



(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 I598633 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 09 月 11 日

(21)申請案號：104122159 (22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 08 日

(51)Int. Cl. : **G02B17/06 (2006.01)** **G02B19/00 (2006.01)**
G02B5/10 (2006.01) **G03F7/20 (2006.01)**

(30)優先權：2014/08/05 日本 2014-159144
2014/09/11 日本 2014-184748

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

(72)發明人：川島春名 KAWASHIMA, HARUNA (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

| | | | |
|----|------------|----|------------|
| TW | 489379 | TW | 201131320A |
| CN | 1401065A | CN | 1809785A |
| CN | 101878655A | JP | 4640688B2 |

審查人員：黃同慶

申請專利範圍項數：34 項 圖式數：26 共 100 頁

(54)名稱

光源設備，照明裝置，曝光設備，及裝置製造方法

LIGHT SOURCE APPARATUS, ILLUMINATION DEVICE, EXPOSURE APPARATUS, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(57)摘要

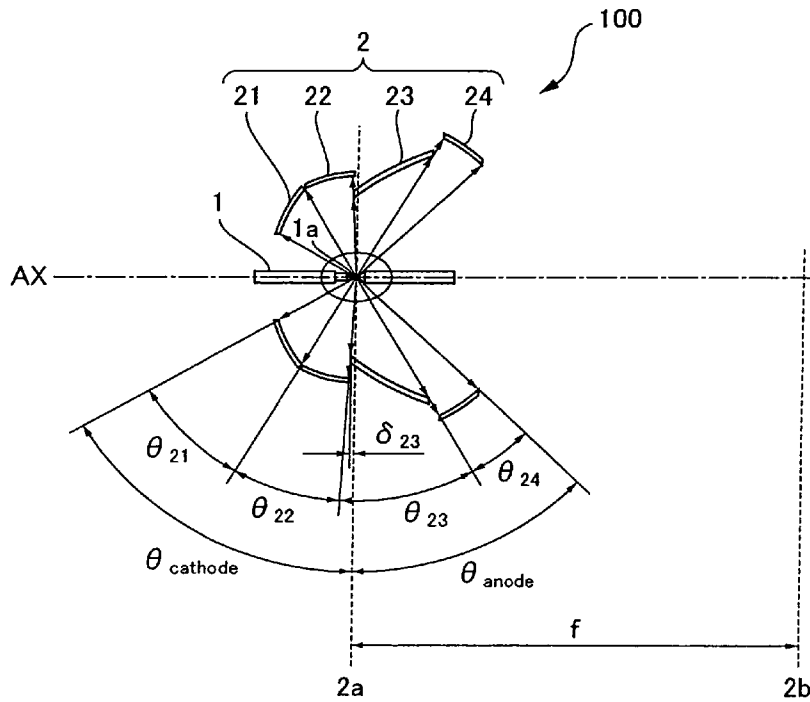
本發明提供一種光源設備，其包括：被建構為從具有預先決定的尺寸的發光區域發射光束的光源；和被建構為會聚光束而允許光束離開至外面的聚光器。該發光區域具有旋轉對稱的發光強度分佈。該聚光器旋轉對稱於被定義為發光區域的旋轉對稱軸的光軸、被設置為包圍該發光區域、並且四個或更多個反射鏡，每一反射鏡具有用於反射從該發光區域發射的光束的反射表面。該四個或更多個反射鏡包含反射表面為橢圓形的橢圓表面反射鏡和反射表面為球面的球面反射鏡。該橢圓表面反射鏡和該球面反射鏡沿該光軸的方向被交替佈置，並且被一個球面反射鏡反射的光束進一步被跨著該發光區域相對設置的一個橢圓表面反射鏡反射，而允許光束離開至外面。

Provided is a light source apparatus that includes a light source configured to emit a light flux from an emission region having a predetermined size; and a condenser configured to condense the light flux so as to allow the light flux to exit to the outside. The emission region has a rotationally symmetrical emission intensity distribution. The condenser is rotationally symmetrical about the optical axis defined as the rotationally symmetrical axis of the emission region, is disposed so as to surround the emission region, and has four or more reflection mirrors each having a reflecting surface for reflecting the light flux emitted from the emission region. The four or more reflection mirrors include elliptical surface reflection mirrors of which the reflecting surface is elliptical and spherical surface reflection mirrors of which the reflecting surface is spherical. The elliptical surface reflection mirrors and the spherical surface reflection mirrors are alternately arranged in the direction of the optical axis, and a light flux reflected by the one spherical surface reflection

mirror is further reflected by the one elliptical surface reflection mirror oppositely disposed across the emission region so as to allow the light flux to exit to the outside.

指定代表圖：

圖 1



符號簡單說明：

- 1 . . . 光源
- 1a . . . 發光點(發光區域)
- 2a . . . 第一輔助線
- 2b . . . 第二輔助線
- 2 . . . 聚光器
- 21 . . . 第一反射鏡
- 22 . . . 第二反射鏡
- 23 . . . 第三反射鏡
- 24 . . . 第四反射鏡
- 100 . . . 光源設備
- AX . . . 光軸
- θ_{21} . . . 角度
- θ_{22} . . . 角度
- θ_{23} . . . 角度
- θ_{24} . . . 角度
- $\theta_{cathode}$. . . 預先決定的角度
- θ_{anode} . . . 預先決定的角度
- δ_{23} . . . 距離

發明摘要

※申請案號：104122159

※申請日：104年07月08日

※IPC分類： G02B 17/06 (2006.1)
G02B 19/00 (2006.1)
G02B 5/10 (2006.1)
G03F 7/20 (2006.1)

【發明名稱】(中文/英文)

光源設備，照明裝置，曝光設備，及裝置製造方法

Light source apparatus, illumination device, exposure apparatus, and
device manufacturing method

【中文】

本發明提供一種光源設備，其包括：被建構為從具有預先決定的尺寸的發光區域發射光束的光源；和被建構為會聚光束而允許光束離開至外面的聚光器。該發光區域具有旋轉對稱的發光強度分佈。該聚光器旋轉對稱於被定義為發光區域的旋轉對稱軸的光軸、被設置為包圍該發光區域、並且四個或更多個反射鏡，每一反射鏡具有用於反射從該發光區域發射的光束的反射表面。該四個或更多個反射鏡包含反射表面為橢圓形的橢圓表面反射鏡和反射表面為球面的球面反射鏡。該橢圓表面反射鏡和該球面反射鏡沿該光軸的方向被交替佈置，並且被一個球面反射鏡反射的光束進一步被跨著該發光區域相對設置的一個橢圓表面反射鏡反射，而允許光束離開至外面。

【英文】

Provided is a light source apparatus that includes a light source configured to emit a light flux from an emission region having a predetermined size; and a condenser configured to condense the light flux so as to allow the light flux to exit to the outside. The emission region has a rotationally symmetrical emission intensity distribution. The condenser is rotationally symmetrical about the optical axis defined as the rotationally symmetrical axis of the emission region, is disposed so as to surround the emission region, and has four or more reflection mirrors each having a reflecting surface for reflecting the light flux emitted from the emission region. The four or more reflection mirrors include elliptical surface reflection mirrors of which the reflecting surface is elliptical and spherical surface reflection mirrors of which the reflecting surface is spherical. The elliptical surface reflection mirrors and the spherical surface reflection mirrors are alternately arranged in the direction of the optical axis, and a light flux reflected by the one spherical surface reflection mirror is further reflected by the one elliptical surface reflection mirror oppositely disposed across the emission region so as to allow the light flux to exit to the outside.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(1)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1：光源

1a：發光點(發光區域)

2a：第一輔助線

2b：第二輔助線

2：聚光器

21：第一反射鏡

22：第二反射鏡

23：第三反射鏡

24：第四反射鏡

100：光源設備

AX：光軸

θ_{21} ：角度

θ_{22} ：角度

θ_{23} ：角度

θ_{24} ：角度

θ_{cathode} ：預先決定的角度

θ_{anode} ：預先決定的角度

δ_{23} ：距離

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

光源設備，照明裝置，曝光設備，及裝置製造方法

Light source apparatus, illumination device, exposure apparatus, and
device manufacturing method

【技術領域】

[0001] 本發明涉及光源設備、照明裝置、曝光設備和裝置製造方法。

【先前技術】

[0002] 透過投影光學系統將形成在原片(original)(標線片或類此者)上的圖案轉印到基板(表面塗敷有抗蝕劑層的晶圓或類此者)上的曝光設備被使用在包含於半導體裝置及類此者的製造步驟中的光刻步驟中。曝光設備包括用從光源設備發射的光束照射原片的照明裝置，該光源設備會聚和發射從光源發射的光束。日本專利第 4640688 號公開了使用高壓水銀燈作為光源並使用橢圓鏡作為聚光器的光源設備(照明裝置)。在光源設備中，高壓水銀燈的發光點位於橢圓鏡的第一焦點的附近，以在橢圓鏡的第二焦點附近會聚從發光點發射的光束。日本專利第 3151534 號公開了使用二段結構聚光器的光源設備(光源單元)，該二段結構聚光器被配置為從橢圓鏡的第一焦點到第二焦點依次

包含橢圓鏡和球面鏡，以減少由此會聚的光束的最大入射角。另一方面，日本專利第 4705852 號公開了使用二段結構聚光器的光源設備，該二段結構聚光器被配置為從橢圓鏡的第一焦點到第二焦點依次包含球面鏡和橢圓鏡，以減少由此會聚的光束的會聚直徑。日本專利公開第 2001-358071 號公開了藉由將圓錐稜鏡插入到光源側的蠅眼透鏡的光瞳位置中使得在其間放置透鏡以將圓形的二次光源的圖像變為環形的曝光設備。

[0003] 但是，在以上的專利文獻公開的這些技術中，不能同時減小被聚光器會聚的光束的最大入射角和會聚直徑以及構成聚光器的會聚鏡的最大直徑。因此，在更有效地利用從光源發射的光束上，存在改善的空間。

【發明內容】

[0004] 本發明是在上述的環境下提出的，並且，本發明的目的是要提供例如有利於從光源發射的光束的利用效率的光源設備。

[0005] 根據本發明的一個態樣，一種光源設備被提供，該光源設備包括：光源，其被建構來從具有預先決定的尺寸的發光區域發射光束；及聚光器，其被建構來會聚光束用以允許光束(light flux)離開至外面，其中，該發光區域具有旋轉對稱的發光強度分佈，該聚光器旋轉對稱於被定義為該發光區域的旋轉對稱軸的該光軸、被設置為包圍該發光區域、且具有四個或更多個反射鏡，每一反射鏡

具有用於反射從發光區域發射的光束的反射表面，該四個或更多個反射鏡包含橢圓表面反射鏡，其反射表面為橢圓形、和球面反射鏡，其反射表面為球面，及該等橢圓表面反射鏡和球面反射鏡沿該光軸的方向被交替地設置，並且，一被一球面反射鏡反射的光束被一個跨越該發光區域相對地設置的橢圓表面反射鏡進一步反射，用以允許該光束離開至外面。

● [0006] 本發明的其他特徵從參照附圖對示範性實施例的以下描述中將變得清晰。

【圖式簡單說明】

[0007] 圖 1 是示出根據本發明的第一實施例的光源設備的組態的圖式。

[0008] 圖 2A 是示出根據第一實施例的聚光器的會聚狀態的圖式。

● [0009] 圖 2B 是示出根據第一實施例的聚光器的會聚狀態的圖式。

[0010] 圖 2C 是示出根據第一實施例的聚光器的會聚狀態的圖式。

[0011] 圖 3A 是示出根據第一實施例的伸出形狀的第三反射鏡的圖式。

[0012] 圖 3B 是示出根據第一實施例的伸出形狀的第三反射鏡的圖式。

[0013] 圖 4 是示出根據第一實施例的聚光器的最大

會聚直徑等的圖式。

[0014] 圖 5A 是示出根據本發明的第二實施例的光源設備的組態的圖式。

[0015] 圖 5B 是示出根據本發明的第二實施例的光源設備的組態的圖式。

[0016] 圖 6 是示出根據本發明的第三實施例的光源設備的組態的圖式。

[0017] 圖 7A 是示出根據本發明的第四實施例的光源設備的組態的圖式。

[0018] 圖 7B 是示出根據本發明的第四實施例的光源設備的組態的圖式。

[0019] 圖 8A 是示出根據本發明的一個實施例的照明裝置的組態的圖式。

[0020] 圖 8B 是示出根據本發明的一個實施例的照明裝置的組態的圖式。

[0021] 圖 9 是示出根據本發明的一個實施例的曝光設備的組態的圖式。

[0022] 圖 10A 是示出圓錐稜鏡被應用於照明系統的情況的圖式。

[0023] 圖 10B 是示出圓錐稜鏡被應用於照明系統的情況的圖式。

[0024] 圖 10C 是示出圓錐稜鏡被應用於照明系統的情況的圖式。

[0025] 圖 11A 是示出傳統的光源設備的第一例子的

組態的圖式。

[0026] 圖 11B 是示出傳統的光源設備的第一例子的組態的圖式。

[0027] 圖 11C 是示出傳統的光源設備的第一例子的組態的圖式。

[0028] 圖 12A 是示出傳統的光源設備的第二例子的組態的圖式。

[0029] 圖 12B 是示出傳統的光源設備的第二例子的組態的圖式。

[0030] 圖 13 是示出根據本發明的一個實施例的曝光設備的組態的圖式。

[0031] 圖 14A 是用於解釋光強度分佈的、示出照明系統的組態的圖式。

[0032] 圖 14B 是用於解釋光強度分佈的、示出照明系統的組態的圖式。

[0033] 圖 15A 是用於解釋光強度分佈的、示出照明系統的組態的圖式。

[0034] 圖 15B 是用於解釋光強度分佈的、示出照明系統的組態的圖式。

[0035] 圖 16A 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第一例子的圖式。

[0036] 圖 16B 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第一例子的圖式。

[0037] 圖 16C 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度

分佈的第一例子的圖式。

[0038] 圖 16D 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第一例子的圖式。

[0039] 圖 17A 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第二例子的圖式。

[0040] 圖 17B 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第二例子的圖式。

[0041] 圖 17C 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第二例子的圖式。

[0042] 圖 17D 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第二例子的圖式。

[0043] 圖 18A 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第三例子的圖式。

[0044] 圖 18B 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第三例子的圖式。

[0045] 圖 18C 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第三例子的圖式。

[0046] 圖 18D 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第三例子的圖式。

[0047] 圖 19A 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第四例子的圖式。

[0048] 圖 19B 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第四例子的圖式。

[0049] 圖 19C 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度

分佈的第四例子的圖式。

[0050] 圖 19D 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第四例子的圖式。

[0051] 圖 20A 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第五例子的圖式。

[0052] 圖 20B 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第五例子的圖式。

[0053] 圖 20C 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第五例子的圖式。

[0054] 圖 20D 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第五例子的圖式。

[0055] 圖 21A 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第六例子的圖式。

[0056] 圖 21B 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第六例子的圖式。

[0057] 圖 21C 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第六例子的圖式。

[0058] 圖 21D 是示出由聚光鏡形成的光束的光強度分佈的第六例子的圖式。

[0059] 圖 22 是示出橢圓鏡和球面鏡的移動步驟的流程的流程圖。

[0060] 圖 23 是示出二次光源的調整步驟的流程的流程圖。

[0061] 圖 24 是示出用於解釋光強度分佈的照明系統

的另一組態的圖式。

[0062] 圖 25A 是示出用於解釋光強度分佈的照明系統的另一組態的圖式。

[0063] 圖 25B 是示出用於解釋光強度分佈的照明系統的另一組態的圖式。

[0064] 圖 26A 是示出用於解釋光強度分佈的照明系統的另一組態的圖式。

[0065] 圖 26B 是示出用於解釋光強度分佈的照明系統的另一組態的圖式。

【實施方式】

[0066] 本發明的較佳實施例將參照附圖於下文中描述。

(第一實施例)

[0067] 首先，將描述根據本發明的第一實施例的光源設備。根據本實施例的光源設備被用於例如被設置在曝光設備中的照明裝置(照明系統)中並且向預先決定的位置(區域)發射光束，該曝光設備被用於包含於半導體裝置的製造步驟中的光刻步驟中。在下文中，為了闡明根據本實施例的光源設備的特徵，首先將描述兩個傳統的光源設備，然後將描述與傳統的光源設備相比的根據本實施例的光源設備。

[0068] 作為傳統光源設備的第一例子，圖 11A~11C

是示出光源設備 500 的組態的示意剖面圖，在該光源設備 500 中，光源 1 是高壓水銀燈，並且聚光器是單一橢圓鏡（橢圓表面反射鏡）。在這些圖中，圖 11A 是示出被具有不同的偏心的分別關於光軸 AX 具有旋轉對稱形狀的大小兩個橢圓鏡反射的光束的反射角度與被光源 1 發射的光束的輻射角度之間的關係的圖式。光源 1 具有兩個電極，即陰極和陽極，並且從形成在電極之間並且具有預先決定的尺寸的發光點（發光區域）1a 發射出光束。該發光點 1a 具有旋轉對稱的發光強度分佈。可以說，光軸 AX 是發光點 1a 的旋轉對稱軸。此時，從光源 1 發射的光束的一部分被位於發光點 1a 的附近的陰極和陽極遮蔽，因此，輻射角度限於通過使用第一輔助線 2a 作為邊界所代表的預先決定的角度 θ_{cathode} 和預先決定的角度 θ_{anode} 的範圍。具有大的外徑的第一橢圓鏡 210 和具有小的外徑的第二橢圓鏡 230 在光軸 AX 上共用兩個焦點，並且，通過第一橢圓鏡 210 反射光束的角度 θ_{210} 等於通過第二橢圓鏡 230 反射光束的角度 θ_{230} 。第一輔助線 2a 是在光軸 AX 上的第一焦點的位置繪製的線，並且，第二輔助線 2b 是在光軸 AX 上的第二焦點的位置繪製的線。在圖 11A~11C 中，第一焦點與第二焦點之間的距離（兩個焦點之間的距離）由符號“f”表示。在光源 1 中，橢圓鏡 210 和 230 被定位為使得發光點 1a 實質上與橢圓鏡 210 和 230 中的每一個的第一焦點一致。

[0069] 圖 11B 是示出通過第二橢圓鏡 230 會聚的光

束的最大會聚直徑 Φ_{230} 和最大會聚角度 Ψ_{230} 以及第二橢圓鏡 230 的最大反射鏡外徑 D_{230} 的圖式。應指出的是，圖 11B 是光源 1 的一般圖式的簡化表示，其示出從具有預先決定的尺寸的發光點 1a 的最外周邊發射的光束的會聚狀態，並且，明確示出第一焦點 $FP1$ 、第二焦點 $FP2$ 、反射點 PI_{230} 和反射點 PO_{230} 。首先，基於第二橢圓鏡 230 的反射表面由連續顯微面 (microscopic plane) 構成的假定考慮光束的會聚直徑。如果反射點 PI_{230} 是顯微面，那麼反射點 PI_{230} 處的人射光束的擴展角度可近似等於反射光的擴展角度。類似地，反射點 PO_{230} 處的人射光束的擴展角度可近似等於反射光的擴展角度。當反射點處的人射光束的擴展角度等於反射光的擴展角度時，可通過將發光點 1a 的直徑乘以從反射點到第二焦點 $FP2$ 的距離與從反射點到第一焦點 $FP1$ 的距離的比來近似由反射光形成的會聚直徑。因此，最大會聚直徑 Φ_{230} 是由在第二橢圓鏡 230 上的最接近發光點 1a 的反射點 PI_{230} 處反射的光在與包含第二焦點 $FP2$ 的光軸 AX 垂直的面上形成的擴展。相反地，最大會聚角度 Ψ_{230} 是由在第二橢圓鏡 230 上的最接近第二焦點 $FP2$ 的反射點 PO_{230} 處反射的光束中的分別在光軸 AX 上具有位置更接近第一焦點 $FP1$ 側的交點的光束所形成的角度。最大反射鏡外徑 D_{230} 是由第二橢圓鏡 230 的第二焦點 $FP2$ 側的開口形成的外徑。如果由第二橢圓鏡 230 會聚的光束的最大會聚直徑隨著第二橢圓鏡 230 的兩個焦點 $FP1$ 和 $FP2$ 被固定而減小的話，則從最接

