置，構成圓周方向偏光輪胎狀照明用的光學繞射元件 50。但並不以該些為限，各基本元件的數量，斷面形狀，種類數，配置等皆可能有各種的變形例。

又在上述的實施例，使用四種基本元件 50A~50D 形成的光學繞射元件 50，由不互相重複且不互相分開配置的八個圓弧狀區域 31A~31D，構成以光軸 AX 為中心的輪胎狀二次光源 31。但是仍不受該些之限定，構成輪胎狀二次光源的區域之個數，形狀配置等亦有各種變形例之可能。

具體的說，如圖 18(a)所示的，例如利用四種基本元件

組成的光學繞射元件，形成由八個圓弧狀區域沿圓周方向互相隔開地構成之圓周方向偏光狀態的八極狀之二次光源 33a 亦可。又如圖 18(b)所示，例如用四種基本元件組成的光學繞射元件，形成由四個圓弧狀區域沿圓周方向互相離開配置的圓周方向偏光狀態的四極狀之二次光源 33b 亦可。又，在該些八極狀之二次光源或四極狀之二次光源，各區域的形狀不限定為圓弧狀，例如圓形，橢圓形，或扇形皆可以。又如圖 19 所示，例如利用四種基本元件組成的光學繞射元件，形成八個圓弧狀區域沿圓周方向互相重複配置的圓周方向偏光狀態之輪胎狀二次光源 33c 也可以。

又，除由四個或八個區域沿圓周方向互相離開配置成圓周方向偏光狀態的四極狀或八極狀的二次光之外，如圖 20(a)所示，由六個區域沿圓周方向互相離開配置形成圓周方向偏光狀態的六極狀之二次光源亦佳。又如圖 20(b)所示，由複數的區域沿圓周方向互相離開配置成的圓周方向偏光狀態之多極狀二次光源，以及在光軸上的區域形成的非偏光狀態，或直線偏光狀態的中心極狀二次光源，二者組成的二次光源亦可。又由二個區域沿圓周方向互相離開形成圓周方向偏光狀態的二極狀之二次光源亦可。

又，上述的實施例，如圖 11 所示，先個別形成四種的基本元件 50A~50D，再將該些元件組合構成光學繞射元件 50。但並不受上述之限定，對一個水晶基板例如施行蝕刻加工形成各基本元件 50A~50D 的射出側之繞射面，以及射入側的凹凸面，一體化的構成光學繞射元件 50 也可以。



又，上述的實施例，用水晶形成各基本元件 50A~50D(亦即光學繞射元件 50)。但並無此限定，用有旋光性的其他適當之光學材料，形成各基本元件亦可。此場合，採用對使用波長之光有 100 度/mm 以上之旋光能的光學材料較佳。亦即使用旋光能小的光學材料時，為複得偏光方向的所要之迴轉角，元件必要的厚度過大，成為光量損失的原因，所以不佳。

又，在上述的實施例，形成輪胎狀的照明瞳分佈（二次光源），但並不以此為限，在照明瞳或其近傍形成圓形的照明瞳分佈亦可。又，輪胎狀的照明瞳分佈或多極狀的照明瞳分佈，可再增加例如形成包含光軸的中心區域分佈，可實現所謂的有中心極的輪胎狀照明，或有中心極的複數極照明。

又，在上述的實施例，在照明瞳或其近傍形成圓周方向偏光狀態的照明瞳分佈。但有時在比光束變元件的光學繞射元件，更靠近晶圓側的光學系統(光學照明系統或光學投影系統)的偏光像差，會引起偏光方向的變化。此場合，需考慮該些光學系統的偏光像差，適當地設定通過在照明瞳或其近傍形成的照明瞳分佈之光束的偏光狀態。

又，與該偏光像差有關，在比光束變換元件更靠近晶圓側的光學系統(光學照明系統或光學投影系統)中，配置的反光元件之偏光特性，有時會引起反射光在每偏光方向有相位差。在此場合，亦有必要考慮該反射元件的偏光特性引起之相位差之影響，適當地設定通過在照明瞳或其近

傍形成的照明瞳分佈之光束的偏光狀態。

又，在比光束變換元件更靠近晶圓側的光學系統(光學照明系統或光學投影系統)中，配置的反射元件之偏光特性，有時會引起反射元件的反射率依偏光方向變化。此場合，需考慮各偏光方向的反射率，在照明瞳或其近傍形成的光強度分佈加入補償量，即在各基本元件的數量設分佈較佳。又在比光束變換元件更靠近晶圓側的光學系統的透過率，依偏光方向變化之場合，亦可適用同樣的方法補正。

又在上述的實施例，光學繞射元件 50 的光源側之面，因各基本元件 50A~50D 的厚度不同，形成有階差的凹凸狀。此點，如圖 21 所所示，厚度最大的第一基本元件 50A 以外的基本元件，即在第二基本元件 50B，第三基本元件 50C 以及第四基本元件 50D 的光源側附設補正元件 36，可使光學繞射元件 50 的光源側(光射入側)之面成平面狀。此場合，該補正元件 36 需使用無旋光性的光學材料形成。

又，上述的實施例，只說明在照明瞳或其近傍形成的照明瞳分佈，通過的光束為沿圓周方向有直線偏光成份的光束之例。但不受此限定，通過照明瞳分佈的光束的偏光狀態，只要以圓周方向為偏光方向的直線偏光為主成份之狀態，就能獲得本發明要求的效果。

又在本實施例，使用由有繞射作用的複數種之基本元件構成的光學繞射元件為光束變換元件，依據入射光束在所定之面上，形成與其斷面形狀不同形狀的光強度分佈。但是並不以此為限，例如具有與各基本元件的繞射面與光

學性，大約相當的折射面的複數種之基本元件，亦即使用由複數種有折射作用的基本元件，構成的光學折射元件為光束變換元件亦可。

在上述實施例的曝光裝置，用光學照明裝置照明罩膜(十字標記)(即照明工程)；用光學投影系統將在罩膜形成的複製用的圖案，在感光性基板曝光(曝光工程)，如此能夠製造微元件(半導體元件、攝影元件、液晶顯示元件、薄膜磁頭等)。以下，參照圖 22 的流程圖說明，使用上述實施例的曝光裝置，在當做感光性基板的晶圓等形成所定的電路圖案，以製造微元件的半導體元件之際的程序。

首先，在圖 22 的步驟 301，在一組的晶圓上蒸鍍金屬膜。其次在步驟 302，在該一組晶圓的金屬膜上塗佈光阻劑。其次在步驟 303，使用上述實施例的曝光裝置，罩膜上的圖案像通過該光學投影系統，在該一組晶圓上的各照射區域順次曝光複製。其後在步驟 304，進行該一組晶圓上的光阻劑之顯像，其後在步驟 305，在該一組晶圓上，以光阻劑圖案為罩膜，進行蝕刻，在各晶圓上的各照射區域形成與罩膜上之圖案對應的電路圖案。其後，進行更上層電路圖案的形成功程，以製造半導體元件等之元件。依上述的半導體元件的製造方法，能夠以良好的生產率製造有極微細電路圖案的半導體元件。

又，上述的實施例之曝光裝置，可在基板(玻璃基板)上形成所定的圖案(電路圖案，電極圖案等)，亦可製造微元件之一的液晶顯示元件。以下，參照圖 23 的流程圖，說

明該製程之一例。圖 23 中，在步驟 401 的圖案形成工程，使用上述實施例的曝光裝置，將罩膜的圖案在感光性基板(塗佈光阻劑的玻璃基板等)複製曝光，再施行所謂的微影蝕刻工程。依該微影蝕刻工程，在感光性基板上形成含有多數之電極等的所定圖案。其後，曝光過的基板再經顯像工程，蝕刻工程，光阻劑剝離工程等之各工程，在基板上形成所定的圖案，再移到其次的濾色器形成工程 402。

其次，在濾色器形成工程 402，形成 R(紅)、G(綠)、B(藍)對應的三個點之組合多數成陣列狀配列，或 R、B、G 的三支條紋狀的濾色器組複數成水平掃描線方向配列的濾色器。在濾色器形成工程 402 之後，進行元件組合工程 403。在元件組合工程 403 中，使用在圖案形成工程 401 製作的有所定圖案之基板，以及在濾色器形成工程 402 製造的濾色器等組合成液晶面板(液晶元件)。

在元件組合工程 403，例如，在圖案形成工程 401 獲得的有所定之圖案的基板，與濾色器形成工程 402 所得的濾色器之間，植入液晶製成液晶面板(液晶元件)。其後，在模組組合工程 404，安裝使組合的液晶面板(液晶元件)進行顯示動作的電路，背光模組等各零件以完成液晶顯示元件。依上述的液晶顯示元件的製造方法，能以良好的生產率製造有極微細之電路圖案的液晶顯示元件。

又，在上述的實施例，曝光的光源使用 KrF 激元激光器之光(波長：248nm)，或 ArF 激元激光器之光(波長：193nm)，但不以此為限，其他適當的激光光源有例如供給

波長 157nm 之激光的 F2 激光器光源等亦可適用本發明。另外，在上述的實施例是以配備光學照明裝置的曝光裝置為例說明本發明，但罩膜或晶圓以外的被照射面之照明的一般之光學照明裝置，亦顯然可使用本發明。

又，在上述的實施例，在光學投影系統與感光性基板之間的光路中，使用折射率大於 1:1 的媒體(典型的為液體)填滿的方法，即用所謂的液浸法亦佳。此場合的在光學投影系統與感光性基板之間的光路中填滿液體之方法，有國際專利申請案 W099/049504 號公報揭露的局部的充滿液體之方法；或日本專利特開平 6-124873 號公報揭露的使保持曝光對象的基板之載台，在液槽中移動的方法；或日本專利特開平 10-303114 號公報揭露的在載台上形成所定深度的液體槽，在其中保持基板的方法等可採用。此處，援引國際專利申請案 W099/049504 號公報、日本專利特開平 6-124873 號公報、以及日本專利特開平 10-303114 號公報供參考。