近發光點 1a 的橢圓鏡上的反射點到第一焦點 FP1 的距離會增大。

[0070] 圖 11C 是示出被第一橢圓鏡 210 會聚的光束的最大會聚直徑 Φ_{210} 和最大會聚角度 Ψ_{210} 以及第一橢圓鏡 210 的最大反射鏡外徑 D210 的圖式。應指出的是，圖 11C 也是光源 1 的一般圖式的簡化表示，其示出從具有預先決定的尺寸的發光點 1a 的最外周邊發射的光束的會聚狀態，並且，明確示出第一焦點 FP1、第二焦點 FP2、反射點 PI210 和反射點 PO210。與第二橢圓鏡 230 一樣地，第一橢圓鏡 210 的最大會聚直徑 Φ_{210} 是由在第一橢圓鏡 210 上的最接近發光點 1a 的反射點 PI210 處所反射的光在與包含第二焦點 FP2 的光軸 AX 垂直的面上形成的擴展。在此處，最大會聚直徑 Φ_{210} 比第二橢圓鏡 230 的最大會聚直徑 Φ_{230} 小。最大會聚角度 Ψ_{210} 比第二橢圓鏡 230 的最大會聚角度 Ψ_{230} 大。最大反射鏡外徑 D210 比第二橢圓鏡 230 的最大反射鏡外徑 D230 大。

[0071] 如上所述，在聚光器是單個橢圓鏡的傳統光源設備 500 中，即使橢圓鏡的形狀(偏心率)改變，也不能同時減小聚光器的最大會聚直徑 Φ 、最大會聚角度 Ψ 和最大反射鏡外徑 D 的值。

[0072] 作為傳統的光源設備的第二例子，圖 12A 和圖 12B 是示出光源設備 600 的組態的示意剖面圖，在該光源設備 600 中，光源 1 是高壓水銀燈，並且聚光器是被配置為依次包含一個橢圓鏡(橢圓表面反射鏡)和一個球面鏡

(球面反射鏡)的二段結構聚光器。在這些圖中，圖 12A 是示出分別被關於光軸 AX 具有旋轉對稱形狀的第一橢圓鏡 2101 和第一球面鏡 2102 反射的光束的反射角度與由光源 1 發射光束的輻射角度之間的關係的圖式。第一橢圓鏡 2101 和第一球面鏡 2102 被定義為替代第一例子中的第一橢圓鏡 210 的二段結構聚光器，並且，第一橢圓鏡 2101 被配置為使得第二焦點 FP2 側的第一例子中的第一橢圓鏡 210 的開口減小。圖 12A 示出第二焦點 FP2 側的第一橢圓鏡 2101 的開口的尺寸等於第二焦點 FP2 側的第一例子中的第二橢圓鏡 230 的開口的尺寸(D230)的情況。第一球面鏡 2102 的中心點實質上處於第一橢圓鏡 2101 的第一焦點的同一位置處。第二焦點 FP2 側的第一球面鏡 2102 的反射角度與第二焦點 FP2 側的光源 1 的輻射角度 θ_{anode} 相同。第一輔助線 2a 側的第一橢圓鏡 2101 的開口端被懸突伸出一橫跨第一輔助線 2a 向第一球面鏡 2102 伸出的距離 δ_{2101} ，該距離是由光源 1 的陰極與陽極之間的間隔決定。這是由於，如果第一球面鏡 2102 的開口端向第一輔助線 2a 延伸，那麼，要避免多重反射的重複使得被第一球面鏡 2102 返回到光源 1 的發光點 1a 附近的光束的一部分再一次被第一球面鏡 2102 反射。

[0073] 圖 12B 是示出被包含第一橢圓鏡 2101 和第一球面鏡 2102 的聚光器會聚的光束的最大會聚直徑 Φ_{2101} 和最大會聚角度 Ψ_{2101} 以及所述聚光器的最大反射鏡外徑 D2101 的圖式。應指出的是，圖 12B 是光源 1 的一般圖式

的簡化表示，示出從具有預先決定的尺寸的發光點 1a 的最外周邊發射的光束的會聚狀態，並且，明確示出第一焦點 FP1、第二焦點 FP2、反射點 PI2101 和反射點 PO2101。由於第一橢圓鏡 2101 是第一例子中的第一橢圓鏡 210 的一部分，因此，最大會聚直徑 Φ_{2101} 等於第一例子中的第一橢圓鏡 210 的最大會聚直徑 Φ_{210} ，但比第二橢圓鏡 230 的最大會聚直徑 Φ_{230} 小。如上面描述的，由於那樣第二焦點 FP2 側的第一橢圓鏡 2101 的開口的尺寸被定義為等於第二焦點 FP2 側的第一例子中的第二橢圓鏡 230 的開口的尺寸，因此，最大會聚角度 Ψ_{2101} 比第一例子中的第二橢圓鏡 230 的最大會聚角度 Ψ_{230} 小。在此處，最大反射鏡外徑 D2102 是第一球面鏡 2102 的外徑，因此比第一例子中的第二橢圓鏡 230 的最大反射鏡外徑 D230 大。

[0074] 如上所述，即使在聚光器是被配置為依次包含一個橢圓鏡和一個球面鏡的二段結構聚光器的傳統光源設備 600 中，也不能同時減小聚光器的最大會聚直徑 Φ 、最大會聚角度 Ψ 和最大反射鏡外徑 D 的值。應指出的是，這同樣適用於聚光器是被配置為依次包含一個橢圓鏡和一個球面鏡的二段結構聚光器的傳統光源設備。例如，如果最大會聚直徑 Φ 與圖 11C 所示的狀態相比更多地減小，那麼最大會聚角度 Ψ 和最大反射鏡外徑 D 增大。

[0075] 因此，在根據本實施例的光源設備中，使用包含交替設置分別關於光軸 AX 具有旋轉對稱形狀的兩個橢圓鏡和兩個球面鏡的四個反射鏡的聚光器，以同時減小

聚光器的最大會聚直徑 Φ 、最大會聚角度 Ψ 和最大反射鏡外徑 D 的值。

[0076] 圖 1 是根據本實施例的光源設備 100 的組態的示意剖面圖。圖 1 與用於在相同的描述條件等下描述傳統光源設備 500 的圖 11A 對應。與傳統光源設備同樣，光源設備 100 包含作為高壓水銀燈的光源 1 和作為四段結構反射鏡的聚光器 2。首先，第一反射鏡 21 和第三反射鏡 23 是具有不同的偏心率 of 的反射表面為橢圓的橢圓鏡，並且在光軸 AX 上共用兩個焦點。其中，第一反射鏡 21 可表示為傳統的第一橢圓鏡 210 的一部分，並且，第三反射鏡 23 可表示為第二橢圓鏡 230 的一部分。另一方面，第二反射鏡 22 和第四反射鏡 24 是反射表面為球面的球面鏡，並且，它們的中心點處於實質上與由第一反射鏡 21 和第三反射鏡 23 共用的第一焦點 FP1 相同的位置處。

[0077] 在圖 1 中，分別被第一反射鏡 21、第二反射鏡 22、第三反射鏡 23 和第四反射鏡 24 反射的光束的角度的範圍分別表示為 θ_{21} 、 θ_{22} 、 θ_{23} 和 θ_{24} 。在此處，較佳地 θ_{21} 和 θ_{22} 、 θ_{22} 和 θ_{23} 、以及 θ_{23} 和 θ_{24} 是實質上連續的。更佳地被聚光器 2 反射光束的角度的範圍 $(\theta_{21} + \theta_{22} + \theta_{23} + \theta_{24})$ 實質上等於由光源 1 發射光束的角度的範圍 $(\theta_{\text{cathode}} + \theta_{\text{anode}})$ 。假定被第一反射鏡 21 反射的光束的角度的範圍 $\theta_{21}(\theta)$ 和被第四反射鏡 24 反射的光束的角度的範圍 $\theta_{24}(\theta')$ 滿足 $\theta_{21} \geq \theta_{24} (\theta \geq \theta')$ 的關係。另一方面，被第二反射鏡 22 反射的光束的角度的範圍 $\theta_{22}(\theta')$ 和

被第三反射鏡 23 反射的光束的角度的範圍 $\theta_{23}(\theta)$ 滿足 $\theta_{22} \leq \theta_{23}$ 的關係。並且，第三反射鏡 23 被懸突一橫跨第一輔助線 2a 向第二反射鏡 22 伸出的距離 δ_{23} ，該距離是由光源 1 的陰極和陽極之間的時間隔來決定。

[0078] 圖 2A~2C 是根據圖 1 所示的組態的聚光器 2 的會聚狀態的示意剖面圖。其中，圖 2A 是示出作為橢圓鏡的第一反射鏡 21 和第三反射鏡 23 中的每一個的會聚狀態的圖式。從光源 1 發射的光束的一部分被第一反射鏡 21 反射，並且，以角度 θ'_{21} 會聚於第二焦點處。另一方面，從光源 1 發射的光束的另一部分被第三反射鏡 23 反射，並且，以角度 θ'_{23} 會聚於第二焦點處。這裏，較佳地在第二焦點處會聚光束的角度 θ'_{21} 和 θ'_{23} 是實質上連續的。

[0079] 圖 2B 是示出作為球面鏡的第四反射鏡 24 的會聚狀態的圖式。從光源 1 發射的光束的一部分被第四反射鏡 24 反射、返回到發光點 1a 的附近、被第一反射鏡 21 反射、然後會聚於第二焦點處。在此處，如上面描述的那樣將角度的範圍 θ_{21} 與 θ_{24} 之間的關係設定為 $\theta_{21} \geq \theta_{24}$ 的原因在於，被第四反射鏡 24 返回到發光點 1a 的附近的所有光束適於被第一反射鏡 21 反射。

[0080] 圖 2C 是示出作為球面鏡的第二反射鏡 22 的會聚狀態的圖式。從光源 1 發射的光束的一部分被第二反射鏡 22 反射、返回到發光點 1a 的附近、被第三反射鏡 23 反射、然後會聚於第二焦點處。在此處，如上面描述

的那樣將角度的範圍 θ_{22} 與 θ_{23} 之間的關係設定為 $\theta_{22} \leq \theta_{23}$ 的原因在於，被第二反射鏡 22 返回到發光點 1a 的附近的所有光束適於被第三反射鏡 23 反射。

[0081] 接下來，將描述第三反射鏡 23 如上面描述的那樣橫跨第一輔助線 2a 向第二反射鏡 22 懸突伸出一距離 δ_{23} 的原因。圖 3A 和圖 3B 是帶著第三反射鏡 23 的懸突伸出形狀示出第二反射鏡 22 和第三反射鏡 23 的示意剖面圖。在圖 3A 和圖 3B 中，為了解釋，另外提供第一焦點 FP1、第二焦點 FP2 和點 p1~p9。在此處，將著眼於從發光點 1a 的中心發射的光束中的穿過第三反射鏡 23 的開口端的光束進行描述。

[0082] 圖 3A 是示出作為比較例的第三反射鏡 23 的開口端不橫跨第二輔助線 2a 向第二反射鏡 22 懸突伸出的情況的圖式。首先，從發光點 1a 的中心發射的光束的一部分在第二反射鏡 22 上的橫跨第一焦點 FP1 具有相對關係的反射點 p1 和反射點 p2 之間重複多重反射，並因此不會到達第二焦點 FP2。一光束(其為從發光點 1a 的端部處的點 p3 發射的光束的一部分並且穿過了第三反射鏡 23 的開口端的附近的光束)在圖 3A 中位於第二反射鏡 22 的反射點 p1 左側的反射點 p4 處被反射，然後在第二反射鏡 22 上的反射點 p5 處被再次反射。在反射點 p5 處被反射的光束在光束以從第二反射鏡 22 的一次額外反射的量降低光強度的狀態下在第三反射鏡 23 上的反射點 p6 處被反射，並然後到達第二焦點 FP2。一光束(其為從發光點 1a

的端部的點 p3 發射的光束的一部分並且在圖 3A 中位於第二反射鏡 22 上的反射點 p4 左側的反射點 p7 處被反射的光束)係藉由穿過第二反射鏡 22 與第三反射鏡 23 之間的邊界向外部發散，因此不會到達第二焦點 FP2。此外，一光束(其為從發光點 1a 的端部的點 p3 發射的光束的一部分並且在在圖 3A 中處於第二反射鏡 22 上的反射點 p7 左側的點處被反射的光束)(未示出)被第三反射鏡 23 反射，並然後到達第二焦點 FP2。如上所述，如果第三反射鏡 23 沒有懸突伸出的阿話，則在從發光點 1a 發射的光束的一部分中存在不會到達第二焦點 FP2 的光束和到達第二焦點 FP2 的光束，該到達第二焦點 FP2 的光束由於第二反射鏡 22 的兩次反射而降低光強度。

[0083] 圖 3B 是示出本實施例中的第三反射鏡 23 的開口端跨著第一輔助線 2a 向第二反射鏡 22 懸突伸出距離 δ_{23} 的情況的圖式。首先，從發光點 1a 的中心發射的光束的一部分在第二反射鏡 22 上的反射點 p8 處被反射，然後在第三反射鏡 23 上的橫跨第一焦點 FP1 與反射點 p8 成相對關係的反射點 p9 處被反射，用以藉此到達第二焦點 FP2。一光束(其為從發光點 1a 的端部處的點 p3 發射的光束的一部分並且穿過了第三反射鏡 23 的開口端的附近的光束在圖 3B 中位於第二反射鏡 22 上的反射點 p8 左側的反射點 p10 處被反射，然後在第三反射鏡 23 上的反射點 p11 處被反射，用以藉此到達第二焦點 FP2。如上所述，如果第三反射鏡 23 懸突伸出的話，則從發光點 1a 所發射

的光束消除不會到達第二焦點 $FP2$ 的光束和會到達第二焦點 $FP2$ 的光束(其光強度由於第二反射鏡 22 的兩次反射而被降低)。應指出的是，光源 1 的發光點 1a 的直徑實質上與形成發光點 1a 的光源 1 的陰極與陽極之間的距離相等。因此，較佳地 δ_{23} 的值為光源 1 的陰極與陽極之間的距離的 $1/2$ 或更大。

[0084] 接下來，將描述光源設備 100 中的最大會聚直徑 Φ 、最大會聚角度 Ψ 和最大反射鏡外徑 D 。圖 4 是示出通過聚光器 2 會聚的光束的最大會聚直徑 Φ_{21} 和最大會聚角度 Ψ_{23} 以及聚光器 2 的最大反射鏡外徑 D_{24} 的圖式。應指出的是，圖 4 與用於在相同的描述條件等下描述傳統光源設備 500 的圖 11B 對應。圖 4 也是光源 1 的一般圖式的簡化表示，示出從具有預先決定的尺寸的發光點 1a 的最外周邊發射的光束的會聚狀態，並且，明確示出第一焦點 $FP1$ 、第二焦點 $FP2$ 、反射點 PI_{21} 和反射點 PO_{23} 。首先，由於第一反射鏡 21 可表示為傳統的第一橢圓鏡 210 的一部分，因此，最大會聚直徑 Φ_{21} 等於第一橢圓鏡 210 的傳統最大會聚直徑 Φ_{210} ，但比第二橢圓鏡 230 的傳統的最大會聚直徑 Φ_{230} 小。由於第二焦點 $FP2$ 側的第三反射鏡 23 的開口的尺寸以與第四反射鏡 24 的設置對應的量比第二焦點 $FP2$ 側的傳統的第二橢圓鏡 230 的開口小，因此最大會聚角度 Ψ_{23} 比第二橢圓鏡 230 的傳統的最大會聚角度 Ψ_{230} 小。最大反射鏡外徑 D_{24} 是第四反射鏡 24 的外徑。藉由調整第四反射鏡 24 與第三反射鏡 23 之間的邊界

的位置，第四反射鏡 24 的外徑可實質上等於傳統的第二橢圓鏡 230 的最大反射鏡外徑 D_{230} 。因此，最大反射鏡外徑 D_{24} 可實質上等於傳統的最大反射鏡外徑 D_{230} 。

[0085] 如上所述，光源設備 100 被配置成使得聚光器 2 如上面描述的那樣是四段結構反射鏡，使得從光源 1 發射的光束可會聚於聚光器 2 的第二焦點 FP_2 處。此時，光源設備 100 可同時減小聚光器 2 的最大會聚直徑 Φ 、最大會聚角度 Ψ 和最大反射鏡外徑 D ，以等於或小於通過圖 11C 所示的傳統光源設備 500 獲得的那些值。具體而言，光源設備 100 可有效地利用從光源 1 發射的光束，同時保持聚光器 2 的總體尺寸。

[0086] 如上所述，根據本實施例，可以提供有利於從光源發射的光束的利用效率的光源設備。

(第二實施例)

[0087] 接下來，將描述根據本發明的第二實施例的光源設備。雖然在根據第一實施例的光源設備 100 中使用交替設置分別關於光軸 AX 具有旋轉對稱形狀的兩個橢圓鏡和兩個球面鏡的四段結構聚光器，但本發明不侷限於此，而是也可使用具有四個或更多個反射鏡的聚光器。在本實施例中，將描述使用交替設置分別關於光軸 AX 具有旋轉對稱形狀的三個橢圓鏡和三個球面鏡的六段結構聚光器的光源設備。

[0088] 圖 5A 和圖 5B 是根據本實施例的光源設備

110 的組態的示意剖面圖。與傳統的光源設備一樣，光源設備 110 包含作為高壓水銀燈的光源 1 和作為六段結構聚光器的聚光器 20。圖 5A 是與用於在相同的描述條件等下描述傳統光源設備 500 的圖 11A 對應的圖式。首先，第一反射鏡 25、第三反射鏡 27 和第五反射鏡 29 是具有不同的偏心率的橢圓鏡，並且，在光軸 AX 上共用兩個焦點。第一反射鏡 25 的偏心率比第三反射鏡 23 的偏心率小，並且，第三反射鏡 23 的偏心率比第五反射鏡 29 的偏心率小。其中，第五反射鏡 29 可表示為第一實施例中的第三反射鏡 27 的一部分，因此第二焦點 FP2 側的第五反射鏡 29 的開口直徑的尺寸與第三反射鏡 23 的開口直徑相同。另一方面，第二反射鏡 26、第四反射鏡 28 和第六反射鏡 24 是球面鏡，並且，它們的中心點處於與被第一反射鏡 21、第三反射鏡 23 和第五反射鏡 29 共用的第一焦點 FP1 實質上相同的位置處。其中，第六反射鏡 24 是與第一實施例中的第四反射鏡 24 相同的球面鏡。

[0089] 在圖 5A 中，分別被第一反射鏡 25、第二反射鏡 26、第三反射鏡 27、第四反射鏡 28、第五反射鏡 29 和第六反射鏡 24 反射的光束的角度的範圍分別表示為 θ_{25} 、 θ_{26} 、 θ_{27} 、 θ_{28} 、 θ_{29} 和 θ_{24} 。在此處，較佳地 θ_{25} 和 θ_{26} 、 θ_{26} 和 θ_{27} 、 θ_{27} 和 θ_{28} 、 θ_{28} 和 θ_{29} 、以及 θ_{29} 和 θ_{24} 實質上是連續的。更佳地，被聚光器 20 反射的光束的角度的範圍 ($\Sigma\theta_{25} \sim \theta_{29} + \theta_{24}$) 實質上等於被光源 1 發射的光束的角度的範圍 ($\theta_{\text{cathode}} + \theta_{\text{anode}}$)。如在第一實施例中描