又，上述之液體，以對曝光之光有透過性，折射率盡可能高，且對在光學投影系統或基板表面塗佈的光阻劑亦安定的較好。在例如用 KrF 激元激光或 ArF 激元激光為曝光的光源之場合，該液體可使用純水或去離子水。又，曝光光源使用 F2 激光之場合，該液體可使用 F2 激光可透過的氟系油或過氟化聚醚(PFPE)等的氟素系液體。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神

和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。

### 【圖式簡單說明】

圖 1 繪示本發明之實施例的配備光學照明裝置之曝光裝置的構造概略圖。

圖 2 繪示在輪胎狀照明形成輪胎狀的二次光源。

圖 3 繪示圖 1 中，在無焦距透鏡的前側透鏡群與後側透鏡群之間的光路中，配置的圓錐旋轉三稜鏡系統的構造之概略圖。

圖 4 繪示圓錐旋轉三稜鏡系統對輪胎狀的二次光源之作用的說明圖。

圖 5 繪示變焦距透鏡對輪胎狀二次光源之作用的說明圖。

圖 6 繪示在圖 1 中，在無焦透鏡的前側透鏡群與後側透鏡群之間的光路中，配置的第一圓柱形透鏡偶及第二圓柱形透鏡偶的構造之概略圖。

圖 7 為說明第一圓柱形透鏡偶及第二圓柱形透鏡偶對輪胎狀二次光源之作用的第一圖。

圖 8 為說明第一圓柱形透鏡偶及第二圓柱形透鏡偶對輪胎狀二次光源之作用的第二圖。

圖 9 為說明第一圓柱形透鏡偶及第二圓柱形透鏡偶對輪胎狀二次光源之作用的第三圖。

圖 10 繪示圖 1 之偏光監視器的內部構造之概略的斜視圖。

圖 11 繪示本實施例的圓周方向偏光輪胎狀照明用的光學繞射元件之構造的概略圖。

圖 12 繪示設定成圓周方向偏光狀態的輪胎狀二次光源之概略圖。

圖 13 繪示第一基本元件之作用的說明圖。

圖 14 繪示第二基本元件之作用的說明圖。

圖 15 繪示第三基本元件之作用的說明圖。

圖 16 繪示第四基本元件之作用的說明圖。

圖 17 繪示水晶之旋光性的說明圖。

圖 18(a)繪示由沿圓周方向互相離開的八個圓弧狀區域形成的圓周方向偏光狀態的八極狀二次光源。

圖 18(b)繪示由沿圓周方向互相離開的四個圓弧狀區域形成的圓周方向偏光狀態的四極狀二次光源。

圖 19 繪示沿圓周向互相重複的八圓弧狀區域形成的圓周方向偏光狀態的輪胎狀二次光源。

圖 20(a)繪示由沿圓周方向互相離開的六個區域形成的圓周方向偏光狀態之六極狀二次光源。

圖 20(b)繪示由沿圓周方向互相離開的複數個區域以及光軸上的區域形成的圓周方向偏光狀態之二次光源。

圖 21 繪示沿圓周方向偏光輪胎狀照明用的光學繞射元件的光射入側之面平面化之例。

圖 22 繪示製造微元件的半導體元件之程序的流程圖。

圖 23 繪示製造微元件的液晶顯示元件之程序的流程圖。

**【主要元件符號說明】**

- 1：光源
- 4：偏光狀態切換裝置
- 4a：1/4 波長板
- 4b：1/2 波長板
- 5,50：光學繞射元件(光束變換元件)
- 6：無焦透鏡
- 8：圓錐旋轉三稜鏡系統
- 9,10：圓柱形透鏡偶
- 11：變焦距透鏡
- 12：微蠅眼透鏡
- 13：偏光監視器
- 13a：第一光束分離器
- 13b：第二光束分離器
- 14：光學聚光系統
- 15：罩膜遮散體
- 16：光學成像系統
- 31：輪胎狀二次光源
- 31A~31D：圓弧狀區域
- 50A~50D：基本元件
- M：罩膜
- PL：光學投影系統
- W：晶圓



## 七、申請專利範圍：

1. 一種光學照明裝置，利用照明光對物體進行照明，所述光學照明裝置的特徵在於包括：

偏光元件，配置在所述照明光的光路，所述偏光元件包含：具有旋光性的光學材料，所述偏光元件利用所述光學材料的旋光性，使所述照明光的偏光狀態進行變化；

波面分割型的光學積分器，配置在來自於所述偏光元件的所述照明光的光路中；

所述光學材料的光學結晶軸的方向是以與所述光學照明裝置的光軸的方向一致的方式而進行設置，

所述偏光元件是：使設定的一個方向作為偏光方向的直線偏光狀態入射到所述偏光元件的所述照明光的偏光方向，經由所述光學積分器，而與所述光學照明裝置的瞳面中的繞著所述光軸的圓周方向為實質的一致的方式，使所述照明光的偏光方向進行旋轉。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的光學照明裝置，其中，所述照明光的一部分的光束、即通過所述瞳面的相互不同位置的第 1 光束與第 2 光束是：以在所述瞳面中具有相互不同的偏光方向的方式，使所述第 1 光束的光路中的所述偏光元件的厚度與所述第 2 光束的光路中的所述偏光元件的厚度為相互不同。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述的光學照明裝置，其中，所述第 1 光束的光路中的所述偏光元件的厚度、與所述第 2 光束的光路中的所述偏光元件的厚度是：以所述第

1 光束的偏光方向與所述第 2 光束的偏光方向利用所述旋光性相對地旋轉設定角度的方式，而進行設定。

4. 如申請專利範圍第 2 項所述的光學照明裝置，其中，所述第 1 光束的光路中的所述偏光元件的厚度、與所述第 2 光束的光路中的所述偏光元件的厚度是：以在所述瞳面中的所述第 1 光束及所述第 2 光束的偏光方向成為相對的設定角度不同的關係的方式，而進行設定。

5. 如申請專利範圍第 3 項或第 4 項所述的光學照明裝置，其中，所述設定角度為 45 度或 90 度。

6. 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項任一項所述的光學照明裝置，其中，具有所述旋光性的光學材料是：相對於所述照明光而具有 100 度/mm 以上之旋光能。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述的光學照明裝置，其中，具有所述旋光性的光學材料是水晶。

8. 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項任一項所述的光學照明裝置，其中，經由所述瞳面的所述照明光是：相對於所述物體，以 S 偏光為主成份的直線偏光狀態，而照射到所述物體。

9. 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項任一項所述的光學照明裝置，更包括：

光學元件，配置在所述偏光元件的入射側的所述光路，

所述光學元件將所述照明光的偏光狀態，從實質的單一的偏光作為主成份的偏光狀態，切換為所述設定的一個

方向作為偏光方向的直線偏光狀態。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述的光學照明裝置，其中，所述單一的偏光是：直線偏光或橢圓偏光。

11. 如申請專利範圍第 9 項所述的光學照明裝置，其中，所述光學元件包含：1/2 波長板與 1/4 波長板的至少一方。

12. 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項任一項所述的光學照明裝置，其中，所述光學積分器是：蠅眼透鏡，

所述蠅眼透鏡的後側焦點面是以與所述瞳面為實質一致的方式，而配置在所述光路。

13. 如申請專利範圍第 1 項至第 4 項任一項所述的光學照明裝置，更包括：

檢測裝置，包含光束分離器，所述光束分離器是配置在來自於所述偏光元件的所述照明光的光路中，基於利用所述光束分離器而來自於所述照明光的被分離的光的檢測結果，而檢測來自於所述偏光元件的所述照明光的偏光狀態。

14. 如申請專利範圍第 11 項所述的光學照明裝置，更包括：

檢測裝置，包含光束分離器，所述光束分離器是配置在來自於所述偏光元件的所述照明光的光路中，基於利用所述光束分離器而來自於所述照明光的被分離的光的檢測結果，而檢測來自於所述偏光元件的所述照明光的偏光狀態；以及

驅動裝置，基於所述檢測裝置的檢測結果，而使所述 1/2 波長板與 1/4 波長板的至少一方進行旋轉驅動。

15. 一種曝光裝置，利用經過罩膜上的圖案的光來對基板進行曝光，所述曝光裝置的特徵在於包括：

載台，保持所述基板；

如申請專利範圍第 1 項至第 14 項任一項所述的光學照明裝置，對所述圖案進行照明；以及

投影光學系統，將利用所述光學照明裝置而照明的所述圖案的像，投影到被保持在所述載台的所述基板。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述的曝光裝置，其中，所述圖案的像是經由液體而被投影到所述基板，