述的那樣，球面鏡和用於反射由其反射的光束的橢圓鏡較佳地滿足(被橢圓鏡反射的光束的角度 θ) \geq (被球面鏡反射的光束的角度 θ')的關係。例如，被第一反射鏡 25 反射的光束的角度的範圍 θ_{25} 和被第六反射鏡 24 反射的光束的角度的範圍 θ_{24} 滿足 $\theta_{25} \geq \theta_{24}$ 的關係。被第二反射鏡 26 反射的光束的角度的範圍 θ_{25} 和被第五反射鏡 29 反射的光束的角度的範圍 θ_{29} 滿足 $\theta_{29} \geq \theta_{26}$ 的關係。被第三反射鏡 27 反射的光束的角度的範圍 θ_{27} 和被第四反射鏡 28 反射的光束的角度的範圍 θ_{28} 滿足 $\theta_{27} \geq \theta_{28}$ 的關係。並且，第三反射鏡 27 橫跨第一輔助線 2a 向第四反射鏡 28 懸突伸出一由光源 1 的陰極與陽極之間間隔決定的距離 δ_{27} 。

[0090] 在本實施例中，橢圓鏡的反射路徑和被球面鏡的橢圓鏡反射的反射路徑與根據第一實施例的光源設備 100 的反射路徑相同，並且將省略其解釋。

[0091] 接下來，將描述聚光器 20 的最大會聚直徑 Φ 、最大會聚角度 Ψ 和最大反射鏡外徑 D 。圖 5B 是示出通過聚光器 20 會聚的光束的最大會聚直徑 Φ_{25} 和最大會聚角度 Ψ_{29} 以及聚光器 20 的最大反射鏡外徑 D_{24} 的圖式。應指出的是，圖 5B 與用於在相同的描述條件等下描述傳統光源設備 500 的圖 11B 對應。圖 4 也是光源 1 的一般圖式的簡化表示，示出從具有預先決定的尺寸的發光點 1a 的最外周邊發射的光束的會聚狀態，並且，明確示出第一焦點 $FP1$ 、第二焦點 $FP2$ 、反射點 PI_{25} 和反射點 PO_{29} 。首先，第六反射鏡 24 與第一實施例中的第四反射鏡 24 相

同，因此，最大反射鏡外徑 D_{24} 等於第一實施例中的最大反射鏡外徑 D_{24} 。第五反射鏡 29 可表示為橢圓鏡的第一實施例中的第三反射鏡 23 的一部分，並具有與第二焦點 FP_2 側的第三反射鏡 23 的開口直徑相同的開口直徑，因此，最大會聚角度 Ψ_{29} 等於第一實施例中的最大會聚角度 Ψ_{23} 。第一反射鏡 25 的偏心率比第一實施例中的第一反射鏡 21 的偏心率小，因此，第一反射鏡 25 上的反射點 PI_{25} 與發光點 1a 之間的距離大於第一實施例中的第一反射鏡 21 上的反射點 PI_{21} 與發光點 1a 之間的距離。因此，最大會聚直徑 Φ_{25} 比第一實施例中的最大會聚直徑 Φ_{21} 小。

[0092] 光源設備 110 被配置為使得聚光器是上述的六段結構，使得，與第一實施例中的四段結構聚光器相比，聚光器的最大會聚角度 Φ 和最大反射鏡外徑 D 相同，但是聚光器的最大會聚直徑 Ψ 可減小。雖然聚光器在本實施例中是六段式結構，但是，在本發明的光源設備中，藉由將聚光器的段數增大到諸如 8 或 10 的偶數，可在保持聚光器的最大會聚角度 Φ 和最大反射鏡外徑 D 的同時減小聚光器的最大會聚直徑 Ψ 。因此，根據本實施例，可提供與第一實施例相同的效果。

(第三實施例)

[0093] 接下來，將描述根據本發明的第三實施例的光源設備。在根據上述實施例的光源設備 100 和 110 中，

聚光器被建構成由橢圓鏡和球面鏡構成的偶數段的結構。相反地，根據本實施例的光源設備的特徵在於，使用具有交替設置分別關於光軸 AX 具有旋轉對稱形狀的橢圓鏡和球面鏡的奇數段結構的聚光器。

[0094] 圖 6 是示出根據本實施例的光源設備 120 的組態的示意剖面圖。應指出的是，圖 6 與用於在相同的描述條件等下描述傳統光源設備 500 的圖 11A 對應。與傳統的光源設備一樣，舉例而言，光源設備 120 包含作為高壓水銀燈的光源 1 和作為五段結構聚光器的聚光器 40。如上所述，即使聚光器被配置為具有奇數段，可用的條件仍取決於由光源 1 發射的光束的輻射角度。具體而言，可適用於這種情況的光源 1 使得由光源 1 發射的光束的輻射角度 θ_{anode} 比由圖 5A 和圖 5B 所示的第二實施例中的光源 1 發射的光束的輻射角度 θ_{anode} 小。在這種情況下，聚光器 40 被配置為使得，根據光源 1，作為球面鏡的第六反射鏡 24 從圖 5A 和圖 5B 所示的聚光器 20 中被排除。即使聚光器被配置為如上面描述的那樣具有奇數個段，光源設備 120 也提供與以上的實施例相同的效果。

(第四實施例)

[0095] 接下來，將描述根據本發明的第四實施例的光源設備。藉由參照圖 1 可以看出，在根據第一實施例的光源設備 100 中，從光源 1 的陰極側發射的光束的輻射角度 θ_{cathode} 和從光源 1 的陽極側發射的光束的輻射角度

θ_{anode} 具有 $\theta_{\text{cathode}} > \theta_{\text{anode}}$ 的關係。相反地，根據本實施例的光源設備的特徵在於，聚光器被設定為， θ_{cathode} 變成等於 θ_{anode} ($\theta_{\text{cathode}} = \theta_{\text{anode}}$)。

[0096] 圖 7A 和圖 7B 是示出根據本實施例的光源設備 130 的組態的示意剖面圖。與傳統的光源設備一樣，光源設備 130 包含作為高壓水銀燈的光源 1 和作為與第一實施例同樣的四段結構聚光器的聚光器 50。圖 7A 是與根據第一實施例的圖 1 所示的光源設備 100 對應的圖式，描述條件等相同。在本實施例中，例如，藉由改變陽極上的發光點 1a 的附近的尖端輪廓， θ_{anode} 增大以等於 θ_{cathode} 。如上所述，藉由改變陽極上的發光點 1a 的附近的尖端輪廓，之前由於陽極的形狀而被遮蔽的來自發光點 1a 的光束可發射到光源 1 的外面，因而導致光源 1 的光輸出的增大。聚光器 50 被配置為使得它從第一反射鏡 21 到第三反射鏡 23 與根據第一實施例的光源設備 100 的聚光器 2 相同，但用於反射來自第四反射鏡 30 的光束的區域因 θ_{anode} 的增大而相應地擴大。

[0097] 並且，在本實施例中，橢圓鏡的反射路徑和被球面鏡的橢圓鏡反射的反射路徑與根據第一實施例的光源設備 100 的反射路徑相同，並且將省略其解釋。

[0098] 接下來，將描述聚光器 50 的最大會聚直徑 Φ 、最大會聚角度 Ψ 和最大反射鏡外徑 D 。圖 7B 是示出被聚光器 50 會聚的光束的最大會聚直徑 Φ_{21} 和最大會聚角度 Ψ_{23} 以及聚光器 50 的最大反射鏡外徑 D_{30} 的圖式。應

指出的是，圖 7B 與用於在相同的描述條件等下描述根據第一實施例的光源設備 100 的圖 4 對應。圖 4 也是光源 1 的一般圖式的簡化表示，示出從具有預先決定的尺寸的發光點 1a 的最外周邊發射的光束的會聚狀態，並且，明確示出第一焦點 FP1、第二焦點 FP2、反射點 PI21 和反射點 PO23。在此處，除了僅改變第四反射鏡 30 以外，聚光器 50 與上述的根據第一實施例的光源設備 100 的聚光器 2 相同。因此，最大會聚直徑 Φ_{21} 和最大會聚角度 Ψ_{23} 與分別在圖 2A 中示出的最大會聚直徑 Φ_{21} 和最大會聚角度 Ψ_{23} 相同，並且，最大反射鏡外徑 D30 比圖 2A 所示的最大反射鏡外徑 D24 大。具體而言，根據本實施例，光源設備 130 可被配置為使得在隨著 θ_{anode} 的增大而增大光輸出的光源 1 中，只有第二焦點 FP2 側的端部鏡(第四反射鏡 30)增大尺寸，不改變最大會聚直徑 Φ 和最大會聚角度 Ψ 。

(照明裝置)

[0099] 接下來，將描述根據本發明的一個實施例的照明裝置。根據本實施例的照明裝置包括根據以上的實施例的光源設備，並且，向預先決定的位置(區域)輸出從光源設備發射的光束。尤其是，根據本實施例的照明裝置的特徵在於，儘管光源 1 的發光點 1a 的尺寸進一步增大，但聚光器 2 的最大會聚直徑與傳統的光源設備中的聚光器大致相同。

[0100] 圖 8A 和圖 8B 是示出照明裝置的組態的示意

剖面圖。在這些圖中，圖 8A 是示出根據本實施例的照明裝置 200 的圖式，在此處，照明裝置 200 是額外具有光學積分器 70 的根據第一實施例的光源設備 100，並且，光源 1 的發光點 1a 比圖 4 所示的發光點 1a 大。另一方面，作為比較例，圖 8B 是示出傳統的照明裝置 300 的圖式，在此處，傳統的照明裝置 300 是額外具有光學積分器 70 的傳統的光源設備 500。雖然常常是圖像形成光學系統典型地被設置在聚光器的第二焦點 FP2 與光學積分器 70 的入射表面之間的情況，但出於簡化原因，圖像形成光學系統的描述被省略，因此，光學積分器 70 的入射表面被直接設置在聚光器的第二焦點 FP2 上。穿過光學積分器 70 的光束到達照明裝置的照明目標表面。下文中，將基於在光學積分器 70 的入射表面上會聚的光束的尺寸在圖 8A 和圖 8B 中相同的假定來描述被光源設備 100 和 500 中的每一個形成的最大會聚直徑 Φ 的投影倍率。

[0101] 首先，參照示出根據本實施例的照明裝置 200 的圖 8A，形成最大會聚直徑 Φ_{21} 的光束是從發光點 1a 發射，然後在第一反射鏡 21 上的反射點 PI21 處被反射的光束。在此處，如果兩個焦點之間的距離 f 為 1000 mm 且第一反射鏡 21 的偏心率為 0.77 的話，則區段 PI21FP1 為 172mm 且區段 PI21FP2 為 1030mm。具體而言，區段 PI21FP2 的長度為區段 PI21FP1 的 6 倍，並且，發光點 1a 的圖像以 6 倍的放大投影於光學積分器 70 的入射表面上。因此，可以說，這種情況下的發光點 1a 的尺寸為作

為會聚於光學積分器 70 的入射表面上的光束的尺寸的最大會聚直徑 $\Phi 21$ 的 $1/6$ 。

[0102] 相反地，參照示出傳統的照明裝置 300 的圖 8B，形成最大會聚直徑 $\Phi 230$ 的光束是從發光點 1a 發射並然後在第一反射鏡 23 上的反射點 PI230 處被反射的光束。在此處，如果兩個焦點之間的距離 f 為 1000mm 且第一反射鏡 21 的偏心率為 0.85 的話，則區段 PI230FP1 為 102mm 且區段 PI230FP2 為 1017mm。具體而言，區段 PI230FP2 的長度為區段 PI230FP1 的 10 倍長，並且，發光點 1a 的圖像以 10 倍的放大投影於光學積分器 70 的入射表面上。因此，可以說，這種情況下的發光點 1a 的尺寸為作為會聚於光學積分器 70 的入射表面上的光束的尺寸的最大會聚直徑 $\Phi 230$ 的 $1/10$ 。

[0103] 具體而言，根據本實施例的照明裝置 200 中的發光點 1a 的尺寸為傳統照明裝置 300 中的發光點 1a 的尺寸的 1.7 倍。通常，被設想的情況是光源(高壓水銀燈)的發光點的尺寸與陰極和陽極之間的距離成比例。亦被設想的情況是，用於照明裝置中的光源的輸出大致與陰極和陽極之間的距離成比例的關係。因此，當發光點的尺寸增大至 1.7 倍時，用於照明裝置中的光源的輸出也增大至 1.7 倍。換句話說，可藉由使用根據第一實施例的光源設備 100 作為照明裝置 200 提供與使用光輸出為傳統光源的約 1.7 倍的大輸出光源相同的效果，因而導致照明裝置的亮度增大為傳統照明裝置的 1.7 倍。並且，應用於照明裝

置 200 中的光源設備 100 的最大會聚角度比傳統的光源設備 500 的會聚角度小，使得可設置在光學積分器 70 的後流 (rear flow) 側的光學系統 (未示出) 的直徑可被設定得小。

[0104] 如上所述，根據本實施例的照明裝置，設置在照明裝置中的光學系統的直徑可減小，以減小總體形狀的尺寸，並且，可通過使用根據以上的實施例的光源設備比以往提高亮度。

(曝光設備)

[0105] 接下來，將描述根據本發明的一個實施例的曝光設備。根據本實施例的曝光設備想要包括根據以上的實施例的光源設備。接下來，曝光設備例如想要包括根據第二實施例的光源設備 110。圖 9 是示出根據本實施例的曝光設備 400 的組態的示意圖。曝光設備 400 被用於例如包含在半導體裝置的製造步驟中的光刻步驟中，用以藉由掃描曝光系統來將在標線片 R 上形成的圖案的圖像曝光 (轉印) 到晶圓 W 上 (基板上)。在圖 9 中，Z 軸被對準於與投影光學系統 13 的光軸平行的方向上，X 軸被對準於晶圓 W 在與 Z 軸垂直的同一平面內曝光時的掃描方向上，並且，Y 軸被對準於與 X 軸正交的非掃描方向上。曝光設備 400 包含照明系統 17、標線片台架 11、投影光學系統 13、晶圓台架 16 和控制器 18。

[0106] 照明系統 17 藉由調整從光源 1 發射的光 (光

束)來照明標線片 R。照明系統 17 包括包含光源 1 的光源設備 110、冷光鏡 4、光學桿 5、傅立葉轉換光學系統 6、光學積分器 7、孔徑光闌 8、準直器 9 和折疊鏡 10。在光源設備 110 中，從光源 1 發射的光束被聚光器 2 會聚，然後被冷光鏡 4 反射，用以在位於聚光器 2 的第二焦點 FP2 附近的光學桿 5 的入射表面上形成光源 1 的發光部分 1a 的圖像。冷光鏡 4 是在其表面上具有諸如介電質等的多層結構的反射鏡。冷光鏡 4 主要可透射紅外光並且反射用作為曝光光線的紫外光。光學桿 5 是一光波導，它的側表面具有圓柱形狀並且被設置為防止在光學積分器 7 的入射表面上出現引線 1b 的陰影，該引線係供給電力給位於聚光器 2 的開口平面(存在第二焦點 FP2 的平面)2b 的附近的光源 1 的。藉由被圓柱側表面反射，入射於光學桿 5 上的光束變為旋轉的斜光束，使得引線 1b 的陰影變模糊並被去除。傅立葉轉換光學系統(光學系統)6 從光學桿 5 的輸出端接收光束並且將光束轉換成準直光束，用以在光學積分器 7 的入射表面上形成聚光器 2 的開口平面 2b 的圖像。光學積分器 7 係由以二維的方式排列的多個小透鏡構成，並且，在其離開表面上形成二次光源。孔徑光闌 8 可拆卸地設置在光學積分器 7 的離開表面上並且遮蔽在光學積分器 7 的離開表面上形成的二次光源的圖像的一部分，用以將二次光源的圖像整形。例如，當構成光學積分器 7 的各小透鏡的截面是矩形時，在光學積分器 7 的離開表面上形成的二次光源的圖像的尺寸在 XZ 平面內是不同的。因

此，孔徑光闌 8 可將在光學積分器 7 的離開表面上形成的二次光源的圖像的尺寸整形為在 XZ 平面內均等。準直器 9 包含兩個透鏡系統 9a 和 9b，這兩個透鏡系統 9a 和 9b 被設置為在其間夾設折疊鏡 10，以照明位於標線片台架 11 上的用作照明目標表面的標線片 R。

[0107] 標線片 R(或遮罩)為例如在晶圓 W 上形成要被轉印的圖案(例如，電路圖案)的石英玻璃製成的原片(original)。標線片台架 11 可在固持標線片 R 的同時沿 X 軸和 Y 方向移動。投影光學系統 13 以預先決定的倍率(例如，1/2)將穿過標線片 R 的光投影到晶圓 W 上。在本實施例中，假定通過準直器 9 在投影光學系統 13 的光瞳面 13a 的附近形成在光學積分器 7 的離開表面上形成的二次光源的圖像。晶圓 W 是由單晶矽製成的基板。抗蝕劑(光阻劑)塗敷於其表面上。晶圓台架 16 可在透過晶圓夾具 15 固持晶圓 W 的同時沿 X 軸、Y 軸和 Z 軸方向(也可包含分別作為關於 x 軸、y 軸和 z 軸的旋轉方向的 ω_x 、 ω_y 和 ω_z 方向)移動。控制器 18 由例如電腦等構成，並透過線纜與曝光設備 400 的部件連接，用以藉此根據程式等整合各部件的動作。應指出的是，控制器 18 可與曝光設備 400 的其它部分一體化(設置在共用的外殼內)，或者也可被設置為與曝光設備 400 的其它部分分開(設置在單獨的外殼內)。

[0108] 接下來將描述向曝光設備 400 特別是包含光源設備 110 的照明系統 17 應用於改變二次光源的光強度分佈

的可拆卸光束轉換器(圓錐稜鏡)的情況。在開始其描述之前，將參照已提到的圖 5B，描述由設置在光源設備 110 中的聚光器 2 形成的會聚光束的外部角度和內部角度。雖然發光點 1a 的尺寸在圖 5B 中被誇大地示出，但是，關於安裝於實際曝光設備 400 上的光源設備 110 的兩個焦點之間的例如為 1000mm 的距離，發光點 1a 的尺寸為約 10mm。因此，由聚光器 2 形成的會聚光束的外部角度和內部角度可分別被視為為 $\angle(\text{FP1PO29FP2})$ 和 $\angle(\text{FP1PI25FP2})$ 。在典型的曝光設備的設計中，外部角度 $\angle(\text{FP1PO29FP2})$ 常常被設定為約 20 度。如果假定外部角度 $\angle(\text{FP1PO29FP2})$ 為 18 度，那麼內部角度 $\angle(\text{FP1PI25FP2})$ 可被設定為 6 度，該值為外部角度 $\angle(\text{FP1PO29FP2})$ 的 1/3。因此，假定在以下的描述中外部角度 $\angle(\text{FP1PO29FP2})$ 為 18 度且內部角度 $\angle(\text{FP1PI25FP2})$ 為 6 度。