所述液體是設置於被保持在所述載台的所述基板、與所述投影光學系統之間的光路。

17. 一種曝光方法，利用經過罩膜上的圖案的光來對基板進行曝光，所述曝光方法的特徵在於包括：

使用載台來保持所述基板；

使用如申請專利範圍第 1 項至第 14 項任一項所述的光學照明裝置，來對所述圖案進行照明；以及

使用投影光學系統，將利用所述光學照明裝置而照明的所述圖案的像，投影到被保持在所述載台的所述基板。

18. 如申請專利範圍第 17 項所述的曝光方法，更包括：

在被保持於所述載台的所述基板、與所述投影光學系統之間的光路設置液體，

所述圖案的像是經由所述液體而被投影到所述基板。

19. 一種元件製造方法，為製造含有電路圖案的元件的元件製造方法，其特徵在於包括：

使用如申請專利範圍第 15 項或第 16 項所述的曝光裝置，將圖案轉寫到具有光阻劑的基板上；

使轉寫了所述圖案的所述基板的所述光阻劑進行顯像；以及

經由顯像的所述光阻劑，在所述基板上形成所述電路圖案。

20. 一種元件製造方法，為製造含有電路圖案的元件的元件製造方法，其特徵在於包括：

使用如申請專利範圍第 17 項或第 18 項所述的曝光方法，將圖案轉寫到具有光阻劑的基板上；

使轉寫了所述圖案的所述基板的所述光阻劑進行顯像；以及

經由顯像的所述光阻劑，在所述基板上形成所述電路圖案。

21. 一種元件製造方法，為製造含有電路圖案的元件的元件製造方法，其特徵在於包括：

使用申請專利範圍第 1 項至第 14 項任一項所述的光學照明裝置，對罩膜上的圖案進行照明；

將利用所述光學照明裝置而照明的所述圖案的像，經由投影光學系統，而轉寫到具有光阻劑的基板上；

使轉寫了所述圖案的所述基板的所述光阻劑進行顯

像；以及

經由顯像的所述光阻劑，在所述基板上形成所述電路圖案。

22. 如申請專利範圍第 21 項所述的元件製造方法，其中，所述圖案的像是經由液體而被投影到所述基板，

所述液體是設置在所述基板、與所述投影光學系統之間的光路。

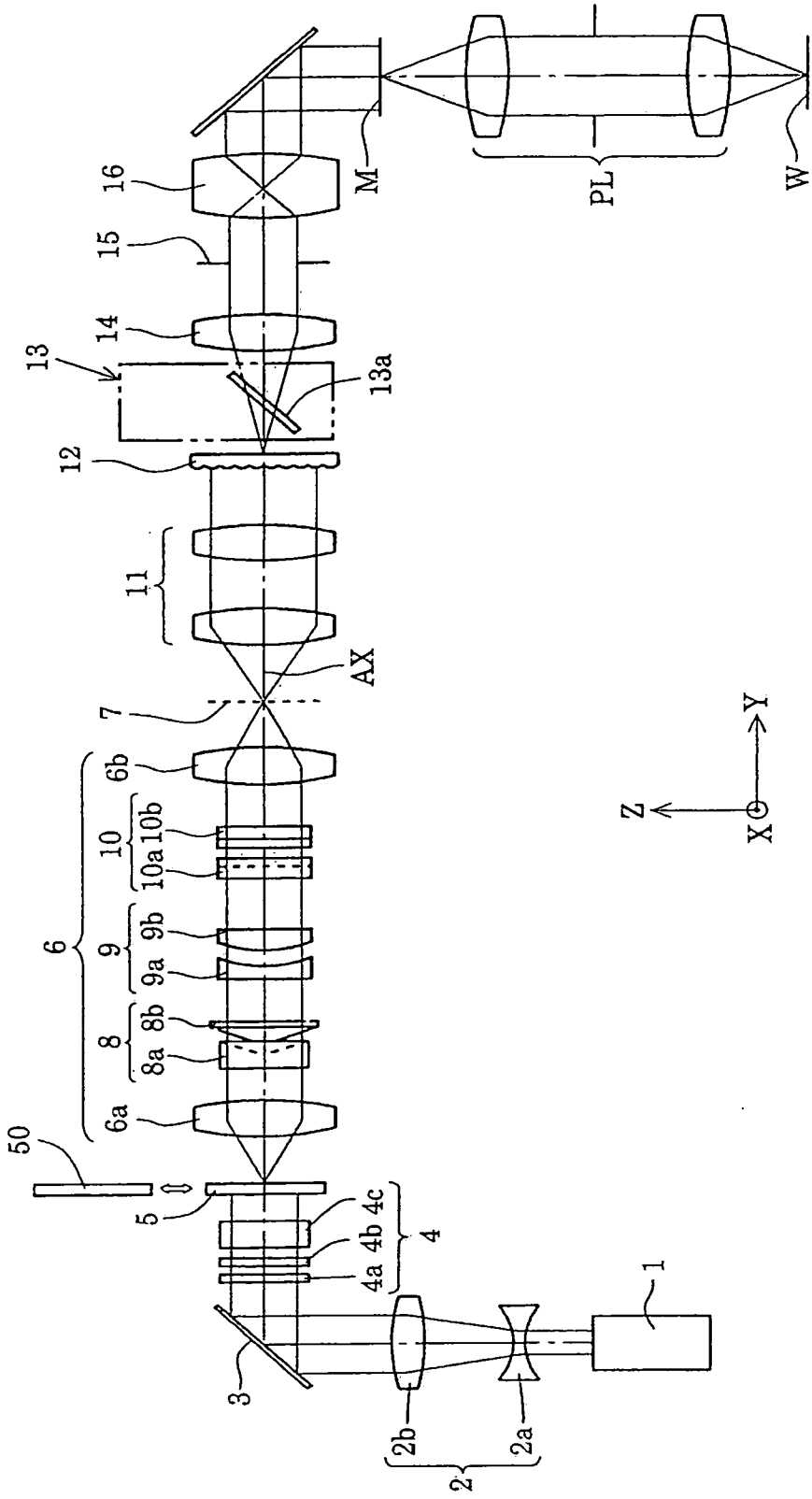


圖 1

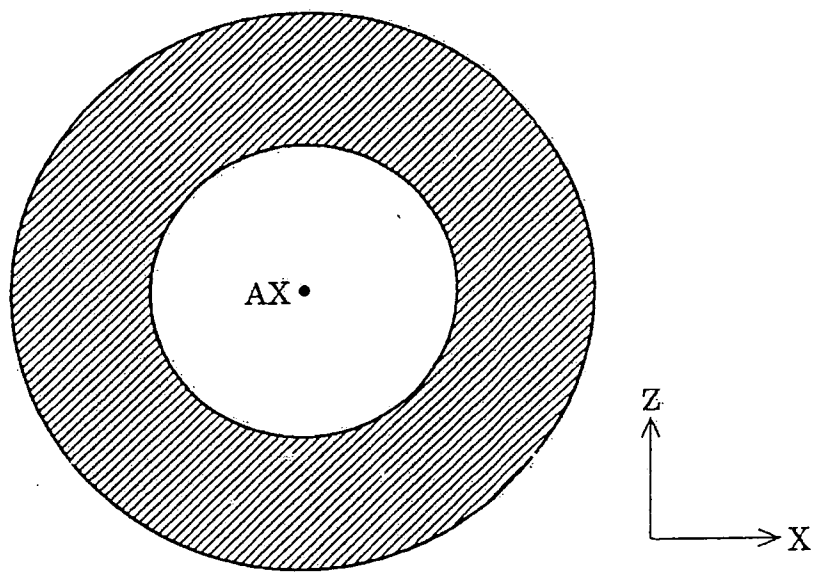


圖 2



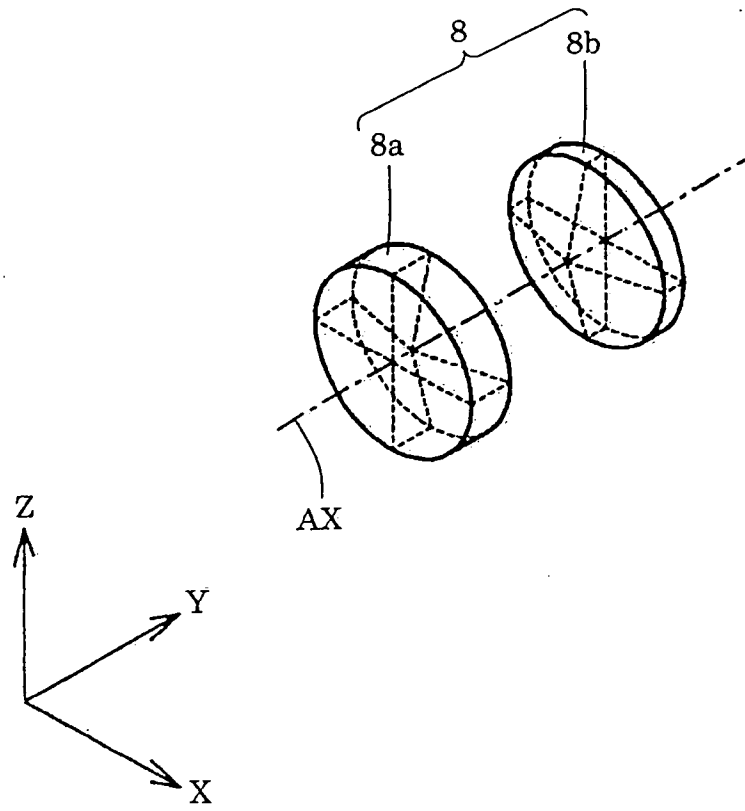


圖 3

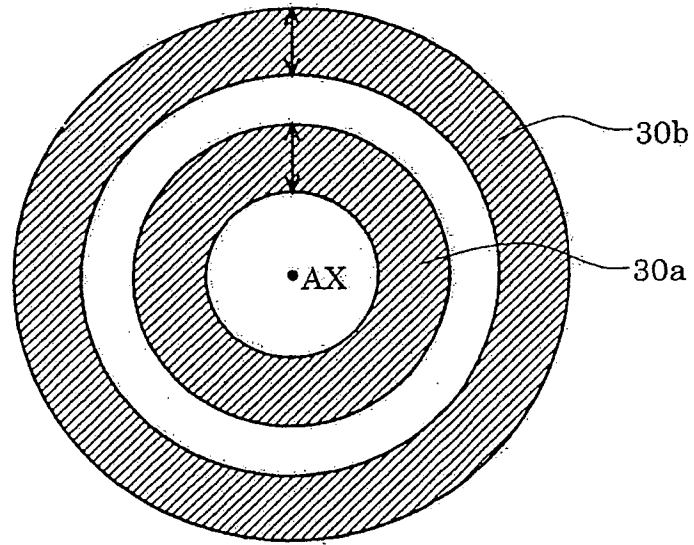


圖 4