[109] 圖 10A~10C 是示出對照明系統 17 施加圓錐稜鏡的情況的示意圖，其放大地示出圖 9 中的照明系統 17 中的光學桿 5、光學系統 6、光學積分器 7 和孔徑光闌 8。在這些圖中，圖 10A 示出不設置圓錐稜鏡的狀態。光強度分佈 180 顯示出被傅立葉轉換光學系統 6 在光學積分器 7 的入射表面上形成的聚光器 2 的開口平面 2b 的圖像的光強度分佈。在此處，傅立葉轉換光學系統 6 將聚光器 2 的開口平面 2b 的圖像投影到光學積分器 7 的入射表面上，使得光強度分佈 180 的外徑為 $\sigma 0.6$ 。此時，光強度分佈 180 的內徑為 $\sigma 0.2$ 。具體而言，光強度分佈 180 形成為

外徑為 $\sigma 0.6$ 且內徑為 $\sigma 0.2$ 的稱為“1/3 環形”的形狀。

[0110] 圖 10B 示出在傅立葉轉換光學系統 6 與光學積分器 7(被設置為更接近光學積分器 7 的入射表面)之間設置第一圓錐稜鏡 171 並且設置第二孔徑光闌 801 的狀態。第一圓錐稜鏡 171 關於光軸 AX 旋轉對稱，並且，具有兩個面即入射表面和離開表面平行的傾斜面，用以向內地平行移動與光軸 AX 平行的入射光束。第二孔徑光闌 801 被設置來取代圖 10A 所示的孔徑光闌 8，用以匹配第一圓錐稜鏡 171 的形狀。此時，光強度分佈 181 是具有外徑 $\sigma 0.4$ (內徑 $\sigma 0.0$)的圓形形狀。

[0111] 圖 10C 示出在傅立葉轉換光學系統 6 與光學積分器 7(被設置為更接近光學積分器 7 的入射表面)之間設置第二圓錐稜鏡 172 並且設置第三孔徑光闌 802 的狀態。第二圓錐稜鏡 172 的形狀使得上述的第一圓錐稜鏡 171 被定向為與光軸 AX 的方向相對，用以向外地平行移動與光軸 AX 平行的入射光束。第三孔徑光闌 802 被設置來取代圖 10A 所示的孔徑光闌 8，用以匹配第二圓錐稜鏡 172 的形狀。此時，光強度分佈 182 形成為外徑為 $\sigma 0.8$ 且內徑為 $\sigma 0.4$ 的稱為“1/2 環形”的形狀。

[0112] 照明系統 17 如上面描述的那樣適當地使用光束轉換器，使得可從具有外徑 $\sigma 0.4$ (內徑 $\sigma 0.0$)的圓形形狀到具有外徑 $\sigma 0.8$ 和內徑 $\sigma 0.4$ 的 1/2 環形改變有效光源的形狀。在上面的描述中，照明系統 17 被配置為包含孔徑光闌。應指出的是，各孔徑光闌不是必要的部件，而可在構

成光學積分器 7 的小透鏡中的每一個的直徑夠小且沿 XZ 方向在光學積分器 7 的離開表面上形成的二次光源的圖像的差異可以忽略時不被設置。雖然在本實施例中照明系統 17 被配置為使用光學桿 5，但光學桿 5 不是必要的部件。

[0113] 如上所述，本實施例的曝光設備藉由使用以上的實施例的光源設備(照明裝置)同時實現空間節省和電力節省。

(第五實施例)

[0114] 接下來，將描述根據本發明的第五實施例的照明裝置和包括照明裝置的曝光設備。圖 13 是根據本實施例的曝光設備 700 的組態的示意圖。曝光設備 700 是用於例如包含於半導體裝置的製造步驟中的光刻步驟中用以藉由掃描曝光系統將在標線片 R 上形成的圖案的圖像曝光(轉印)到晶圓 W 上(基板上)的投影型曝光設備。在圖 13 和下面的圖式中，Z 軸被對準於與投影光學系統 13 的光軸平行的方向上，Y 軸被對準於晶圓 W 在與 Z 軸垂直的同一平面內曝光時的掃描方向(標線片 R 與晶圓 W 之間的相對移動方向)上，並且，X 軸被對準於與 Y 軸正交的非掃描方向上。曝光設備 700 包含照明系統 12、標線片台架 11、投影光學系統 13、晶圓台架 16 和控制器 18。

[0115] 照明系統 12 是藉由調整從光源 1 發射的光束照明標線片 R 的根據本實施例的照明裝置。照明系統 12 的細節將在後面描述。標線片 R 為例如在晶圓 W 上形成

要被轉印的圖案(例如，電路圖案)的石英玻璃製成的原片。標線片台架 11 可在固持標線片 R 的同時沿 X 軸和 Y 軸方向移動。投影光學系統 13 以預先決定的倍率(例如，1/2)將穿過標線片 R 的光投影到晶圓 W 上。晶圓 W 是由單晶矽製成的基板。抗蝕劑(光阻劑)塗敷於其表面上。晶圓台架 16 可在透過晶圓夾具 15 固持晶圓 W 的同時沿 X 軸、Y 軸和 Z 軸方向(也可包含分別作為關於 x 軸、y 軸和 z 軸的旋轉方向的 ω_x 、 ω_y 和 ω_z 方向)移動。

[0116] 控制器(曝光控制器)18 由例如電腦等構成，並透過線纜與曝光設備 700 的部件連接，用以藉此根據程式等控制各部件的動作和調整。應指出的是，控制器 18 可與曝光設備 700 的其它部分整合(設置在共用的外殼內)，或者也可被設置為與曝光設備 700 的其它部分分開(設置在單獨的外殼內)。照明系統 12 也可具有獨立地實施包含於照明系統 12 中的驅動系統的動作的控制和關於用於實施各種計算的運算部分 37(後面描述)的傳送/接收等的控制器。下文中，為了簡化，將在假定控制器 18 實施總體照明系統 12 的動作控制等的條件下進行描述。

[0117] 接下來，將具體描述照明系統 12 的組態。照明系統 12 包含光源 1、聚光鏡 3、冷光鏡 4、第一入射光學系統 191、第二入射光學系統 192、光學積分器 7、準直器 9 和折疊鏡 10。其中，根據曝光時的照明條件任意地選擇第一入射光學系統 191 或第二入射光學系統 192，以將其適當地設置在照明系統 12 的光路徑上。

[0118] 光源 1 為例如發射紫外光和深紫外光等的高強度超高壓水銀燈。光源 1 具有兩個電極即陰極和陽極，並且，從形成於電極之間並且具有預先決定的尺寸的發光點(發光區域)1a 發射光束。發光部分 1a 位於構成聚光鏡 3 的多個橢圓鏡的第一焦點的附近，並且，具有旋轉對稱的發光強度分佈。此時，可以說，照明系統 12 的光軸 AX 為發光點 1a 的旋轉對稱軸。並且，照明系統 12 包含基於來自控制器 18 的命令使光源 1 沿 XYZ 軸的各方向位移的第一驅動器(光源驅動器)38。

[0119] 聚光鏡(聚光器)3 是具有多個反射鏡的多台架聚光器，其中，交替設置分別關於光軸 AX 具有旋轉對稱形狀的橢圓鏡和球面鏡。聚光鏡 3 會聚從光源 1 發射的光束，以允許光束入射至冷光鏡 4 上。在下文中，本實施例中的聚光鏡 3 想要包括例如由第一橢圓鏡 31、第一球面鏡 32、第二橢圓鏡 33、第二球面鏡 34 和第三橢圓鏡 35 構成的五個反射鏡。在此處，這些橢圓鏡是橢圓表面反射鏡，其用於反射光束的反射表面是橢圓形的表面。另一方面，這些球面鏡是球面反射鏡，其用於反射光束的反射表面是球面。尤其是，三個橢圓鏡 31、33 和 35 被定位成使得其各曲率被設定為使得它們的兩個焦點之間的距離相等並且使它們的焦點位置相等。更具體而言，從光源 1 發射的光束被橢圓鏡 31、33 和 35 會聚並然後入射到冷光鏡 4。照明系統 12 還包含導致反射鏡可根據來自控制器 18 的命令移動的第二驅動器(反射鏡驅動器)39。

[0120] 冷光鏡 4 係由其表面上的諸如介電質等的多層結構所形成。冷光鏡 4 主要可透射紅外光並且反射用作為曝光光線的紫外光。更具體而言，由冷光鏡 4 反射的光束在橢圓鏡 31、33 和 35 的第二焦點的附近的第二位置 P1 處形成發光部分 1a 的圖像。如圖 13 所示，冷光鏡 4 將從光源 1 發射的光束的光軸 AX 從 Z 軸方向折到 Y 軸方向。

[0121] 第一入射光學系統(第一光學系統)191 是將被聚光鏡 3 會聚的光束轉換成第一入射光，用以藉此將第一入射光引導到光學積分器 7 的光學系統。第一入射光學系統 191 被配置為使得光學積分器 7 的入射表面 IS 被設定為與聚光鏡 3 會聚從光源 1 發射的光束的位置具有光瞳關係。更具體而言，第一入射光學系統 191 包含光學桿 5、傅立葉轉換光學系統 6 和設置在光學積分器 7 的離開表面 ES 上的孔徑光闌(第一光闌)43。光學桿 5 是被設置為使得其發光表面位於傅立葉轉換光學系統 6 的物體面上的柱狀波導。光學桿 5 被設置為防止在入射表面 IS 上出現供應電力給光源 1 的引線 1b 的陰影。更具體而言，藉由被圓柱側表面反射，入射於光學桿 5 上的光束變為旋轉的光束(斜光束)，使得包含於入射光束中的引線 1b 的陰影變模糊並被去除掉。傅立葉轉換光學系統 6 接收來自光學桿 5 的發光表面的光束並且將光束轉換成實質上被準直化的光束，以導致實質上被準直化的光束入射到光學積分器 7 的入射表面 IS。光學積分器 7 沿光軸 AX 的方向(Y 軸方向)

延伸，並且，在與光軸 AX 的方向垂直的面方向(XZ 面)具有多個並行排列的小透鏡，用以在其發光表面 ES 上形成二次光源。孔徑光闌 43 將形成在光學積分器 7 的發光表面 ES 上的二次光源整形。例如，當光學積分器 7 由約 100 個蠅眼透鏡構成時，在發光表面 ES 上形成的二次光源的端部不是關於照明系統 12 的光軸 AX 的連續圓形，而是沿蠅眼透鏡的形狀具有尖銳邊緣的形狀。因此，孔徑光闌 43 遮蔽被尖銳邊緣整形的二次光源的一部分，用以將其整形為圓形形狀。應指出的是，如果例如光學積分器 7 由諸如微透鏡陣列的細微光學元件構成且在入射表面 IS 上形成的光束的形狀實質上與在發光表面 ES 上獲得的光束的形狀相同的話，則可不必設置孔徑光闌 43。

[0122] 第二入射光學系統(第二光學系統)192 是將被聚光鏡 3 會聚的光束轉換成與第一入射光不同的第二入射光以藉此將第二入射光引向光學積分器 7 的光學系統。第二入射光學系統 192 被配置為使得光學積分器 7 的入射表面 IS 被設定為與聚光鏡 3 會聚從光源 1 發射的光束的位置具有光學共軛關係。例如，第二入射光學系統 192 包含第一傅立葉轉換光學系統 51、第二傅立葉轉換光學系統 52 和設置在光學積分器 7 的發光表面 ES 上的孔徑光闌(第二光闌)53。入射至設置在光源 1 側的第一傅立葉轉換光學系統 51 的光束被轉換成實質上被準直化的光束，該實質上被準直化的光束要入射至設置在光學積分器 7 側的第二傅立葉轉換光學系統 52 上。入射至第二傅立葉轉換

光學系統 52 上的光束被轉換成會聚光束，並然後入射到入射表面 IS，用以在發光表面 ES 上形成二次光源。與包含於第一入射光學系統 191 中的孔徑光闌 43 一樣地，孔徑光闌 53 將形成在發光表面 ES 上的二次光源整形。應指出的是，如果例如光學積分器 7 由諸如微透鏡陣列的細微光學系統元件構成且在入射表面 IS 上形成的光束的形狀實質上與在發光表面 ES 上獲得的光束的形狀相同的話，則可不必設置孔徑光闌 53。

[0123] 第一入射光學系統 191 和第二入射光學系統 192 可拆卸地(可去除地和可附接地或可切換地)設置在照明系統 12 的光路徑中。更具體而言，照明系統 12 可包含能夠手動去除和附接第一入射光學系統 191 和第二入射光學系統 192 的機構。照明系統 12 還可包含能夠根據來自控制器 18 的命令在第一入射光學系統 191 與第二入射光學系統 192 之間進行自動切換的驅動機構(光學系統驅動器)。

[0124] 準直器 9 包含例如兩個光學系統 9a 和 9b，這兩個光學系統 9a 和 9b 被設置為在其間夾設折疊鏡 10，用以照明位於標線片台架 11 上作為被照射對象的標線片 R。如果準直器 9 被設置在上述的照明系統 12 中的話，則在投影光學系統 13 的光瞳面 13a 的附近形成在光學積分器 7 的發光表面 ES 上形成的二次光源的圖像。

[0125] 此外，照明系統 12 可包含半反射鏡 HM、檢測光學系統 14、檢測器 17 和運算部分 37。半反射鏡 HM

被設置在光學積分器 7 與準直器 9(光學系統 9a)之間並且將從光學積分器 7 發射出的光束的一部分朝向檢測光學系統 14 反射。檢測光學系統 14 包含例如兩個光學系統 14a 和 14b，並且，將在光學積分器 7 的發光表面上形成的二次光源的圖像投影到檢測器 17 上(縮小投影)。例如，檢測器 17 是檢測被投影的二次光源的圖像的光電轉換元件，譬如四段感測器或二維 CCD 等。運算部分 37 根據檢測器 17 的輸出來計算二次光源的圖像的總光量與光強度分佈的對稱性，並且將得到的資訊傳送至控制器 36。

[0126] 接下來，將描述照明系統 12(使用它的曝光設備 700)的效果。照明系統 12 根據在標線片 R 上形成的圖案的解析度線寬度和離散性等改變在光學積分器 7 的入射表面 IS 上形成的光束的光強度分佈。以這種方式，照明系統 12 可改變在投影光學系統 13 的光瞳面 13a 上形成的二次光源的光強度分佈。

[0127] 首先，將描述用於改變光學積分器 7 的入射表面 IS 上的光強度分佈的方法。圖 14A、圖 14B、圖 15A 和圖 15B 中的每一圖式是示出光學系統的示意圖，用於解釋由從光源 1 發射的光束形成的光強度分佈。在圖 14A 和圖 14B 以及圖 15A 和圖 15B 中，為了簡化解釋，省略冷光鏡 4 和光學桿 5。因此，在圖 14 和圖 15 中，照明系統 12 的光軸係延伸於 Z 軸方向上。在此處，當第一入射光學系統 191 被應用於照明系統 12 時，第一位置 P1 位於面向光學桿 5 的入射表面的位置處。另一方面，當第二入射

光學系統 192 被應用於照明系統 12 時，第一位置位於與入射表面 IS 共軛的位置處。因此，第二入射光學系統 192 可在入射表面 IS 上再次形成(成像)在第一位置 P1 處形成的光束的光強度分佈。當照明系統 12 使用第一入射光學系統 191 時，第二位置 P2 位於面向傅立葉轉換光學系統 6 的光瞳面的位置處，並且位於面向入射表面 IS 的位置處。

[0128] 首先，圖 14A 示出聚光鏡 3 的基準狀態(reference state)。在此處，基準狀態指的是滿足以下條件的狀態。第一條件是，構成聚光鏡 3 的橢圓鏡 31、33 和 35 的第一焦點位置彼此一致並且其第二焦點位置也彼此一致。第二條件是橢圓鏡 31、33 和 35 的第二焦點位置與第一位置 P1 一致。第三條件是，構成聚光鏡 3 的球面鏡 32 和 34 中的每一個的曲率中心(中心點)與三個橢圓鏡的第一焦點位置一致。如果發光部分 1a 在這種狀態下位於橢圓鏡 31、33 和 35 的第一焦點位置處，那麼從發光部分 1a 發射的光束被橢圓鏡 31、33 和 35 反射以分別形成會聚於用作第二焦點位置的第一位置 P1 處的光束 211、231 和 251。另一方面，從發光部分 1a 發射的光束的一部分被第二球面鏡 34 反射、會聚在發光部分 1a 處、然後被面向第二球面鏡 34 的第二橢圓鏡 33 反射，以形成會聚於第一位置 P 處的光束 231 的一部分。類似地，從發光部分 1a 發射的光束的另一部分被第一球面鏡 32 反射、會聚在發光部分 1a 上、然後被面向第一球面鏡 32 的第三橢圓鏡 35

反射，以形成會聚於第一位置 P1 處的光束 251 的一部分。光束 211、231 和 251 會聚於第一位置 P1 處，然後入射至傅立葉轉換光學系統 6 上用以被轉換成實質上被準直化的光束。因此，在傅立葉轉換光學系統 6 的光瞳面上的第二位置 P2 處形成環形的光強度分佈。

[0129] 圖 16A~16D 是示出與圖 14A 所示的狀態對應的被聚光鏡 3 形成(會聚)在第一位置 P1 處的光束的光強度分佈的第一例子的圖式。在這些圖中，圖 16A 示出光束 251、231 和 211 的重疊結果所產生的光強度分佈。圖 16B~16D 示出分別由光束 251、231 和 211 產生的光強度分佈。當第二入射光學系統 192 被應用於照明系統 12 時，圖 16A~16D 所示的形成在第一位置 P1 處的光強度分佈被形成在光學積分器 7 的入射表面 IS 上。在這種情況下，橢圓鏡 31、33 和 35 的光會聚點與第一位置 P1 一致，因此，如圖 16B~16D 所示，由光束 251、231 和 211 所形成的光強度分佈的每一者中的峰值強度變得最高。因此，如圖 16A 所示，光束 251、231 和 211 重疊的結果所產生的光強度分佈中的峰值強度也變得最高。

[0130] 圖 17A~17D 是示出與圖 14A 所示的狀態相對應之被聚光鏡 3 形成在第二位置 P2 處的光束的光強度分佈的第二例子的圖式。在這些圖中，圖 17A 示出光束 251、231 和 211 的重疊結果所產生的光強度分佈。圖 17B~17D 示出分別由光束 251、231 和 211 所產生的光強度分佈。在圖 17A~17D 中，光束 251 的光強度分佈

的外徑和內徑分別表示為 $W(251)$ 和 $W'(251)$ 。類似地，光束 231 的光強度分佈的外徑和內徑分別表示為 $W(231)$ 和 $W'(231)$ 。光束 211 的光強度分佈的外徑和內徑分別表示為 $W(211)$ 和 $W'(211)$ 。當第一入射光學系統 191 被應用於照明系統 12 時，圖 17A~17D 所示的在第二位置 P2 處形成的光強度分佈被形成在光學積分器 7 的入射表面 IS 上。在此處，橢圓鏡 31、33 和 35 中的每一者的橢圓率(短徑/長徑)具有(橢圓鏡 31 的橢圓率) $>$ (橢圓鏡 33 的橢圓率) $>$ (橢圓鏡 35 的橢圓率)的關係。並且，橢圓鏡 31、33 和 35 中的每一者的橢圓率(短徑/長徑)被設定為使得橢圓鏡 31、33 和 35 具有相同的焦距(第一焦點位置與第二焦點位置之間的距離)並且滿足 $W'(251)=W(231)$ 和 $W'(231)=W(211)$ 的關係。因此，如圖 17A 所示，光束 251、231 和 211 重疊的結果所產生的光強度分佈為一外徑為 $W(251)$ 且內徑為 $W'(211)$ 的環形。