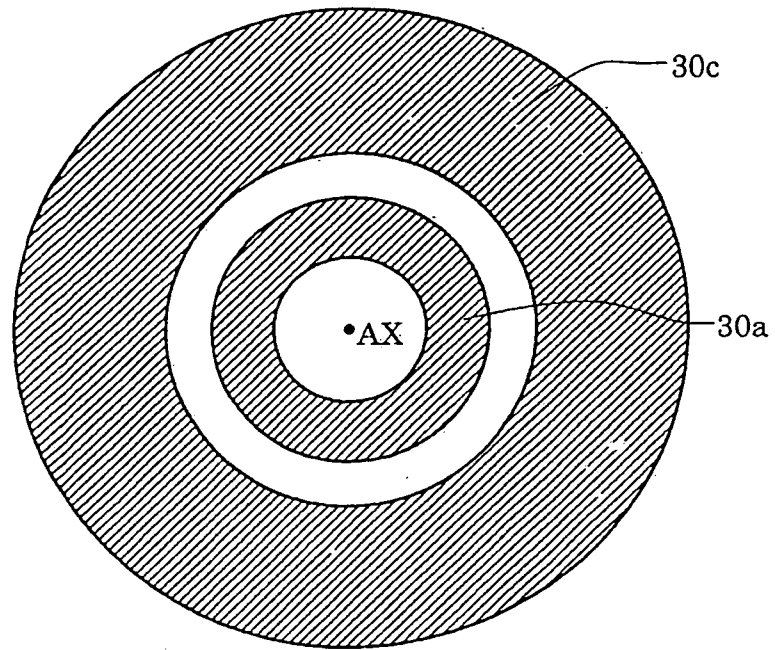


圖 5

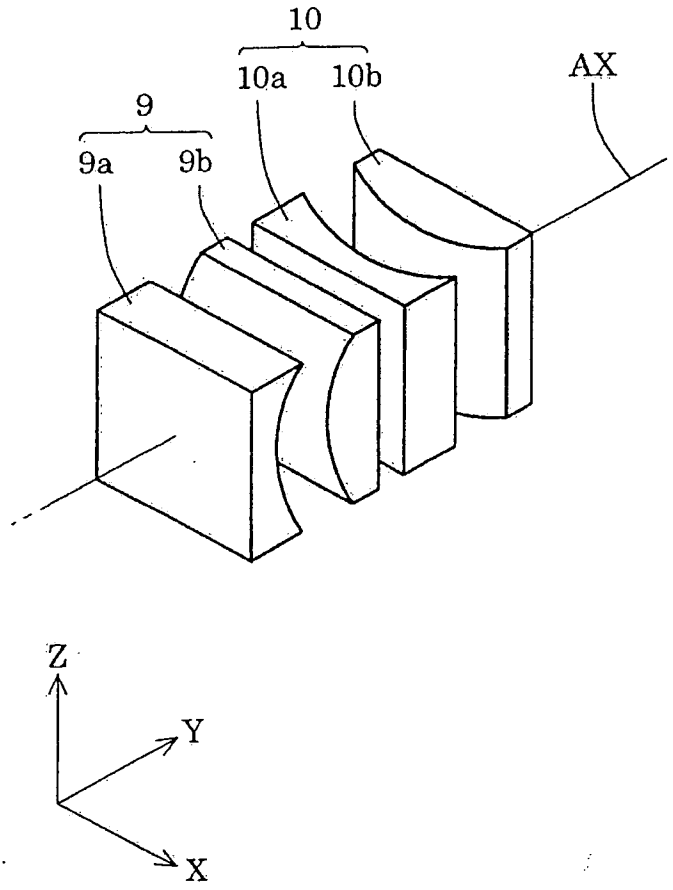


圖 6

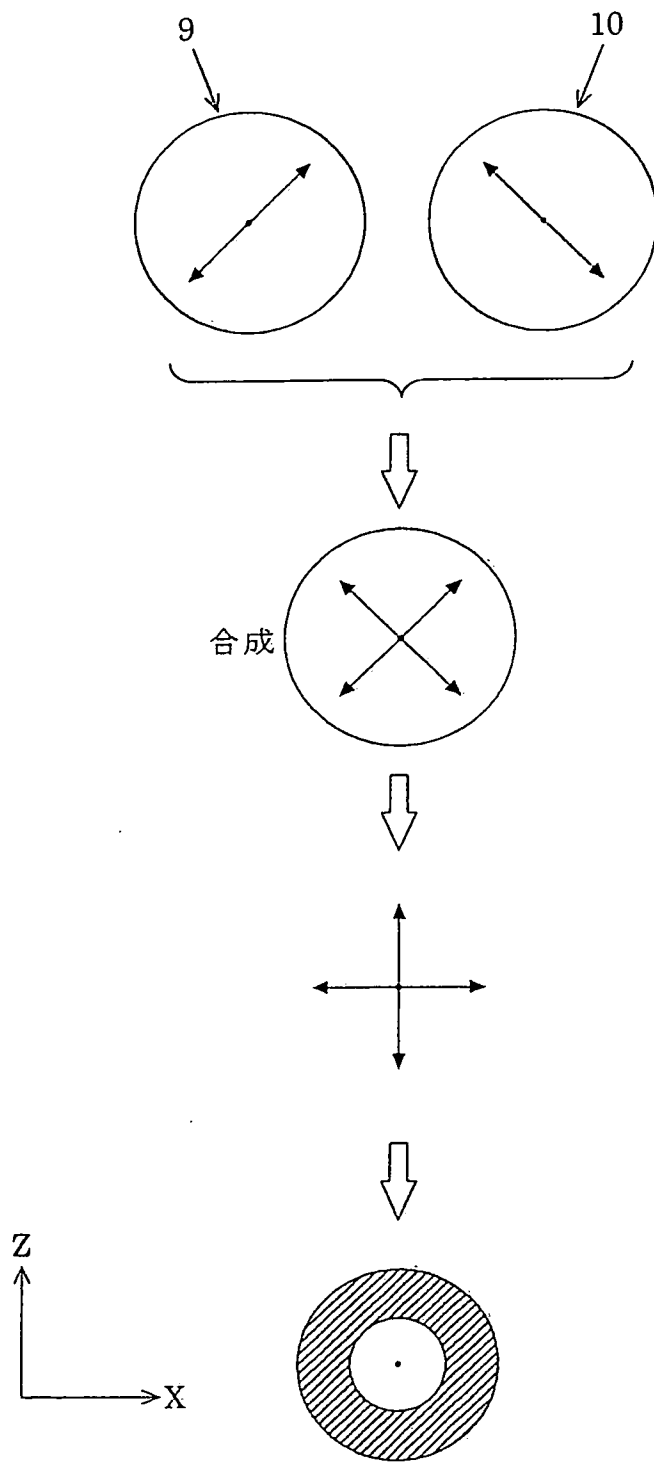


圖 7

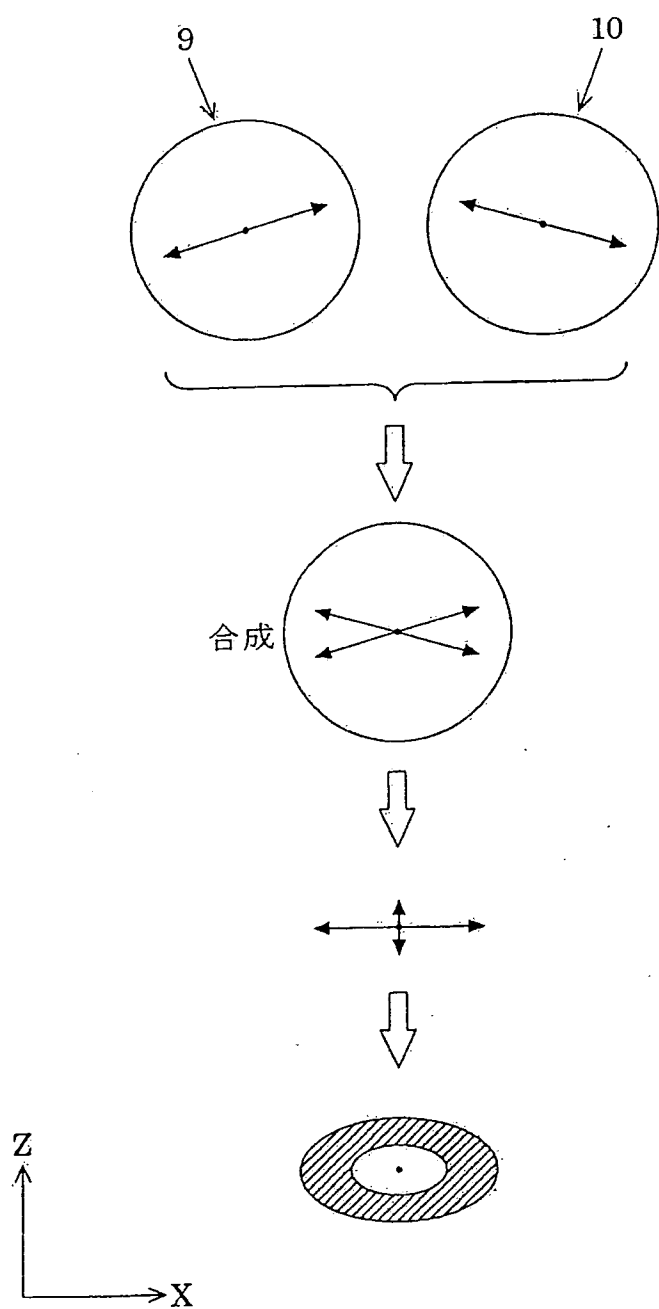


圖 8

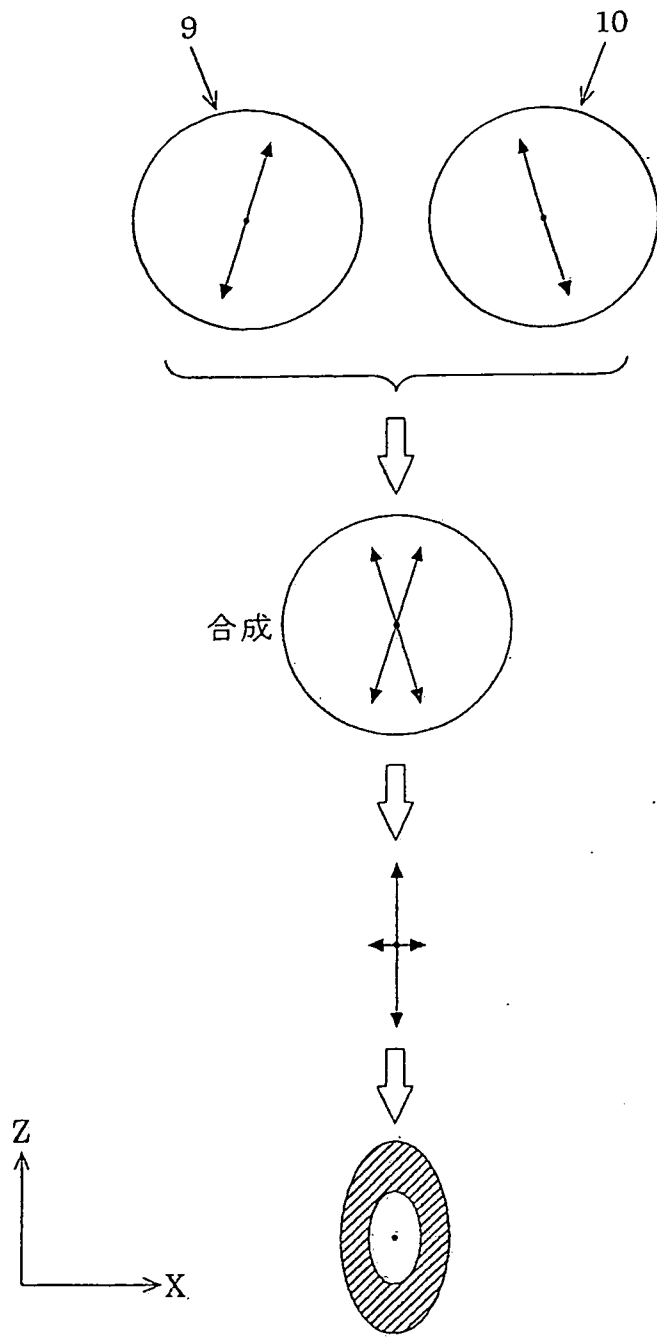


圖 9

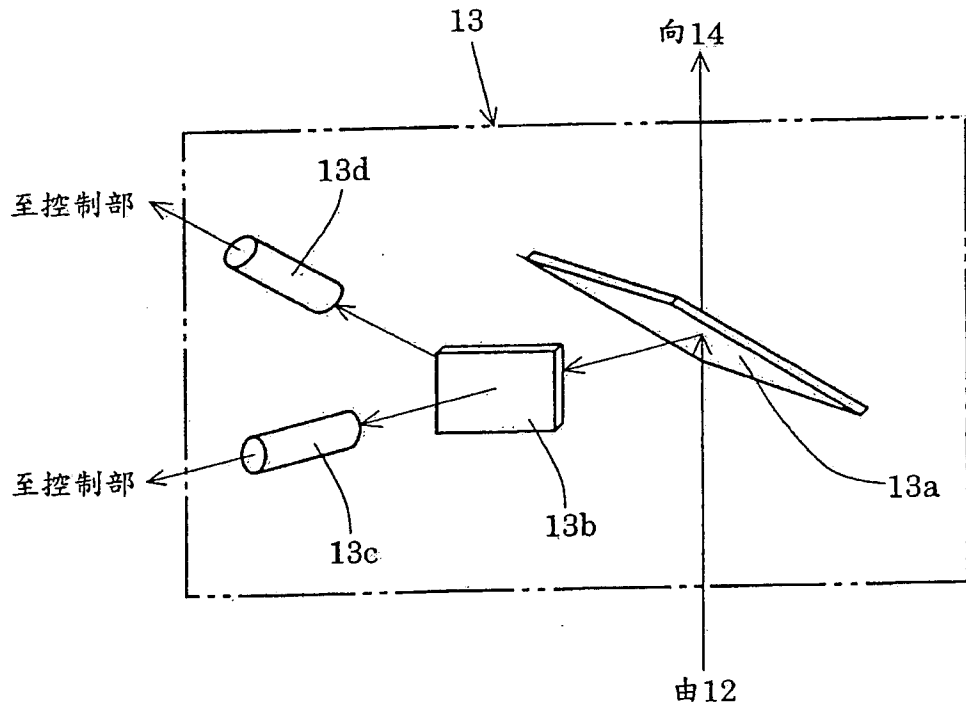


圖 10



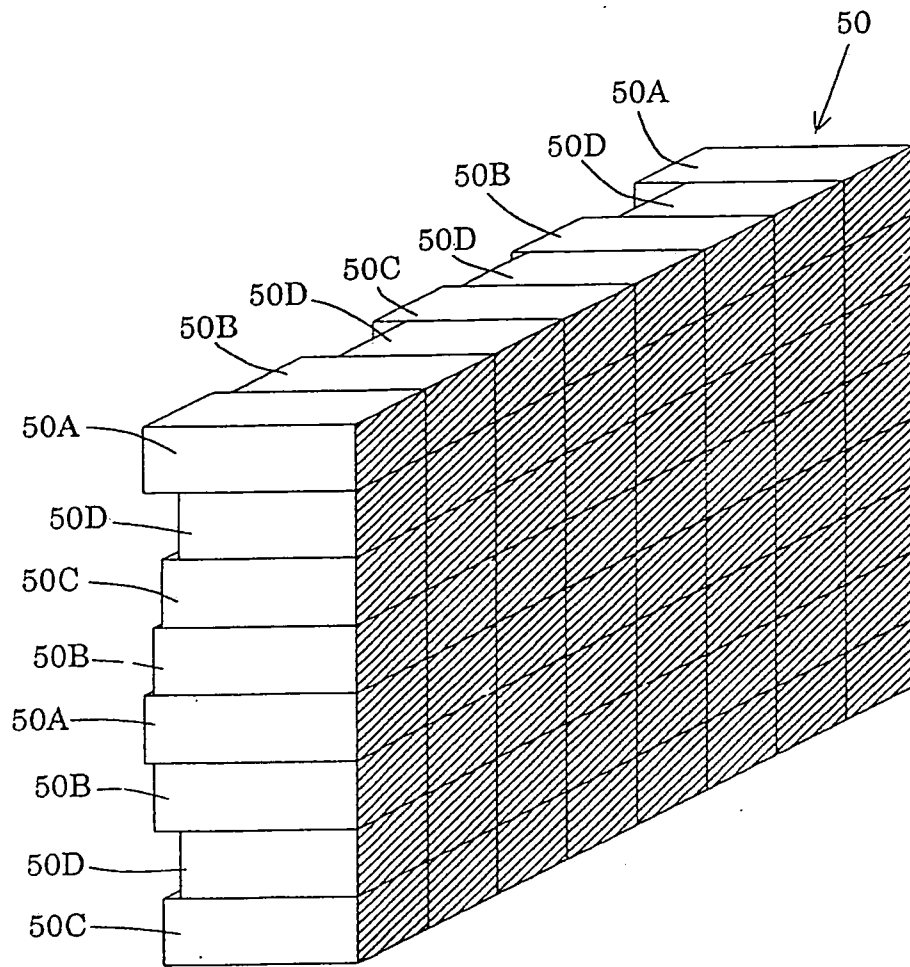


圖 11

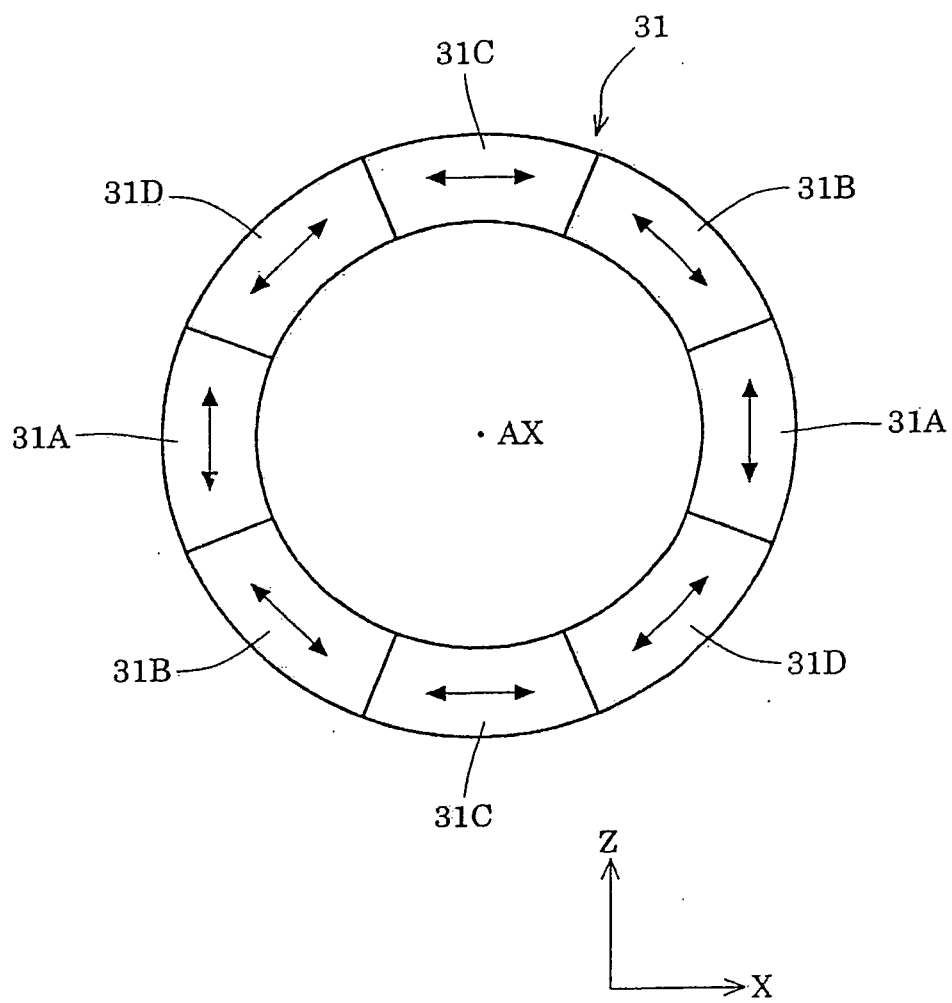


圖 12

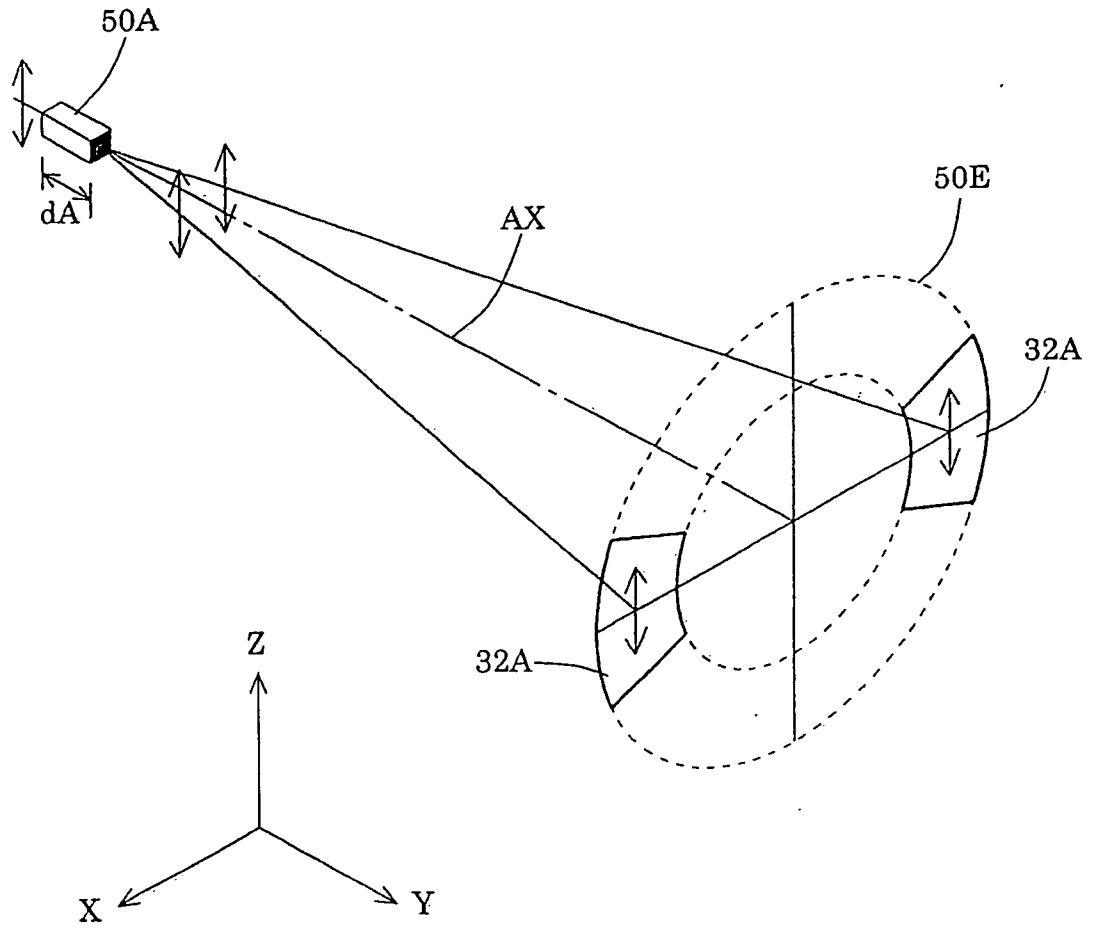


圖 13

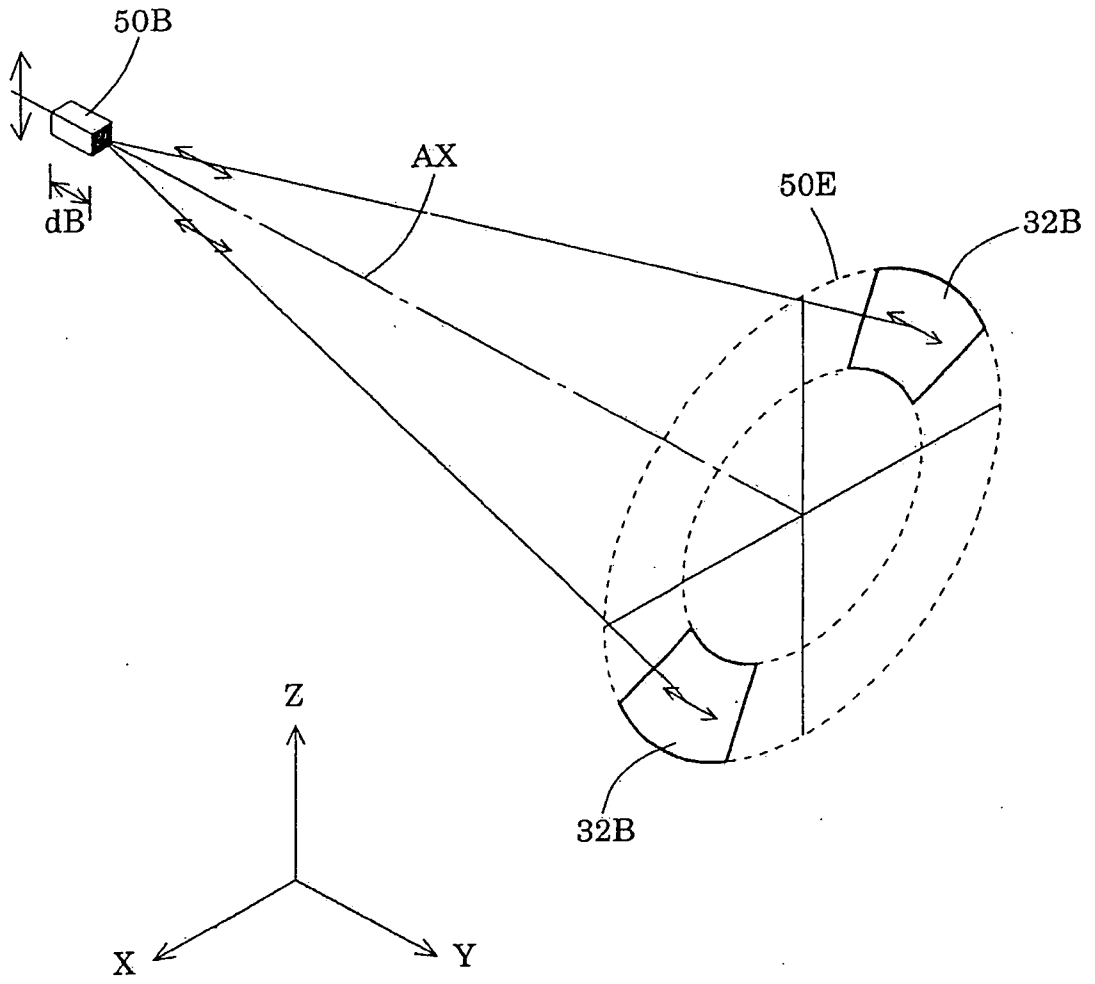


圖 14

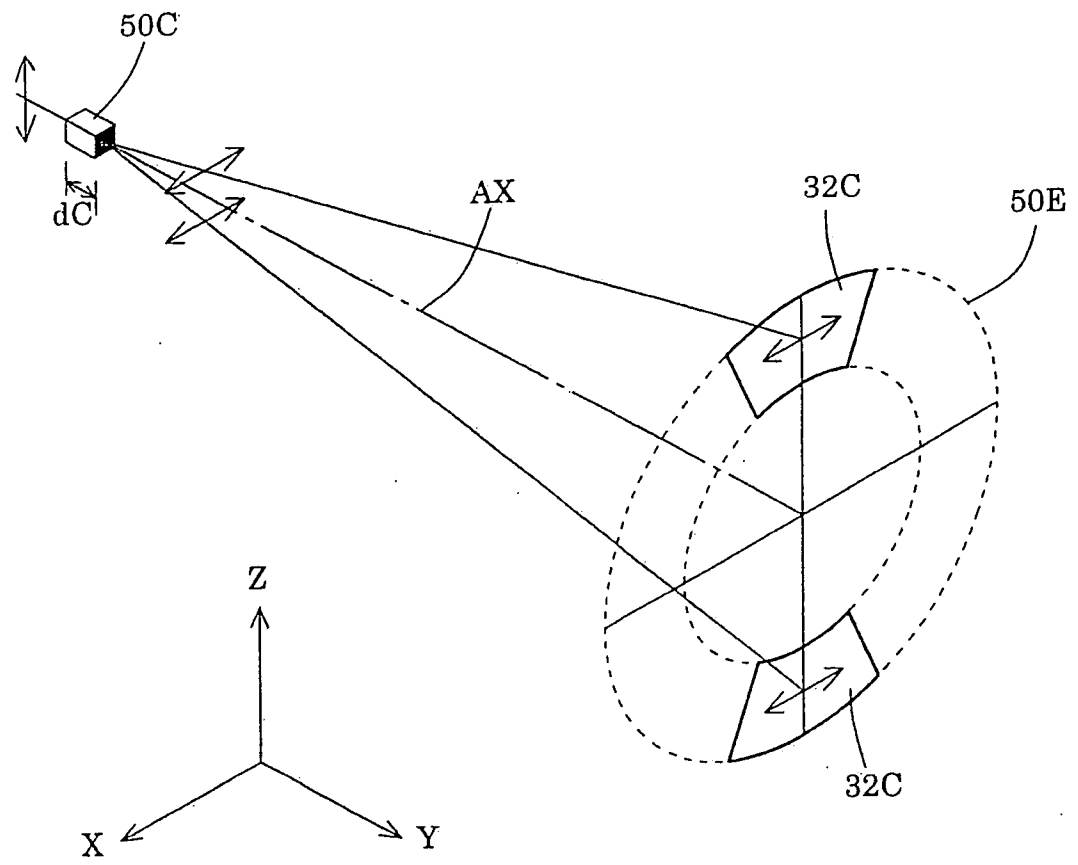


圖 15

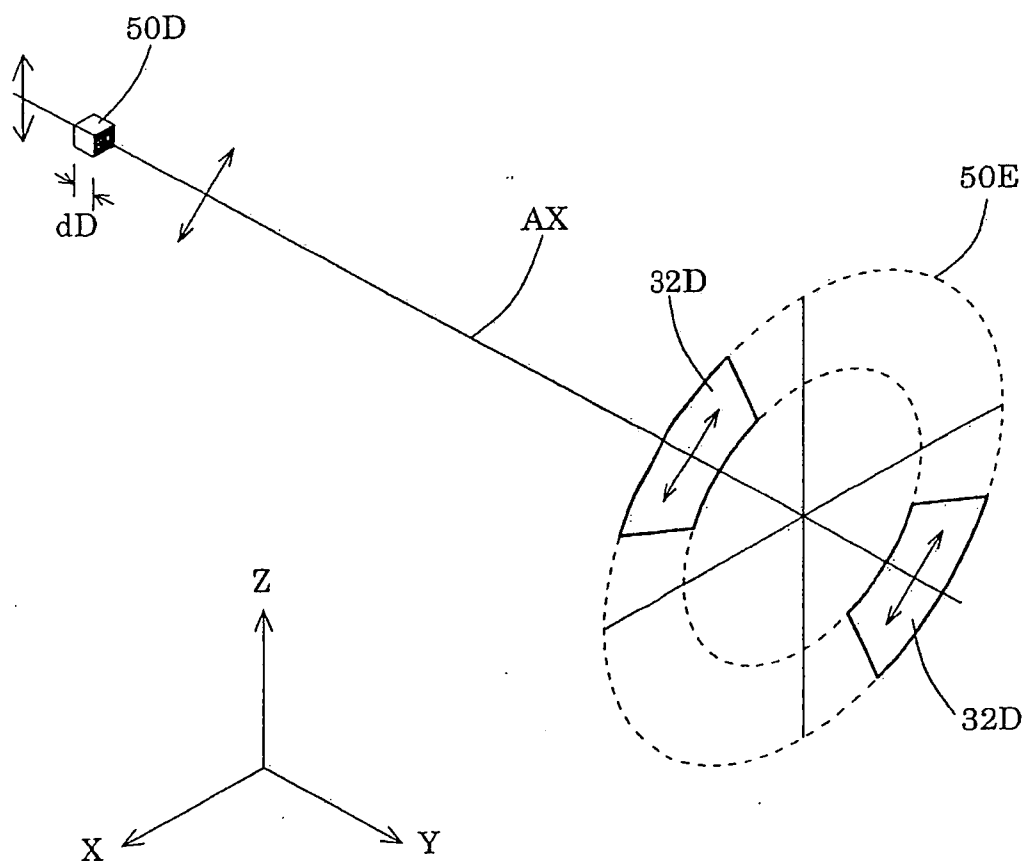


圖 16

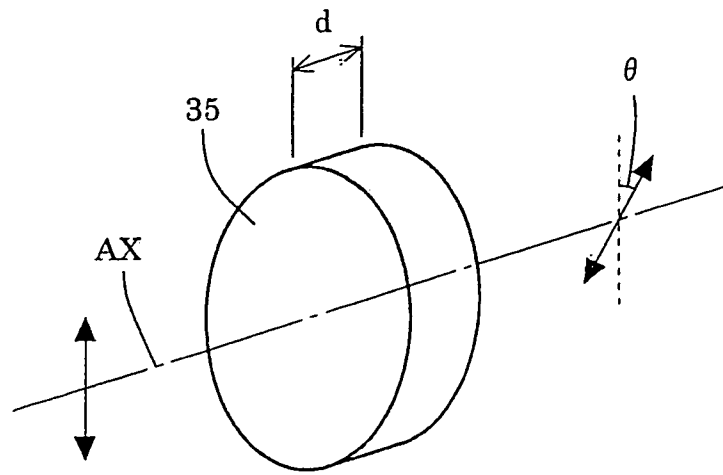


圖 17

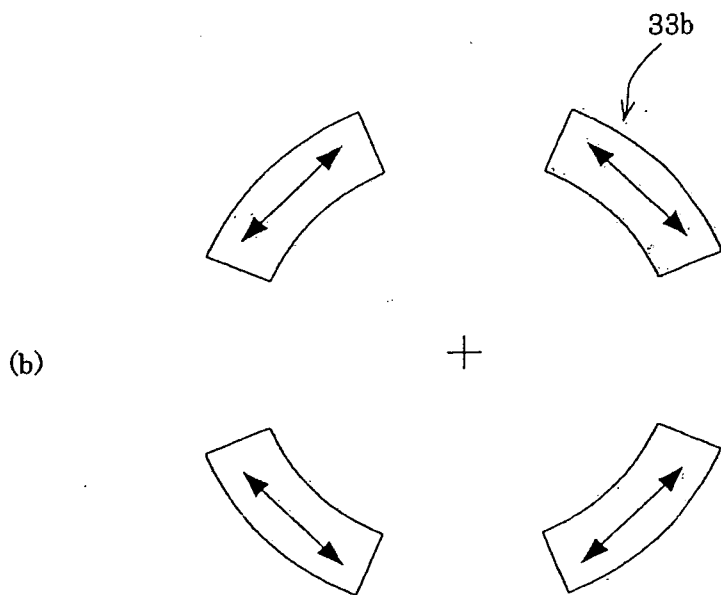
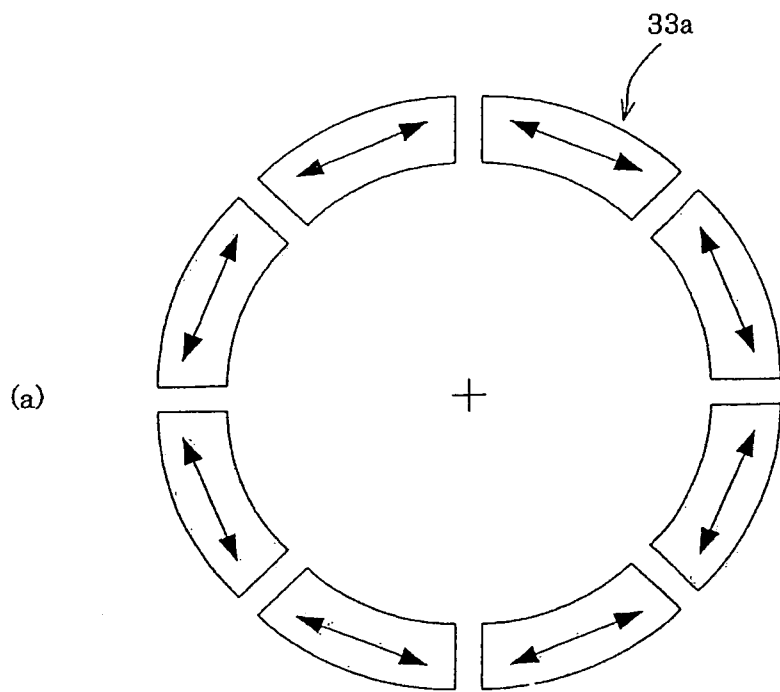