[0131] 然後，圖 14B 示出構成聚光鏡 3 的各橢圓鏡之中的第一橢圓鏡 31 和第三橢圓鏡 35 的位置從圖 14A 所示的基準狀態被移動的狀態。尤其是，在圖 14B 所示的例子中，第一橢圓鏡 31 沿 -Z 方向移動，並且，第三橢圓鏡 35 沿 +Z 方向移動。在本實施例中，Z 軸與照明系統 12 的光軸平行。在此處，光束 211b 是被沿 -Z 方向移動的第一橢圓鏡 31 反射的光束。光束 211b 被第一橢圓鏡 31 反射，會聚於沿 Z 軸方向處於第一位置 P1 的負側(聚光器 2 側)的位置處，並然後入射於傅立葉轉換光學系統 6 以被

轉換成實質上被準直化的光束。因此，在傅立葉轉換光學系統 6 的光瞳面上的第二位置 P2 處形成環形的光強度分佈。此時，光束 211b 會聚於比第一位置 P1 接近聚光鏡 3 的位置處，並因此以比圖 14A 中的光束 211 大的角度入射於傅立葉轉換光學系統 6 上。另一方面，光束 251b 包含被沿 +Z 方向移動的第三橢圓鏡 35 反射的光束和被第一球面鏡 32 反射之後又被沿 +Z 方向移動的第三橢圓鏡 35 反射的光束。光束 251b 被第三橢圓鏡 35 反射，會聚於沿 Z 軸方向位於第一位置 P1 的正側的位置處，然後入射於傅立葉轉換光學系統 6 上用以被轉換成實質上被準直化的光束。因此，在傅立葉轉換光學系統 6 的光瞳面上的第二位置 P2 處形成環形的光強度分佈。此時，光束 251b 被會聚於一個比第一位置 P1 更遠離聚光鏡 3 的位置處，並因此以比圖 14A 中的光束 251 小的角度入射於傅立葉轉換光學系統 6 上。

[0132] 圖 18A~18D 是示出與圖 14B 所示的狀態對應的被聚光鏡 3 形成在第一位置 P1 處的光束的光強度分佈的第三例子的圖式。在這些圖中，圖 18A 示出光束 251b、231 和 211b 重疊的結果所產生的光強度分佈。圖 18B~18D 表示分別由光束 251b、231 和 211b 所產生的光強度分佈。當第二入射光學系統 192 被應用於照明系統 12 時，圖 18A~18D 所示的在第一位置 P1 處形成的光強度分佈被形成在光學積分器 7 的入射表面 IS 上。在這種情況下，如圖 18D 所示，由光束 211b 形成的光強度分佈

具有比圖 16D 所示的光束 211 的光強度分佈低的峰值強度和比其寬的展開端部。如圖 18A 所示，由光束 251b 形成的光強度分佈具有比圖 16A 所示的光束 251 的光強度分佈低的峰值強度和比其寬的展開端部，並且進一步被分成兩個峰。這是由於光束 211b 和光束 251b 的光會聚點與第一位置 P1 分開。尤其是，被光束 251b 形成的光強度分佈分成兩個峰的原因在於，光束 251b 的會聚角度比光束 211b 的會聚角度大。因此，如圖 18A 所示，與圖 16A 所示的光強度分佈相比，光束 251b、231 和 211b 重疊的結果所產生的光強度分佈具有實質上平坦的峰部和寬的展開端部。

[0133] 圖 19A~19D 示出與圖 14B 所示的狀態對應的被聚光鏡 3 形成在第二位置 P2 處的光束的光強度分佈的第四例子的圖式。在這些圖中，圖 19A 示出光束 251b、231 和 211b 重疊的結果所產生的光強度分佈。圖 19B~19D 表示分別由光束 251b、231 和 211b 產生的光強度分佈。圖 19A~19D 中，光束 251b 的光強度分佈的外徑和內徑分別表示為 $W(251b)$ 和 $W'(251b)$ 。類似地，光束 231 的光強度分佈的外徑和內徑分別表示為 $W(231)$ 和 $W'(231)$ 。光束 211b 的光強度分佈的外徑和內徑分別表示為 $W(211b)$ 和 $W'(211b)$ 。當第一入射光學系統 191 被應用於照明系統 12 時，圖 19A~19D 所示的在第二位置 P2 處形成的光強度分佈被形成在光學積分器 7 的入射表面 IS 上。在此處，圖 14B 所示的光束 211b 以比圖 14A 所

示的光束 211 大的角度入射於傅立葉轉換光學系統 6 上。因此，光束 211 的光強度分佈的外徑 $W(211b)$ 和光束 231 的內徑 $W'(231)$ 滿足 $W'(231) < W(211b)$ 的關係。圖 14B 所示的光束 251b 以比圖 14A 所示的光束 251 小的角度入射於傅立葉轉換光學系統 6 上。因此，光束 251 的光強度分佈的內徑 $W'(251b)$ 和光束 231 的外徑 $W(231)$ 滿足 $W'(251) < W(231)$ 的關係。因此，如圖 19A 所示，與圖 17A 所示的光強度分佈相比，光束 251b、231 和 211b 重疊的結果所產生的光強度分佈的環形部分的寬度變窄。圖 19A 所示的光強度分佈的環形部分的寬度 $\{W(251b) - W'(211b)\}$ 和圖 17A 所示的光強度分佈的環形部分的寬度 $\{W(251) - W'(211)\}$ 滿足 $\{W(251b) - W'(211b)\} < \{W(251) - W'(211)\}$ 的關係。

[0134] 接下來，圖 15A 示出構成聚光鏡 3 的各橢圓鏡之中的第二球面鏡 34 的位置從圖 14A 所示的基準狀態被移動的狀態。尤其是，在圖 15A 所示的例子中，第二球面鏡 34 沿 -Z 方向移動。在此處，被第二球面鏡 34 反射的光束不返回到發光部分 1a，而是被構成光源 1 的電極遮蔽，並因此不到達第二橢圓鏡 33。光束 231c 僅由被第二橢圓鏡 33 反射的光束形成，因此與圖 14A 所示的光束 231 相比具有低的光強度。應指出的是，光束 251 和 211 的狀態與圖 14A 所示的光束 251 和 211 相同。

[0135] 圖 20A~20D 是示出與圖 15A 所示的狀態對應的被聚光鏡 3 形成在第二位置 P2 處的光束的光強度分佈的第五例子的圖式。在這些圖中，圖 20A 示出光束

251、231c 和 211 重疊的結果所產生的光強度分佈。圖 20B~20D 示出分別由光束 251、231c 和 211 產生的光強度分佈。當第一入射光學系統 191 被應用於照明系統 12 時，圖 20A~20D 所示的在第二位置 P2 處形成的光強度分佈被形成在光學積分器 7 的入射表面 IS 上。在這種情況下，與圖 17C 所示的情況相反地，圖 20C 所示的由光束 231c 形成的環形的光強度分佈中的峰值強度等於由光束 251 和 211 中的每一光束形成的環形的光強度分佈中的峰值強度。因此，與圖 17A 所示的光束 251、231 和 211 重疊的結果所產生的光強度分佈相比，光束 251、231c 和 211 重疊的結果所產生的光強度分佈具有平坦的峰值強度。

[0136] 接下來，圖 15B 示出第二橢圓鏡 33 的位置從圖 14B 所示的組態聚光鏡 3 的各橢圓鏡之中的第一橢圓鏡 31 和第三橢圓鏡 35 的狀態被進一步移動的狀態。尤其是，在圖 15B 所示的例子中，第二橢圓鏡 33 沿-Z 方向移動。在此處，光束 231d 是被沿-Z 方向移動的第二橢圓鏡 33 反射的光束。光束 231d 被第二橢圓鏡 33 反射，會聚於沿 Z 軸方向處於第一位置 P1 的負側的位置處，然後入射於傅立葉轉換光學系統 6。入射於傅立葉轉換光學系統 6 上的光束 231d 被轉換成實質上被準直化的光束。因此，在傅立葉轉換光學系統 6 的光瞳面上的第二位置 P2 處形成環形的光強度分佈。在這種情況下，光束 231d 會聚於比第一位置 P1 要接近聚光鏡 3 的位置處，並因此以

比圖 14A 中的光束 211 大的角度入射於傅立葉轉換光學系統 6 上。

[0137] 圖 21A~21D 是示出與圖 15B 所示的狀態對應的被聚光鏡 3 形成在第二位置 P2 處的光束的光強度分佈的第六例子的圖式。在這些圖中，圖 21A 示出作光束 251b、231d 和 211b 重疊的結果所產生的光強度分佈。圖 21B~21D 示出分別由光束 251b、231d 和 211b 產生的光強度分佈。當第一入射光學系統 191 被應用於照明系統 12 時，圖 21A~21D 所示的在第二位置 P2 處形成的光強度分佈被形成在光學積分器 7 的入射表面 IS 上。在圖 21A~21D 中，光束 231d 的光強度分佈的外徑和內徑分別表示為 $W(231d)$ 和 $W'(231d)$ 。在圖 15B 中，光束 231d 入射於傅立葉轉換光學系統 6 上的角度被設定，使得圖 21A~21D 所示的光束 231d 的光強度分佈的外徑 $W(231d)$ 和光束 251b 的光強度分佈的外徑 $W(251b)$ 滿足 $W(231d)=W(251b)$ 的關係。因此，與圖 19A 所示的光強度分佈中的峰值強度的位置相比，圖 21A 所示的光強度分佈中的峰值強度的位置更接近環形部分的外側。

[0138] 接下來，將描述照明系統 12 中的構成聚光鏡 3 的橢圓鏡和球面鏡中的每一者的移動方法。圖 22 是示出本實施例中的橢圓鏡和球面鏡的移動步驟(移動方法)的流程圖。首先，控制器 18 決定是否需要因為在一工作(job)中所設定的人射光學系統的條件而切換設置在光路徑上的人射光學系統(第一入射光學系統 191 或第二入射光

學系統 192)(步驟 S101)。在此處，如果控制器 18 決定需要切換入射光學系統(“是”)的話，則藉由使用驅動機構(未示出)來切換入射光學系統(步驟 S102)。另一方面，如果控制器 18 決定不需要切換入射光學系統(“否”)的話，則處理遷移到步驟 S103。接下來，控制器 18 決定是否需要因為由於在一工作中所設定之包含於聚光鏡 3 中的橢圓鏡 31、33 和 35 的 Z 軸方向的位置條件而移動橢圓鏡 31、33 和 35 中的至少任一個(步驟 S103)。在此處，如果控制器 18 決定需要移動橢圓鏡 31、33 和 35 中的至少任一個(“是”)的話，則控制器 18 驅動第二驅動器 15 並且使它將橢圓鏡移動到在該工作中設定的位置(步驟 S104)。另一方面，如果控制器 18 決定不需要移動橢圓鏡(“否”)的話，則處理遷移到步驟 S105。接下來，控制器 18 決定是否需要因為由於在一工作中所設定的包含於聚光鏡 3 中的球面鏡 32 和 34 的 Z 軸方向的位置的條件而移動球面鏡 32 和 34 中的至少任一個(步驟 S105)。在此處，如果控制器 18 決定需要移動球面鏡 32 和 34 中的至少任一個(“是”)的話，則控制器 18 驅動第二驅動器 15 並且使它將球面鏡移動到在該工作中設定的位置(步驟 S106)，並且，完成移動步驟。另一方面，如果控制器 18 決定不需要移動球面鏡(“否”)的話，則單純地完成移動步驟。應指出的是，在以上的移動步驟中，關於要使用哪一個入射光學系統及關於橢圓鏡和球面鏡要被設置在 z 方向上的哪些位置的資訊係針對各照明條件被事先界定。以這種方式，使用者首先輸

人關於希望的照明條件的工作，使得控制器 18 可自動設定使用哪個入射光學系統以及在 Z 軸方向的哪些位置設置橢圓鏡和球面鏡。

[0139] 接下來，將描述曝光設備 700 中的二次光源的調整方法。在面上的描述中，為了在照明系統 12 中獲得所希望的光強度分佈，第一入射光學系統 191 和第二入射光學系統 192 被適當地切換，並且，可以使用燈作為光源 1。因此，例如，如果在入射光學系統的切換動作中出現誤差的話，則二次光源的圖像的光強度分佈的對稱性會改變。另外，由於與接通光源 1 相關的燈電極的消耗，因此二次光源的圖像的總光量會改變。因此，曝光設備 700 被如下文描述的那樣適當地改變光源 1 的位置來調整二次光源，用以有利地保持二次光源的圖像的光強度分佈。

[0140] 圖 23 是示出二次光源的調整步驟(調整方法)的流程圖。首先，控制器 18 接通光源 1(步驟 S201)。然後，控制器 18 使運算部分 37 根據檢測器 17 的輸出計算二次光源的圖像的總光量，用以從運算部分 37 獲取關於總光量的資訊(步驟 S202：二次光源的第一光量測量)。然後，控制器 18 使第一驅動器 35 沿 X 軸、Y 軸和 Z 軸方向移動光源的位置，使得該被獲得的總光量的值變為最大值(步驟 S203：第一位置調整)。

[0141] 接下來，控制器 18 根據在工作中預設的條件來決定是否需要切換照明條件(步驟 S204)。在此處，如果控制器 18 決定需要切換照明條件(“是”)的話，則控制器

18 使驅動機構(未示出)驅動第一入射光學系統 191 或第二入射光學系統 192 並且使第二驅動器 15 適當地驅動構成聚光鏡 3 的反射鏡(步驟 S205)。以這種方式，入射於光學積分器 7 上的光束的光強度分佈被改變。接下來，在步驟 S205 之後，控制器 18 使運算部分 37 根據檢測器 17 的輸出計算二次光源的圖像的光強度分佈的對稱性，用以從運算部分 37 獲取關於光強度分佈的對稱的資訊(步驟 S206：二次光源的光量分佈測量)。接下來，控制器 18 使第一驅動器 35 沿 X 軸方向和 Y 軸方向移動光源 1 的位置，使得該被獲得的光強度分佈的對稱性變為最高水準(步驟 S207：第二位置調整)。應指出的是，由於 Z 軸方向的光源 1 的位置不影響光強度分佈的對稱性，因此，不需要在步驟 S207 中沿 Z 軸方向移動光源 1 的位置。另一方面，如果控制器 18 在步驟 S204 中決定不需要切換照明條件(“否”)的話，則處理原樣遷移到步驟 S208。

[0142] 然後，在光源 1 沿 Z 軸方向的位置在步驟 S203 中被調整之後，控制器 18 決定是否經過了預先決定的時間(步驟 S208)。基於光源 1 在輸入保持恆定的同時被接通且在亮度降低 30%時實施燈更換的假定，該預先決定的時間可以是亮度降低 3%的時間。在此處，如果控制器 18 決定經過了預先決定的時間(“是”)的話，則控制器 18 使運算部分 37 根據檢測器 17 的輸出計算二次光源的圖像的總光量，用以從運算部分 37 獲取關於總光量的資訊(步驟 S209：二次光源的第二光量測量)。接下來，控制器 18

使第一驅動器 35 沿 Z 軸方向移動光源 1 的位置，使得該被獲得的總光量的值變為最大值(步驟 S210：第三位置調整)。在光源 1 的位置在步驟 S210 中沿 Z 軸方向被移動之後，照明系統 12 準備好可照明標線片 R。例如，照明系統 12 藉由打開(接通)設置在照明系統 12 中的曝光快門(未示出)來照明標線片 R。伴隨著標線片 R 的照明的開始，開始由曝光設備 700 實施的曝光步驟(曝光序列)。可進行這種調整的原因在於，藉由導因於與接通光源 1 相關的光源 1 的電極的消耗導致的發光點 1a 沿 Z 軸方向的變化，出現光強度分佈的總光量的變化。另一方面，如果控制器 18 在步驟 S208 中決定還沒有經過預先決定的時間(“否”)的話，則照明系統 12 準備好照明標線片 R，並照明標線片 R，使得由曝光設備 700 實施的曝光步驟可被開始。

[0143] 接下來，在完成由曝光設備 700 實施的曝光步驟時，控制器 18 決定光源 1 的點亮時間是否已達到其更換時間(壽命)(步驟 S211)。在此處，如果控制器 18 決定光源 1 的點亮時間已達到其更換時間(“是”)的話，則控制器 18 關斷光源 1(步驟 S212)並且結束二次光源的調整步驟。另一方面，如果控制器 18 在步驟 S211 中決定光源 1 的點亮時間還沒有達到其更換時間(“否”)的話，則處理返回到步驟 S204。如果不需要切換照明條件且還沒有經過預先決定的時間的話，則照明系統 12 再次準備好照明標線片 R，以實施由曝光設備 700 實施的曝光步驟。當由控制器 18 進行的二次光源的圖像的光強度分佈的恒定監

視使得二次光源的圖像的總光量的變化或光強度分佈的對稱性大於預先決定的值(允許值)時，可適當地沿 X 軸、Y 軸和 Z 軸方向調整光源 1 的位置。

[0144] 如上所述，由於照明系統 12 沒有為了改變二次光源的圖像的形狀如傳統的情況那樣地使用圓錐稜鏡或光闌等，因此可以盡可能地抑制光量的損失。另外，照明系統 12 根據以上的組態適當地移動構成聚光鏡 3 的反射鏡，因而能夠容易地使得二次光源的圖像具有環形或圓形形狀。此外，照明系統 12 與構成聚光鏡 3 的反射鏡的移動為了不同的目的而協同一致地使用不同的多個入射光學系統 191 和 192，使得二次光源的圖像可變為各種形狀。

[0145] 如上所述，根據本實施例，一種可容易地使二次光源的圖像形成為希望的環形或希望的圓形、同時抑制光量損失的照明裝置被提供。此外，包括這種照明裝置的曝光設備能夠實現高效率和功率節省。

[0146] 在上面的描述中，描述在照明系統 12 中聚光鏡 3 由五段結構反射鏡構成的情況。但是，在本發明中，構成聚光鏡 3 的反射鏡的段數不侷限於此，而是也可適當地改變。文下中，將參照圖 24~26 具體描述聚光鏡 3 的其他組態。圖 24~26 是示出光學系統的示意圖，用於解釋由光源 1 發射出的光束所形成的光強度分佈，這些圖式符合圖 14 和圖 15 所示的方法。

[0147] 圖 24 示出由六段結構反射鏡構成的聚光鏡 3' 的基準狀態。聚光鏡 3' 被建構為使得圖 14A 所示的第二

焦點位置側的最外面的第三橢圓鏡 35 被第四橢圓鏡 35' 和第三球面鏡 36 替代。在此處，可以看出的是，第四橢圓鏡 35' 是從圖 14A 所示的第三橢圓鏡 35 的一部分切出的。光束 2501 包含只被第四橢圓鏡 35' 會聚的光束和在被第一球面鏡 32 反射之後被第四橢圓鏡 35' 會聚的光束。另一方面，第三球面鏡 36 的曲率中心與第一球面鏡 32 和第二橢圓鏡 34 的曲率中心一致，並且，第三球面鏡 36 的焦點位置與橢圓鏡 31、33 和 35' 的第一焦點位置一致。光束 2100 包含只被第一橢圓鏡 31 會聚的光束和在被第三球面鏡 36 反射之後被第一橢圓鏡 31 會聚的光束。在這種情況下，三個橢圓鏡 31、33 和 35' 與三個單個球面鏡 36、34 和 32 配對，並且，聚光鏡 3' 會聚來自發光點 1a 的光束。分別被橢圓鏡 31、33 和 35' 會聚的光束 2100、231 和 2501 可藉由沿 Z 軸方向改變球面鏡 36、34 和 32 的位置來改變形成在第一位置 P1 或第二位置 P2 處的光強度分佈中的峰值強度。因此，與圖 14A 所示的五段結構聚光鏡 3 相比，圖 24 所示的六段結構聚光鏡 3' 可在寬範圍上改變形成在第一位置 P1 或第二位置 P2 處的光強度分佈。

[0148] 圖 25A 示出由二段結構反射鏡構成的聚光鏡 3'' 的基準狀態。聚光鏡 3'' 包含兩個橢圓鏡，即第一橢圓鏡 31'' 和第二橢圓鏡 33''。在此處，第一橢圓鏡 31'' 和第二橢圓鏡 33'' 是一個橢圓鏡的兩個分割部分，並且，第一橢圓鏡 31'' 和第二橢圓鏡 33'' 的第一焦點位置和第二焦點位置分別相互一致。在這種情況下，光束 2103 在被第一橢圓

鏡 31'' 反射之後被會聚。另一方面，光束 2302 在被第二橢圓鏡 33'' 反射之後被會聚。

[0149] 圖 25B 示出構成聚光鏡 3'' 的橢圓鏡 31'' 和 33'' 的位置從圖 25A 所示的基準狀態被移動的狀態。尤其是，在圖 25B 所示的例子中，第一橢圓鏡 31'' 沿 -Z 方向被移動。另一方面，第二橢圓鏡 33'' 沿 +Z 方向被移動。在這種情況下，光束 2104 被第一橢圓鏡 31'' 反射，然後會聚於沿 Z 軸方向位於第一位置 P1 的負側的位置處，用以入射於傅立葉轉換光學系統 6 上。入射於傅立葉轉換光學系統 6 上的光束 2104 轉換成實質上被準直化光束。因此，在傅立葉轉換光學系統 6 的光瞳面的第二位置 P2 處形成環形的光強度分佈。此時，光束 2104 被會聚於一個比第一位置 P1 更接近聚光鏡 3' 的位置處，並因此以比圖 25A 中的光束 2103 大的角度入射於傅立葉轉換光學系統 6 上。另一方面，光束 2303 被第二橢圓鏡 33'' 反射，並然後會聚於沿 Z 軸方向位於第一位置 P1 的正側的位置處，用以入射於傅立葉轉換光學系統 6 上。入射於傅立葉轉換光學系統 6 上的光束 2303 轉換成實質上被準直化光束。因此，在傅立葉轉換光學系統 6 的光瞳面的第二位置 P2 處形成環形的光強度分佈。此時，光束 2303 被會聚於一個比第一位置 P1 更遠離聚光鏡 3' 的位置處，並因此以比圖 25A 中的光束 2302 的角度小的角度入射於傅立葉轉換光學系統 6 上。

[0150] 如圖 25A 和圖 25B 所示，為了改變形成在第

二位置 P2 處的環形的光強度分佈，可藉由作為聚光鏡 3 的最小構成的至少兩個橢圓鏡來獨立地改變環形的光強度分佈的內徑和外徑。

[0151] 在此處，在圖 25B 的僅由橢圓鏡構成的聚光鏡 3'' 中，從光源 1 發射的光束的一部分沿光軸方向從第一橢圓鏡 31'' 和第二橢圓鏡 33'' 之間間隙洩漏到外面成為洩漏光 2000。這種光的洩漏是光量的損失，並因此較佳地應盡可能地避免。因此，為了抑制出現洩漏光 2000，聚光器如圖 26A 和圖 26B 所示的那樣如下建構是有效的。

[0152] 圖 26A 示出由三段結構反射鏡構成的聚光鏡 3''' 的基準狀態。聚光鏡 3''' 與圖 25A 和圖 25B 所示的組態相比另外在橢圓鏡之間具有球面鏡，並且，包含第一橢圓鏡 31'''、第二橢圓鏡 33''' 和球面鏡 32'''。在此處，第一橢圓鏡 31''' 的第一焦點位置與第二橢圓鏡 33''' 的第一焦點位置一致，並且，第一橢圓鏡 31''' 的第二焦點位置也與第二橢圓鏡 33''' 的第二焦點位置一致。第一橢圓鏡 31''' 和第一位置 P1 一致。球面鏡 32''' 的曲率中心與第一橢圓鏡 31''' 和第一位置 P1 一致。在這種情況下，光束 2104 在被第一橢圓鏡 31''' 反射之後被會聚。另一方面，光束 2304 被球面鏡 32''' 反射，然後進一步被第二橢圓鏡 33''' 反射以被會聚。

[0153] 圖 26B 示出構成聚光鏡 3''' 的橢圓鏡 31''' 和

33'''的位置從圖 26A 所示的基準狀態被移動的狀態。尤其是，在圖 26B 所示的例子中，第一橢圓鏡 31'''沿-Z 方向移動。另一方面，第二橢圓鏡 33'''沿+Z 方向移動。在這種情況下，光束 2105 被第一橢圓鏡 31'''反射，然後會聚於沿 Z 軸方向處於第一位置 P1 的負側的位置處，以入射於傅立葉轉換光學系統 6 上。入射於傅立葉轉換光學系統 6 上的光束 2105 被轉換成實質上被準直化的光束。因此，在傅立葉轉換光學系統 6 的光瞳面上的第二位置 P2 處形成環形的光強度分佈。此時，光束 2105 被會聚於一個比第一位置 P1 更接近聚光鏡 3'''的位置處，並因此以比圖 26A 中的光束 2104 的角度大的角度入射於傅立葉轉換光學系統 6 上。另一方面，光束 2305 被第二橢圓鏡 33'''反射，然後會聚於沿 Z 軸方向處於第一位置 P1 的正側的位置處，以入射於傅立葉轉換光學系統 6 上。入射於傅立葉轉換光學系統 6 上的光束 2305 轉換成實質上被準直化的光束。因此，在傅立葉轉換光學系統 6 的光瞳面的第二位置 P2 處形成環形的光強度分佈。此時，光束 2305 會被聚於一個比第二位置 P2 更遠離聚光鏡 3'''的位置處，並因此以比圖 26A 中的光束 2304 的角度小的角度入射於傅立葉轉換光學系統 6 上。

[0154] 借助於圖 26A 和圖 26B 所示的組態，即使橢圓鏡移動時也不會出現圖 25B 所示的洩漏光 2000，可以如圖 25A 和 25B 所示的那樣改變在第一位置 P1 處形成的環形的光強度分佈。

[0155] 考慮以上的例示，假如聚光器包含至少兩個可移動的橢圓鏡和數量與這些橢圓鏡相同或者更少(包含零)的固定或可動的球面鏡，則根據本實施例的照明裝置就可提供上述的效果。

(物品製造方法)

[0156] 根據本發明的實施例的物品製造方法較佳地製造諸如半導體器件等的微器件或具有微結構的元件等的物品。物品製造方法可包括：藉由使用上述的曝光設備在物體上形成潛像圖案(例如，曝光處理)的步驟；和將前面的步驟中形成了潛像圖案的物體顯影的步驟。此外，物品製造方法可包括其他已知的步驟(氧化、膜形成、氣相沉積、摻雜、平坦化、蝕刻、抗蝕劑剝離、切割、接合和封裝等)。與傳統的器件製造方法相比，本實施例的器件製造方法至少在器件的性能、品質、生產率和製造成本中的至少一個上具有優點。

[0157] 雖然已參照示範性實施例描述了本發明，但應理解的是，本發明不侷限於被揭露的示範性實施例。所附的申請專利範圍的範圍應被賦予最寬的解釋以包含所有這樣的變更方式以及等同的結構和功能。

[0158] 本申請案主張在 2014 年 8 月 5 日提交的日本專利申請案第 2014-159144 號和在 2014 年 9 月 11 日提交的日本專利申請案第 2014-184748 號的權益，其全部內容藉由此參照而被併入本案中。

【符號說明】

[0159]

500：光源設備

AX：光軸

1：光源

1a：發光點(發光區域)

2a：第一輔助線

210：第一橢圓鏡

230：第二橢圓鏡

FP1：第一焦點

FP2：第二焦點

PO：230：反射點

PI：230：反射點

PO：210：反射點

PI：210：反射點

600：光源設備

2101：第一橢圓鏡

2102：第一球面鏡

100：光源設備

2：聚光器

23：第三反射鏡

24：第四反射鏡

$\theta_{21}(\theta)$ ：角度

022(0') : 角度

023 : 角度

024 : 角度

P1 : 反射點

P2 : 反射點

P3 : 反射點

P4 : 反射點

● P5 : 反射點

P6 : 反射點

P7 : 反射點

P8 : 反射點

P9 : 反射點

P10 : 反射點

P11 : 反射點

PI : 21 : 反射點

● PO : 23 : 反射點

110 : 光源設備

20 : 聚光器

25 : 第一反射鏡

26 : 第二反射鏡

29 : 第五反射鏡

27 : 第三反射鏡

28 : 第四反射鏡

025 : 角度

026 : 角度
027 : 角度
028 : 角度
029 : 角度
120 : 光源設備
PO : 29 : 反射點
PI : 25 : 反射點
40 : 聚光器
130 : 光源設備
50 : 聚光器
30 : 第四反射鏡
200 : 照明裝置
70 : 光學積分器
300 : 傳統的照明裝置
400 : 曝光設備
R : 標線片
W : 晶圓
13 : 投影光學系統
17 : 照明系統
11 : 標線片台架
16 : 晶圓台架
18 : 控制器
4 : 冷光鏡
5 : 光學桿

6：傅立葉轉換光學系統

7：光學積分器

8：孔徑光闌

9：準直器

10：折疊鏡

2b：孔徑平面

1b：引線

● 9a：透鏡系統

9b：透鏡系統

15：晶圓夾具

171：第一圓錐稜鏡

801：第二孔徑光闌

172：第二圓錐稜鏡

802：第三孔徑光闌

700：曝光設備

● 37：運算部分

191：第一入射光學系統

192：第二入射光學系統

31：第一橢圓鏡

32：第一球面鏡

33：第二橢圓鏡

34：第二球面鏡

35：第三橢圓鏡

39：第二驅動器（反射鏡驅動器）

- 43 : 孔徑光闌(第一光闌)
- IS : 入射表面
- ES : 發光表面
- 52 : 第二傅立葉轉換光學系統
- 53 : 孔徑光闌(第二光闌)
- 51 : 第一傅立葉轉換光學系統
- HM : 半反射鏡
- 14 : 檢測光學系統
- 17 : 檢測器
- 14a : 光學系統
- 14b : 光學系統
- 13a : 光瞳面
- 211 : 光束
- 231 : 光束
- 251 : 光束
- 211b : 光束
- 251b : 光束
- 231c : 光束
- 231d : 光束
- 3 : 聚光鏡
- 3' : 聚光鏡
- 35' : 第四橢圓鏡
- 36 : 第三球面鏡
- 31'' : 第一橢圓鏡

3" : 聚光鏡

33" : 第二橢圓鏡

2103 : 光束

2302 : 光束

2303 : 光束

2104 : 光束

2000 : 洩漏光

● 3''' : 聚光鏡

31''' : 第一橢圓鏡

32''' : 第一球面鏡

33''' : 第二橢圓鏡

2304 : 光束

2105 : 光束

2305 : 光束

180 : 光強度分佈

● 181 : 光強度分佈

182 : 光強度分佈

申請專利範圍

1. 一種光源設備，包含：

光源，其被建構來從發光區域發射光束；及

聚光器，其被建構來會聚光束用以允許光束(light flux)離開至外面，

其中，該聚光器包括四個或更多個反射鏡，每一反射鏡具有用於反射從發光區域發射的光束的反射表面，

該反射表面係旋轉對稱於一軸線，且被設置成包圍該光源，

該四個或更多個反射鏡包含橢圓表面反射鏡，其反射表面為橢圓形、和球面反射鏡，其反射表面為球面，及

該等橢圓表面反射鏡和球面反射鏡沿該軸線的方向被交替地設置，並且，一被一球面反射鏡反射的光束被一個跨越該發光區域相對地設置的橢圓表面反射鏡進一步反射，用以允許該光束離開至外面。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的光源設備，其中該球面反射鏡在該發光區域中具有該球面反射鏡的球面的中心點，並且該橢圓表面反射鏡在該發光區域中具有焦點。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的光源設備，其中一個球面反射鏡在一包含該軸線的平面內反射來自該發光區域的光束的角度 θ' 的範圍和一個橢圓表面反射鏡在包含該軸線的該平面內進一步反射被該球面反射鏡反射的光束的角度 θ 的範圍滿足 $\theta \geq \theta'$ 的關係。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述的光源設備，其中光源

具有用於形成該發光區域的陰極和陽極。

5.如申請專利範圍第 4 項所述的光源設備，其中當該一個橢圓表面反射鏡和該一個球面反射鏡跨著該發光區域相鄰時，該橢圓表面反射鏡與該球面反射鏡相鄰的一側的開口端從該發光區域向該球面反射鏡懸突伸出(overhang)一等於陰極與陽極之間的距離的 1/2 或更長的距離。

6.如申請專利範圍第 4 項所述的光源設備，其中該光源在包含該軸線的平面中向該陰極發射該光束的角度等於該光源在包含該軸線的該平面中向該陽極發射該光束的角度。

7.如申請專利範圍第 1 項所述的光源設備，其中該反射表面係旋轉對稱於一被定義為該發光區域的旋轉對稱軸的光軸。

8.如申請專利範圍第 1 項所述的光源設備，其中該發光區域具有旋轉對稱的發光強度分佈。

9.一種照明裝置，包含：

如申請專利範圍第 1 項所述的光源設備；及

光學積分器，從該光源設備發射的光束入射在該光學積分器上。

10.如申請專利範圍第 9 項所述的照明裝置，更包含：

柱狀波導，其被設置在該聚光器與該光學積分器之間，並且被該聚光器會聚的光束入射在所述柱狀波導上；及

光學系統，其被設置在該波導與該光學積分器之間，用以將從該波導發射的該光束轉換成被準直的光束。

11.如申請專利範圍第 10 項所述的照明裝置，更包含：

光束轉換器，其可拆卸地設置在該光學系統與該光學積分器之間，用以改變入射於該光學積分器上的該光束的形狀。

12.一種曝光設備，其將形成在原片上的圖案的圖像轉印到基板上，該曝光設備包含：

如申請專利範圍第 9 項所述的照明裝置，

投影光學系統，其被建構來將該原片上的圖案投影至該基板上，

其中該照明裝置照射一原片，其為將被照射物件。

13.一種光源設備，包含：

光源，其被建構來從一發光區域發射光束；及

聚光器，其被建構來會聚該光束，用以允許該光束離開至外面，

其中該聚光器包括多個反射鏡，每一反射鏡具有用於反射從該發光區域發射出的光束的反射表面，

該反射表面係旋轉對稱於一軸線，且被設置成包圍該發光區域，

該等多個反射鏡中的至少兩個反射鏡是橢圓表面反射鏡，該橢圓表面反射鏡的反射表面為在該發光區域中具有焦點的橢圓形並且該橢圓表面反射鏡可沿該軸線的方向移

動。

14.如申請專利範圍第 13 項所述的光源設備，其中該等多個反射鏡中的至少一個反射鏡為球面反射鏡，該球面反射鏡的反射表面是在該發光區域中具有該球面反射鏡的中心點的球面，及

橢圓表面反射鏡和球面反射鏡沿該軸線的方向被交替佈置，並且被一個球面反射鏡反射的光束被跨著該發光區域相對地設置的一個橢圓表面反射鏡進一步反射。

15.如申請專利範圍第 14 項所述的光源設備，其中該球面反射鏡可沿該軸線的方向移動。

16.如申請專利範圍第 14 項所述的光源設備，其中該橢圓表面反射鏡和與其相鄰的球面反射鏡被設置為在它們之間沒有在該軸線的方向上的間隙。

17.如申請專利範圍第 13 項所述的光源設備，其中該反射表面係旋轉對稱於一被定義為該發光區域的旋轉對稱軸的光軸。

18.如申請專利範圍第 13 項所述的光源設備，其中該發光區域具有旋轉對稱的發光強度分佈。

19.一種照明裝置，包含：

如申請專利範圍第 13 項所述的光源設備；

光學系統，其被建構來引導被會聚於該聚光器上的光束；及

光學積分器，從光源設備發射的光束被入射至該光學積分器上。

20.如申請專利範圍第 19 項所述的照明裝置，其中該光學系統包含可在該照明裝置的光路徑中切換和拆卸的第一光學系統和第二光學系統，

該第一光學系統將光學積分器的人射表面設定為與該聚光器會聚從該光源發射的光束的位置具有光瞳關係，及

該第二光學系統將光學積分器的人射表面設定為與該聚光器會聚從光源發射的光束的位置具有光學共軛關係。

21.如申請專利範圍第 20 項所述的照明裝置，其中該第一光學系統在該聚光器會聚從光源發射的光束的該位置處具有波導，並且將該光學積分器的人射表面設定為與該波導的發射表面具有光瞳關係。

22.如申請專利範圍第 20 項所述的照明裝置，更包含：

第一光闌和第二光闌，其分別與該第一光學系統和該第二光學系統對應並且能夠在光路徑中的該光學積分器的發光表面上切換和拆卸。

23.如申請專利範圍第 19 項所述的照明裝置，更包含：

反射鏡驅動器，其被建構來移動該橢圓表面反射鏡或該球面反射鏡；及

控制器，其被建構來控制該反射鏡驅動器的動作。

24.如申請專利範圍第 20 項所述的照明裝置，更包含：

光學系統驅動器，其被建構來切換該第一光學系統和

該第二光學系統；及

控制器，其被建構來控制該光學系統驅動器的動作。

25.如申請專利範圍第 23 項所述的照明裝置，其中該控制器控制該反射鏡驅動器或該光學系統驅動器的操作以改變要入射在該光學積分器上的光束的光強度分佈。

26.一種將在原片(original)上形成的圖案的圖像轉印到基板上的曝光設備，該曝光設備包含：

如申請專利範圍第 19 項所述的照明裝置，

投影光學系統，其被建構來將該原片上的圖案投影至該基板上，

其中該照明裝置照射作為被照射物件的原片。

27.如申請專利範圍第 26 項所述的曝光設備，其中該照明裝置具有檢測器，其被建構來檢測形成在光學積分器的發光表面上的二次光源的圖像，並且

曝光設備包含：

光源驅動器，其被建構來將該光源位移；

運算部分，其被建構來根據該檢測器的輸出獲得與二次光源的光量有關的資訊；及

曝光控制器，其被建構來根據該資訊控制該光源驅動器的動作。

28.一種製造物品的方法，該方法包含以下步驟：

藉由使用如申請專利範圍第 12 項、如申請專利範圍第 26 項或如申請專利範圍第 27 項中的任一項所述的曝光設備來曝光基板；及

將曝光步驟中所曝光的基板顯影。

29. 一種光源設備，包含：

光源，其被建構來從發光區域發射光束；及

聚光器，其被建構來會聚光束用以允許光束 (light flux) 離開至外面，

其中，該聚光器包括四個或更多個反射鏡，每一反射鏡具有用於反射從發光區域發射的光束的反射表面，

該四個或更多個反射鏡包含橢圓表面反射鏡，其反射表面為橢圓形、和球面反射鏡，其反射表面為球面，及

該等橢圓表面反射鏡和球面反射鏡沿該軸線的方向被交替地設置，並且，一被一球面反射鏡反射的光束被一個跨越該發光區域相對地設置的橢圓表面反射鏡進一步反射，用以允許該光束離開至外面。