圖 18



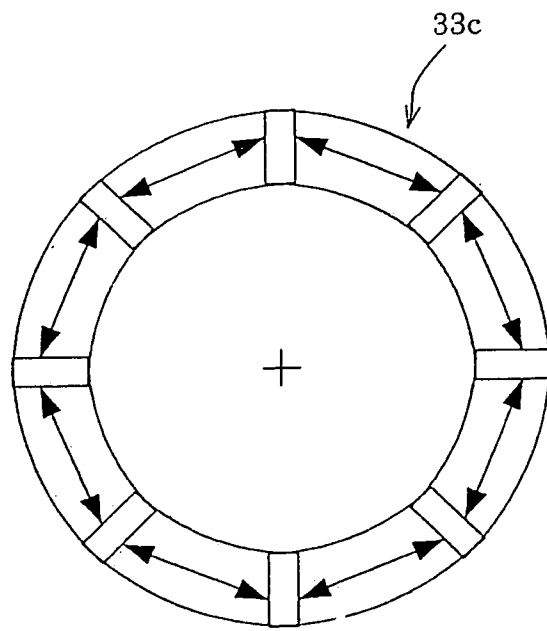


圖 19

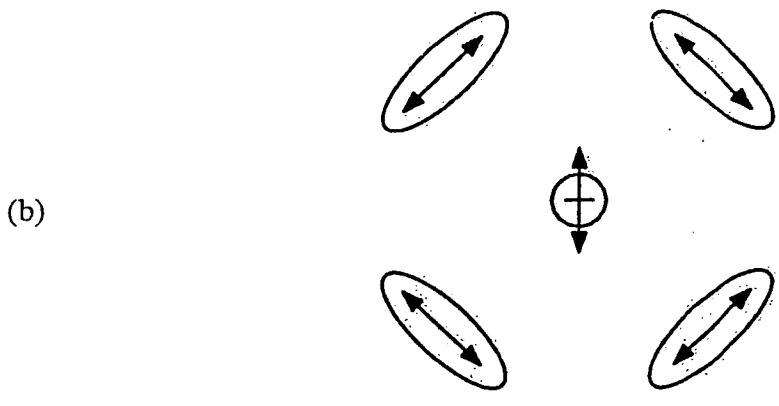
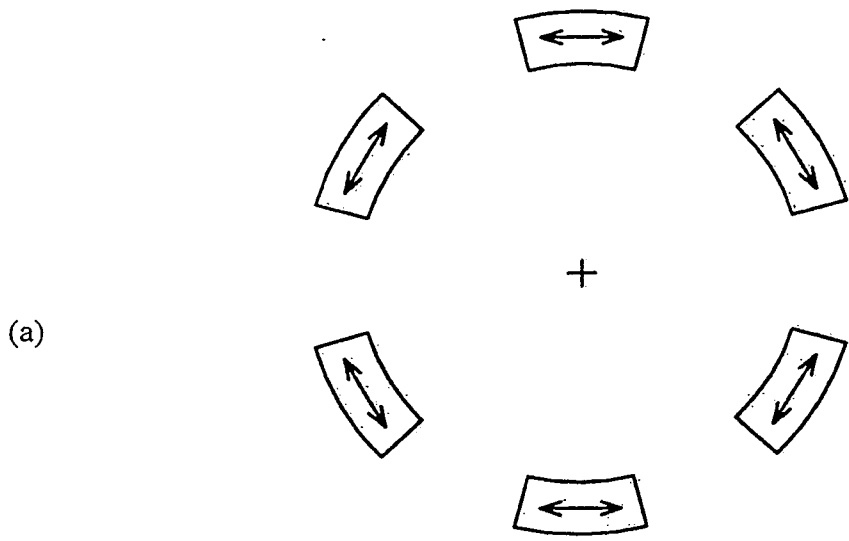


圖 20

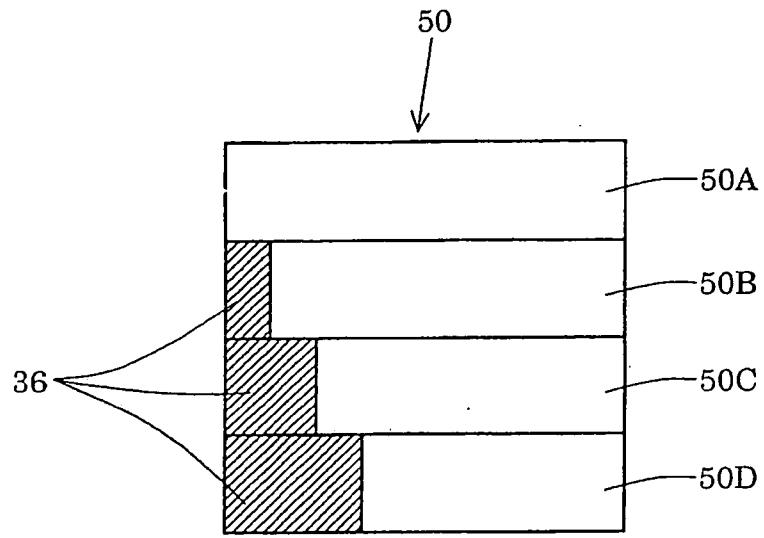


圖 21

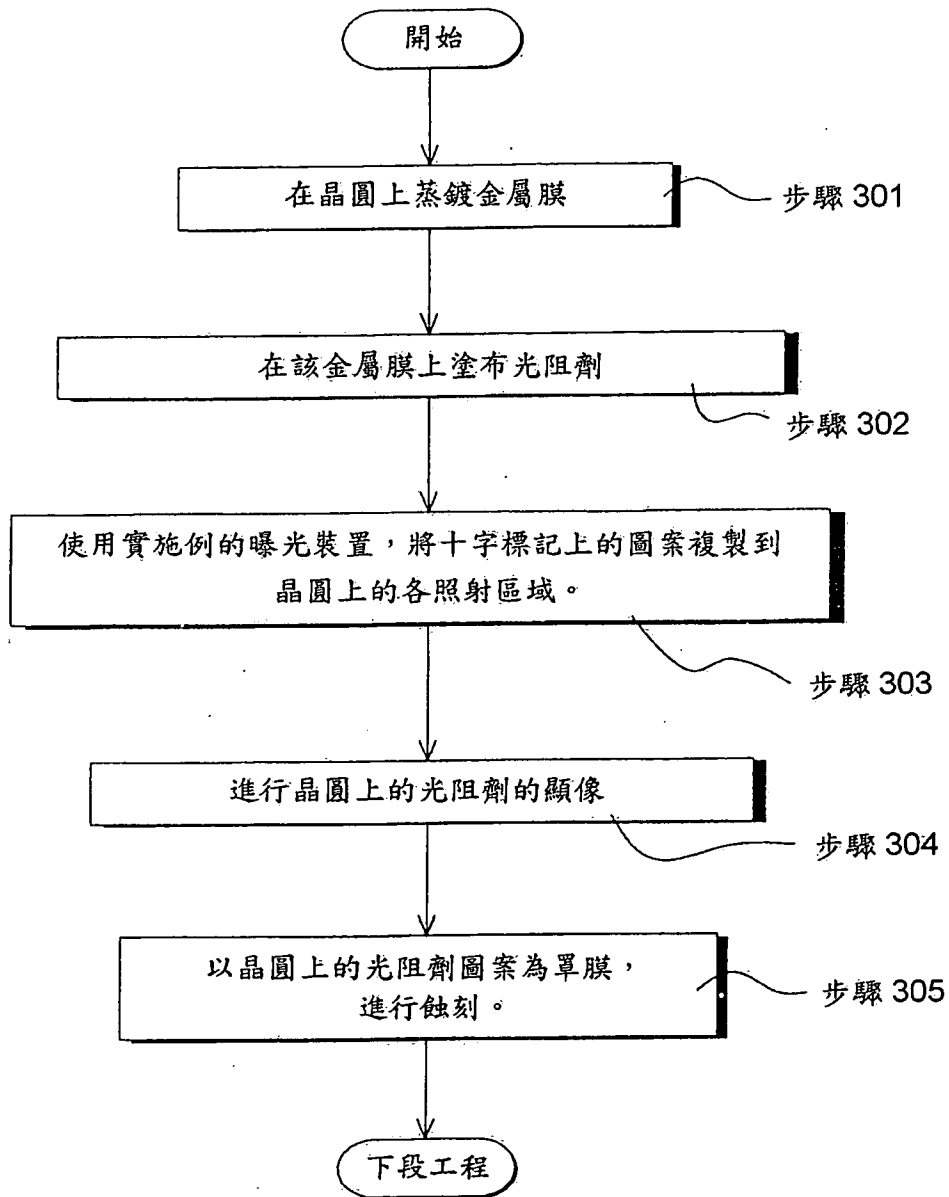


圖 22

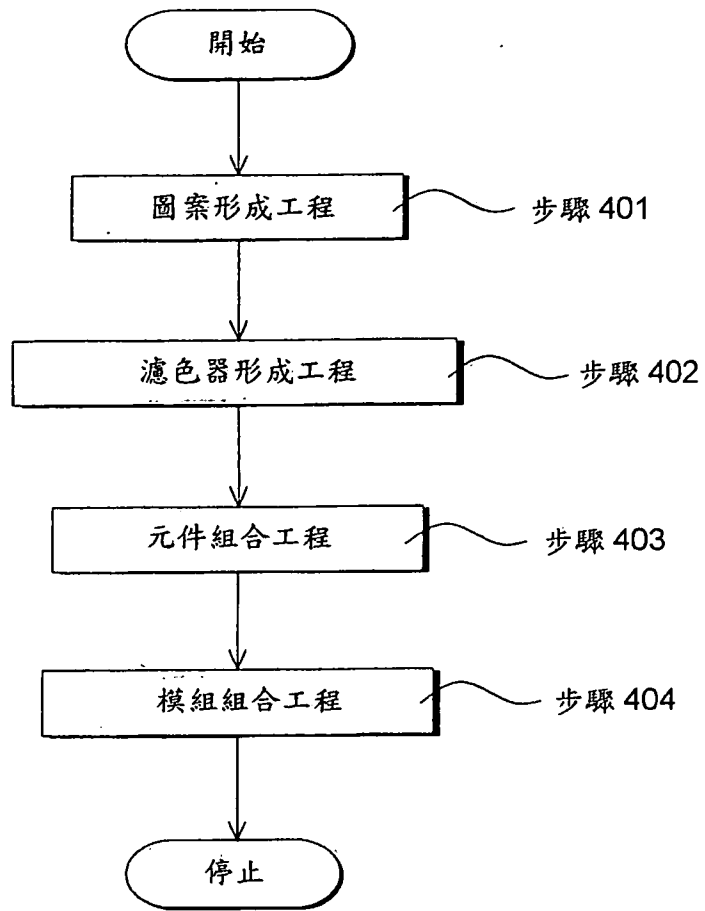


圖 23