30. 一種光源設備，包含：

光源，其被建構來從一發光區域發射光束；及

聚光器，其被建構來會聚該光束，用以允許該光束離開至外面，

其中該聚光器包括多個反射鏡，每一反射鏡具有用於反射從該發光區域發射出的光束的反射表面，

該等多個反射鏡中的至少兩個反射鏡是橢圓表面反射鏡，該橢圓表面反射鏡的反射表面為在該發光區域中具有焦點的橢圓形並且該橢圓表面反射鏡可沿該軸線的方向移動。

31. 一種照明裝置，包含：

如申請專利範圍第 29 項所述的光源設備；及
光學積分器，從該光源設備發射的光束入射在該光學
積分器上。

32. 一種曝光設備，其將形成在原片上的圖案的圖像轉
印到基板上，該曝光設備包含：

如申請專利範圍第 31 項所述的照明裝置，
投影光學系統，其被建構來將該原片上的圖案投影至
該基板上，

其中該照明裝置照射一原片，其為將被照射物件。

33. 一種照明裝置，包含：

如申請專利範圍第 30 項所述的光源設備；及
光學積分器，從該光源設備發射的光束入射在該光學
積分器上。

34. 一種曝光設備，其將形成在原片上的圖案的圖像轉
印到基板上，該曝光設備包含：

如申請專利範圍第 33 項所述的照明裝置，
投影光學系統，其被建構來將該原片上的圖案投影至
該基板上，

其中該照明裝置照射一原片，其為將被照射物件。

圖式

圖 1

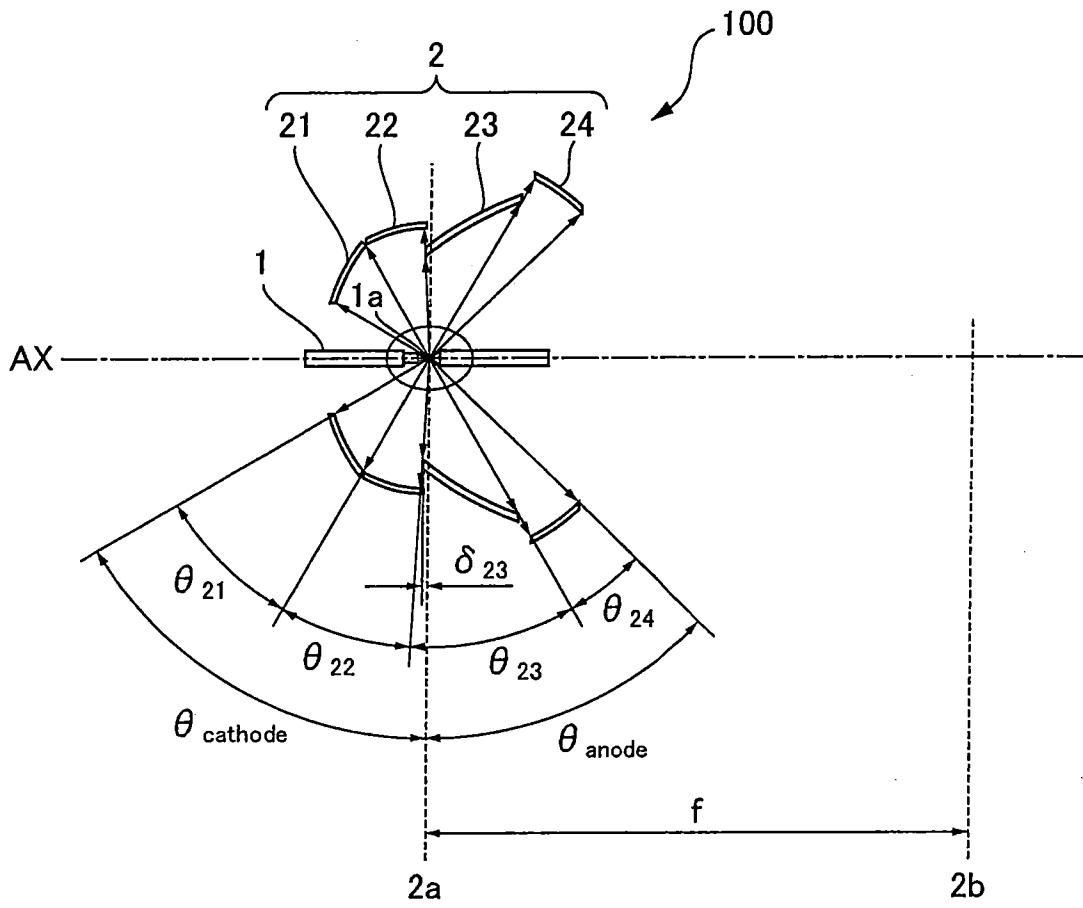


圖 2A

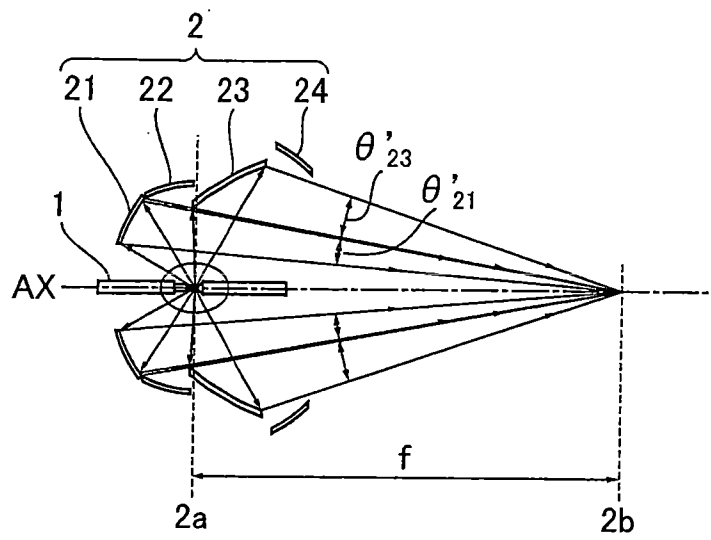


圖 2B

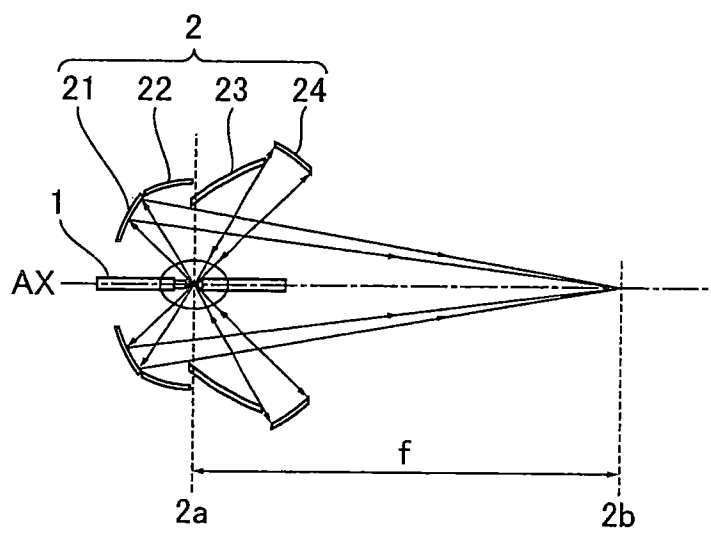


圖 2C

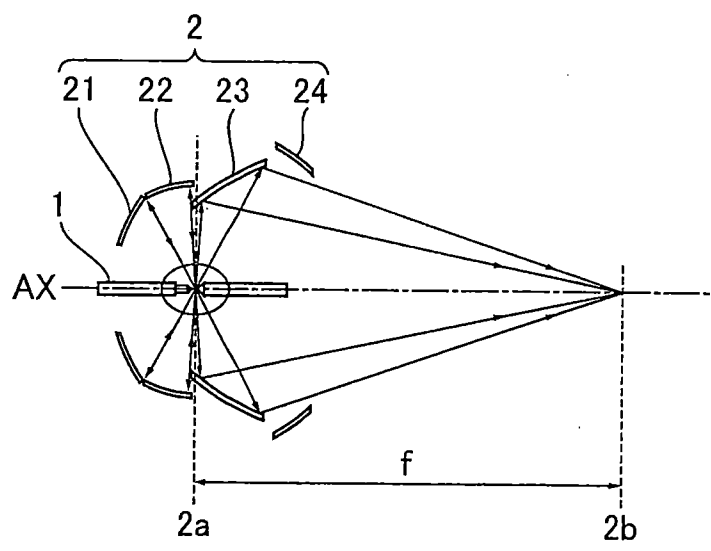


圖 3A

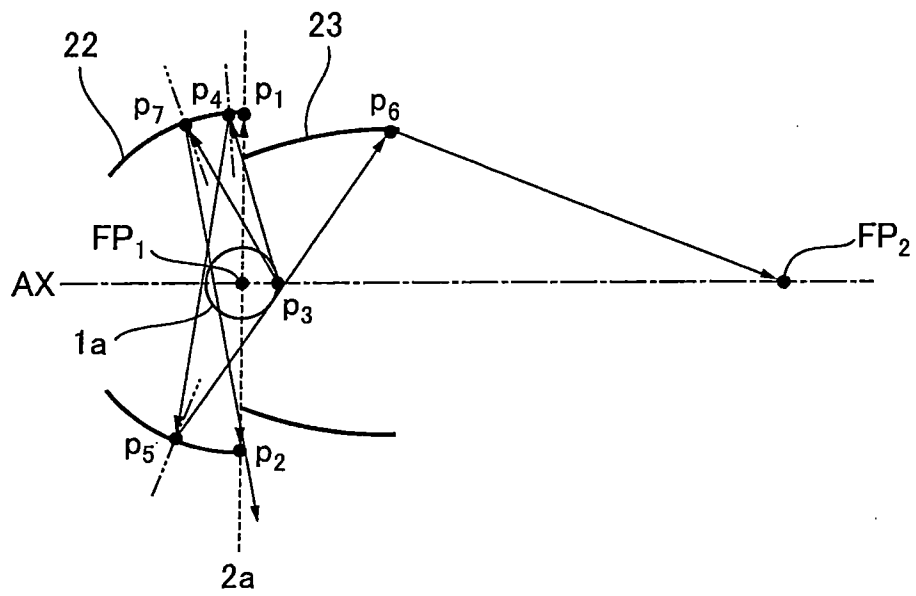


圖 3B

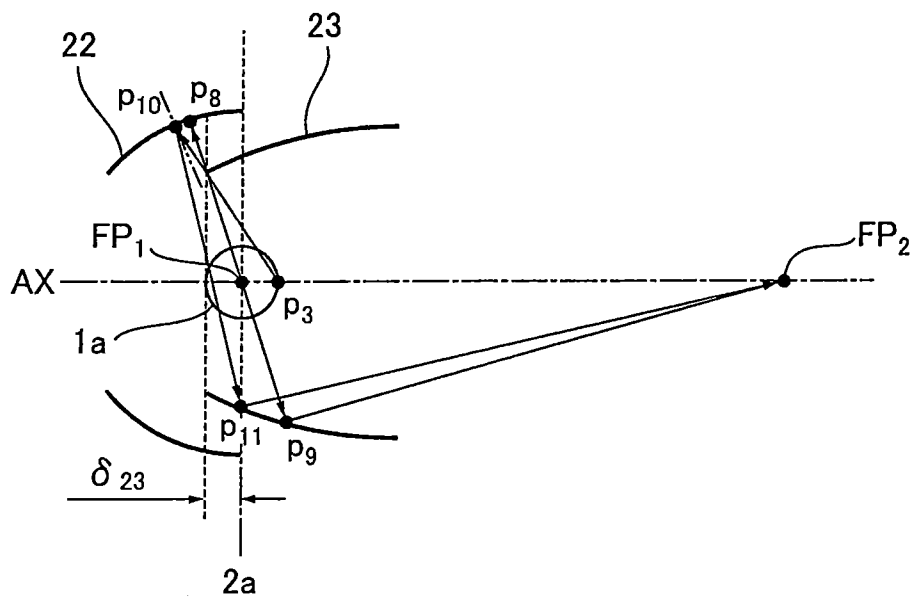


圖 4

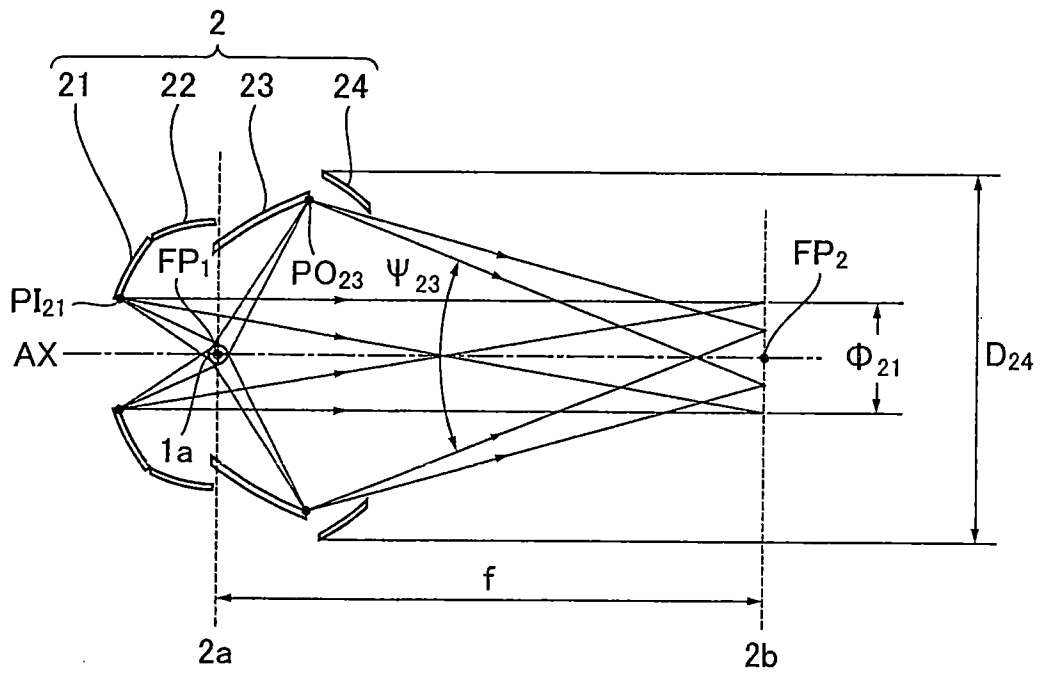


圖 5A

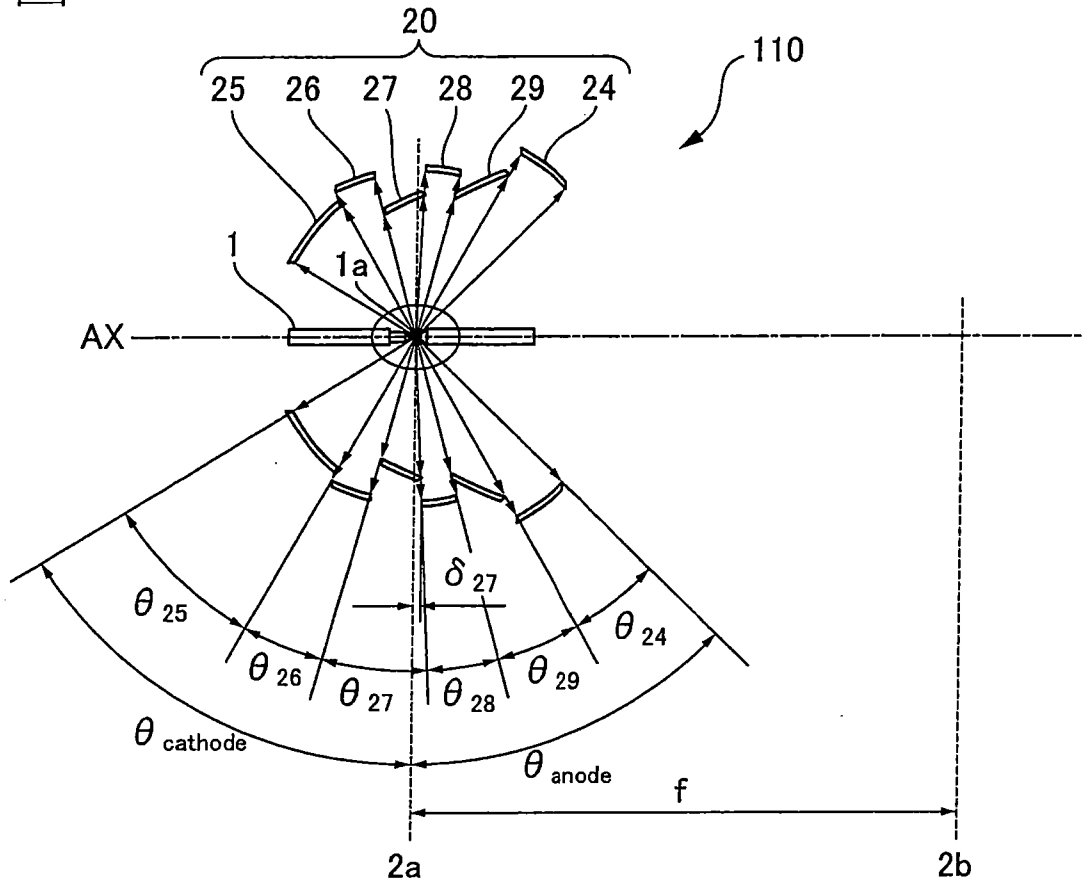


圖 5B

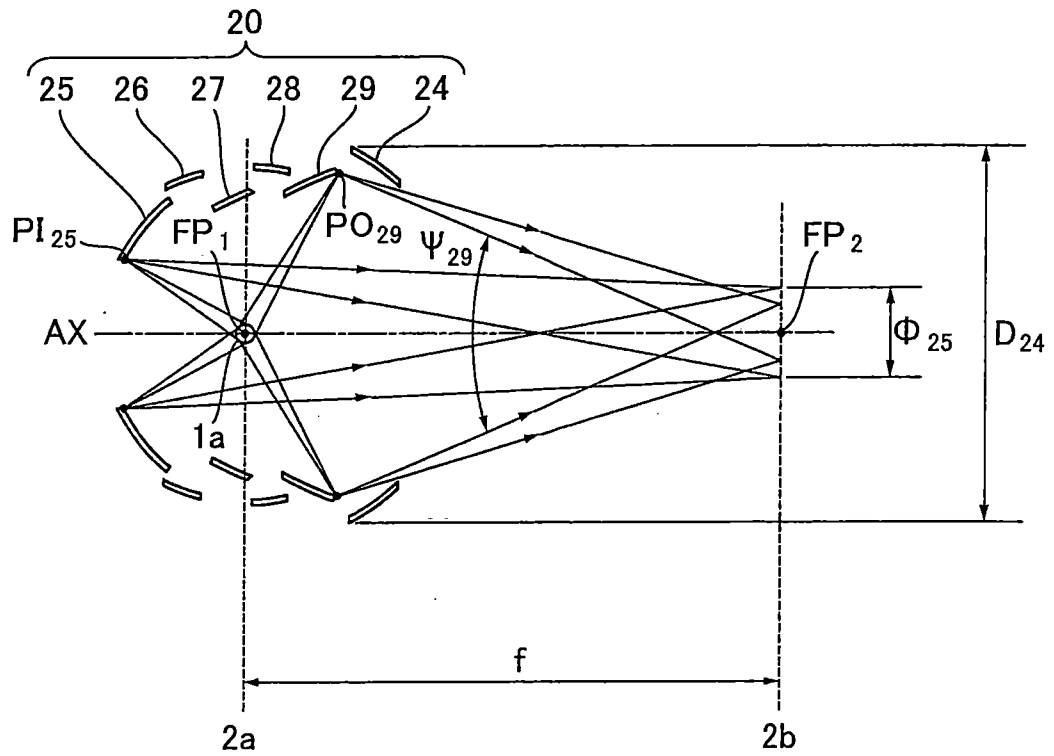


圖 6

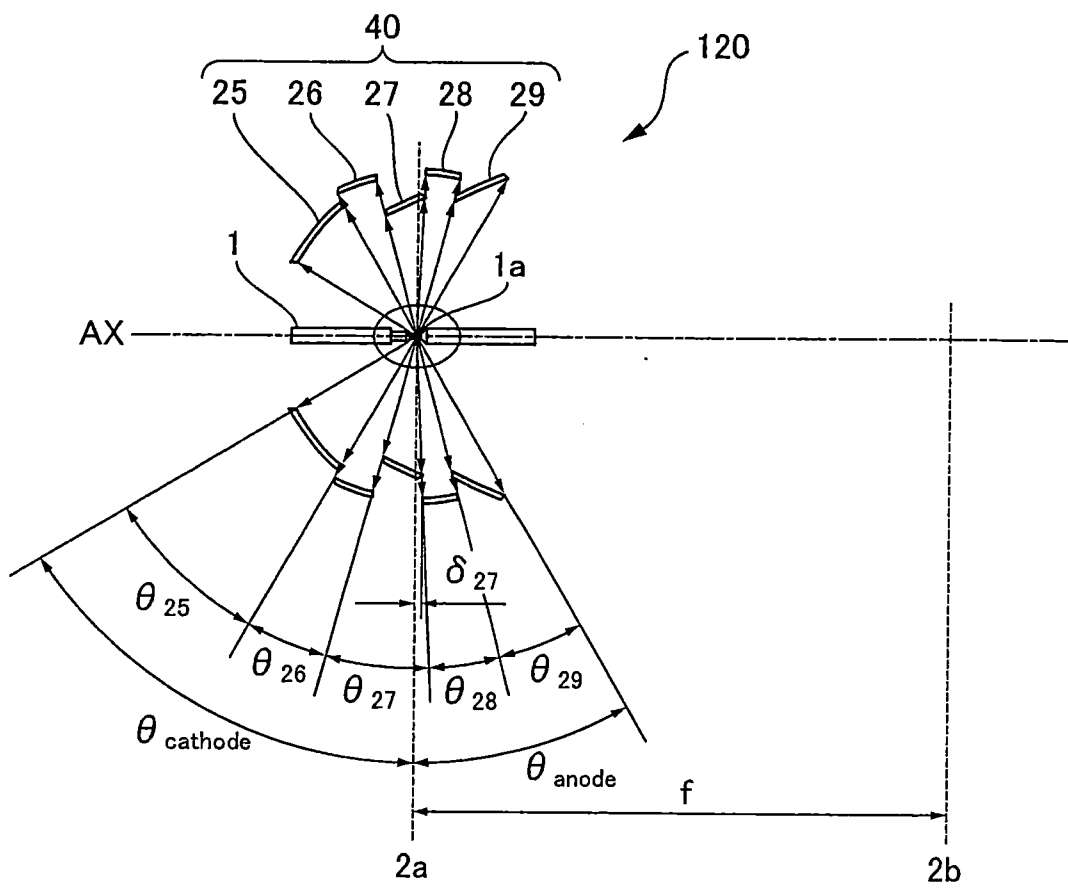


圖 7A

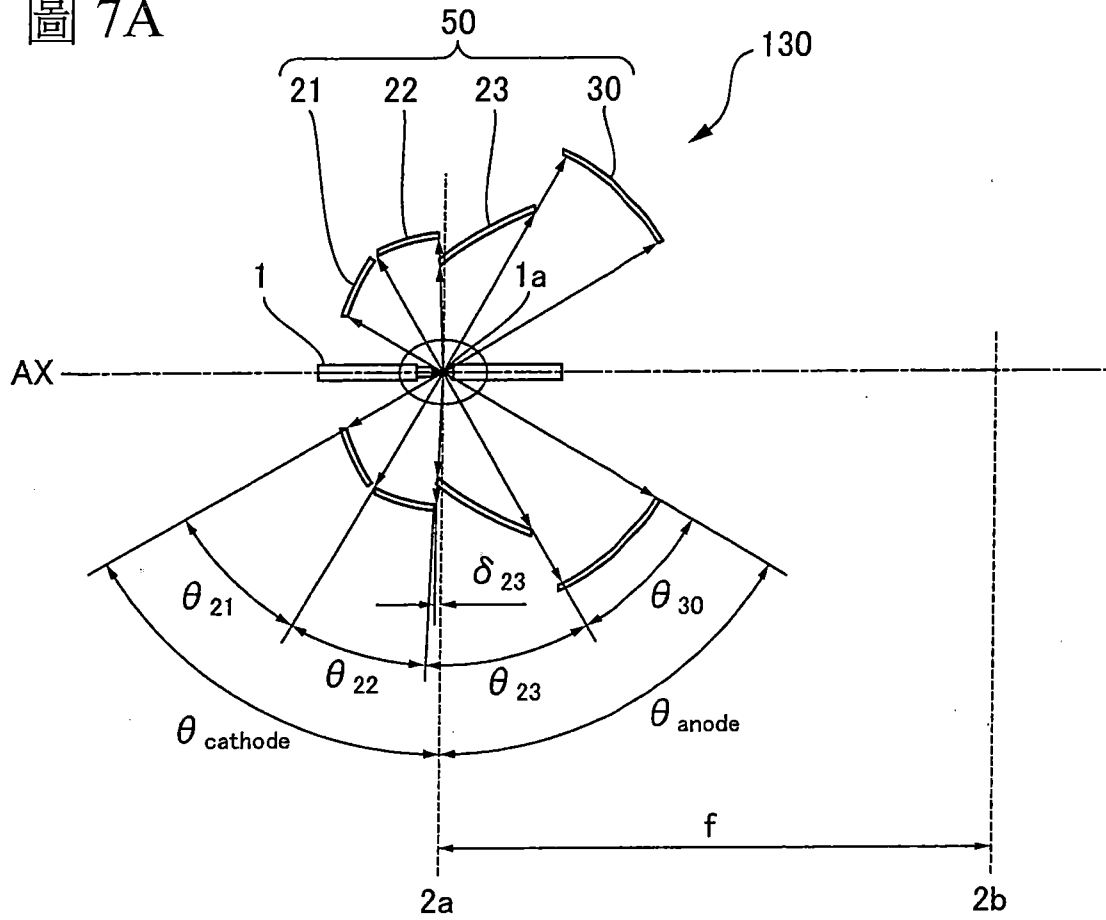


圖 7B

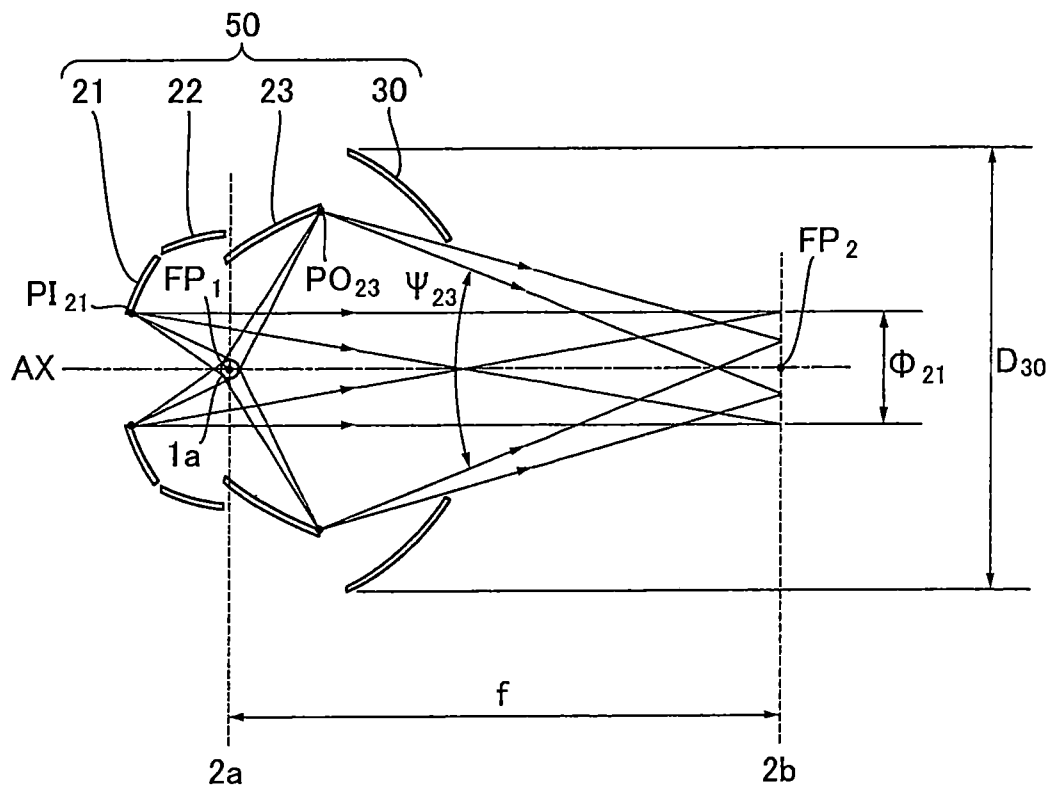


圖 8A

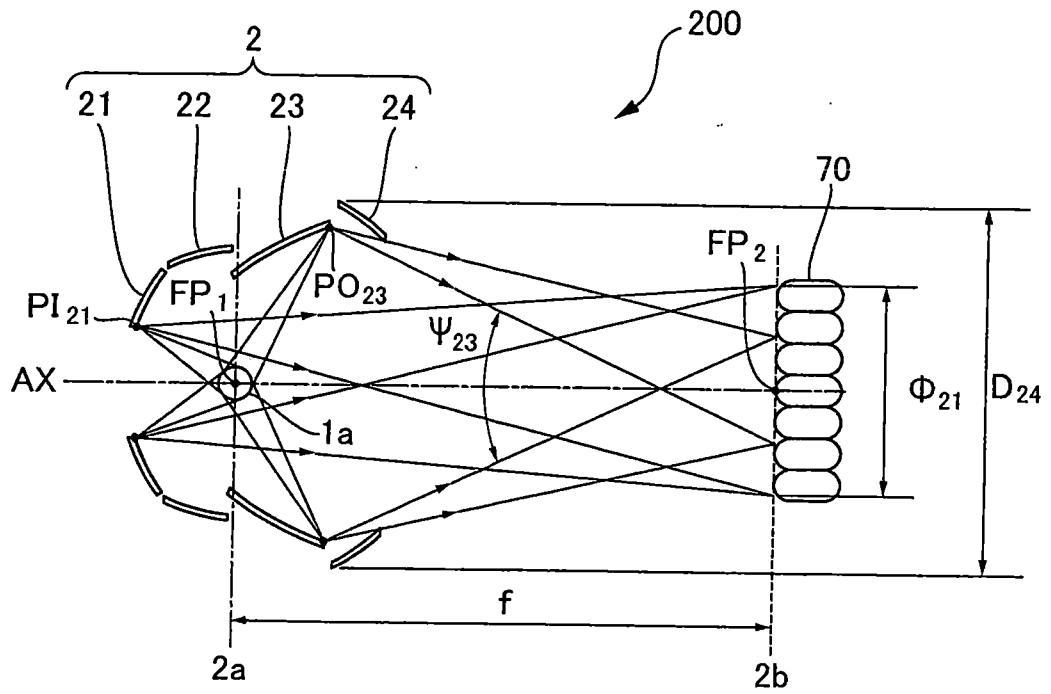


圖 8B

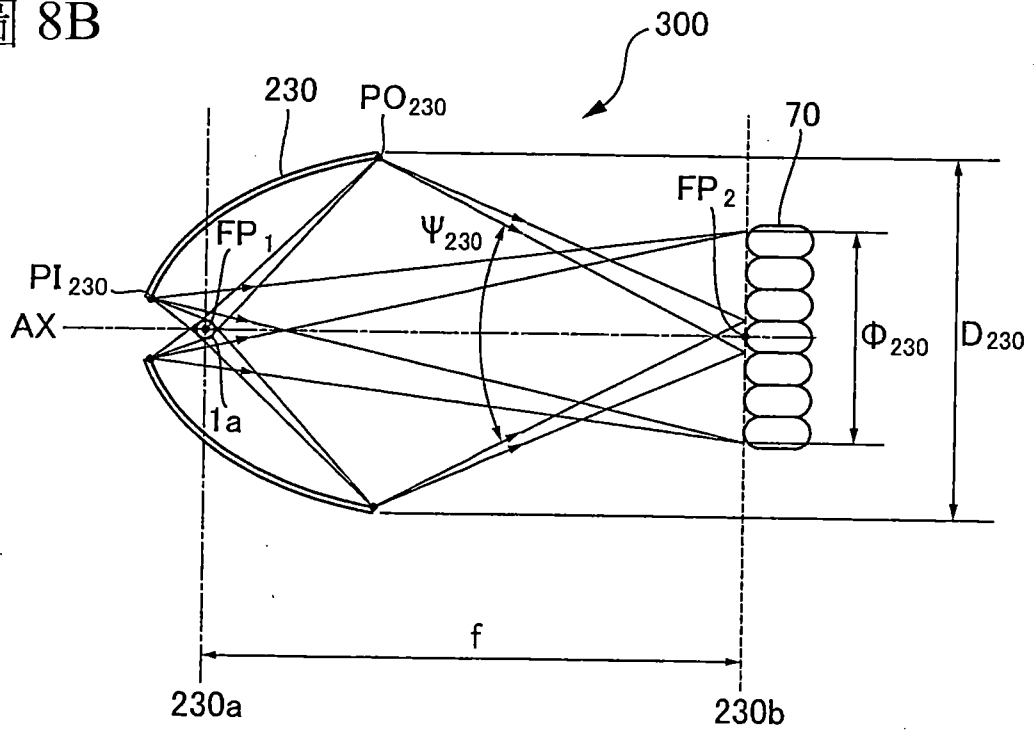


圖 9

400

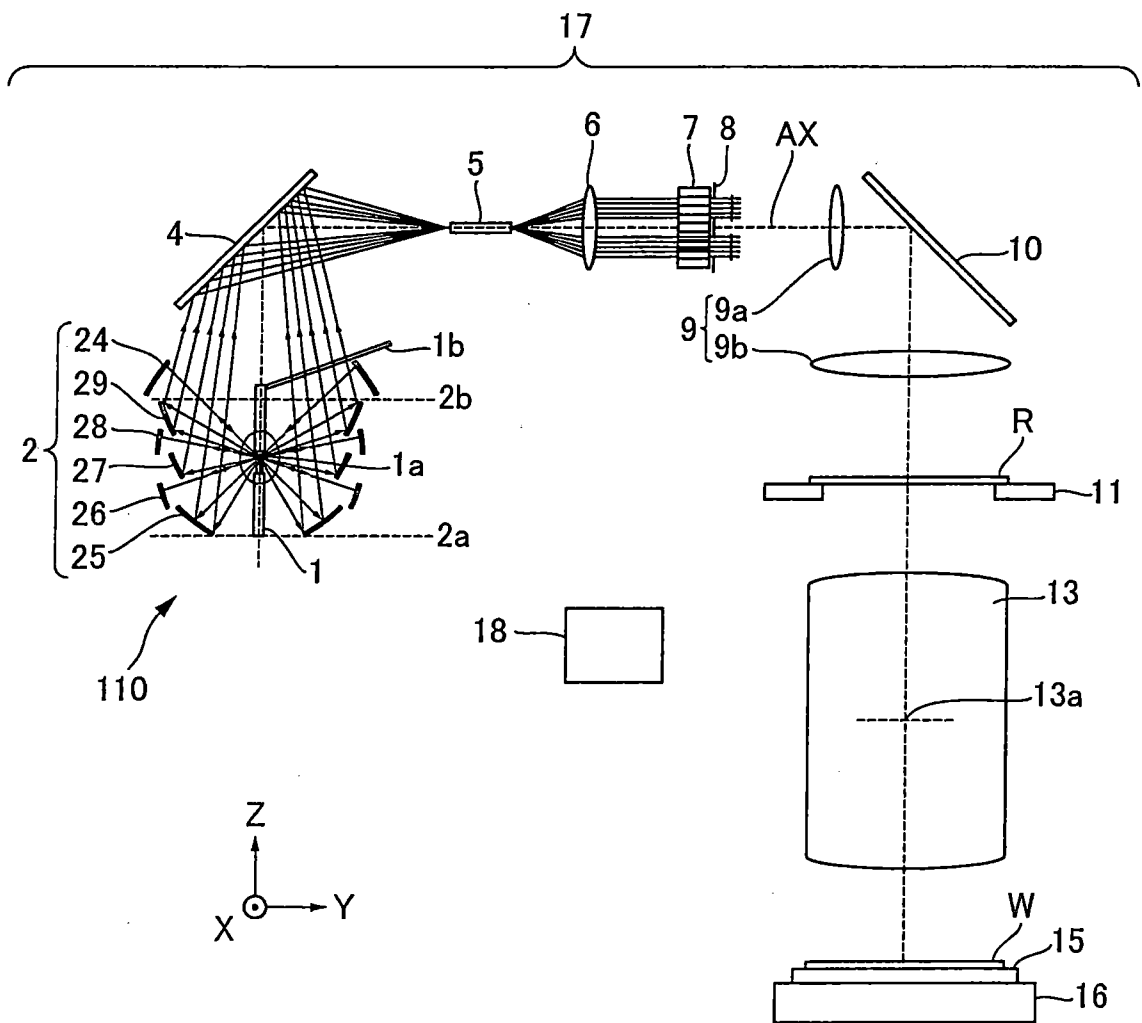


圖 10A

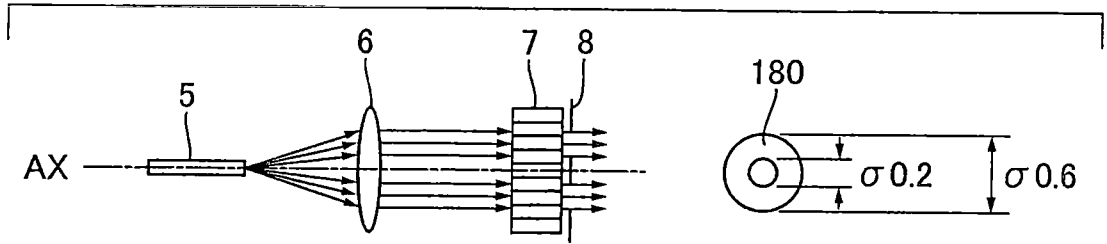


圖 10B

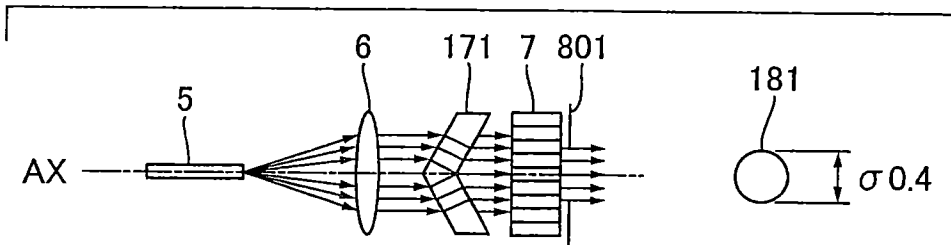


圖 10C

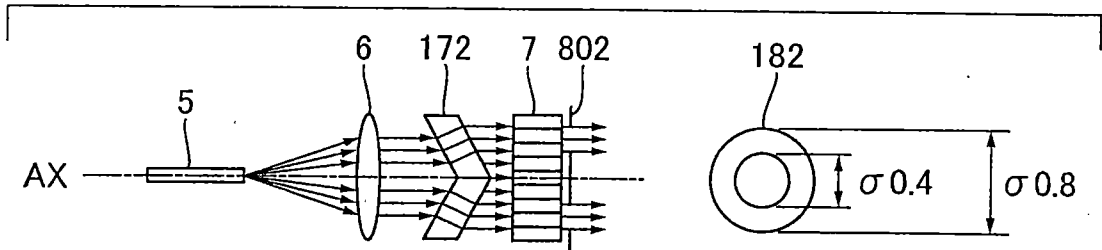


圖 11A

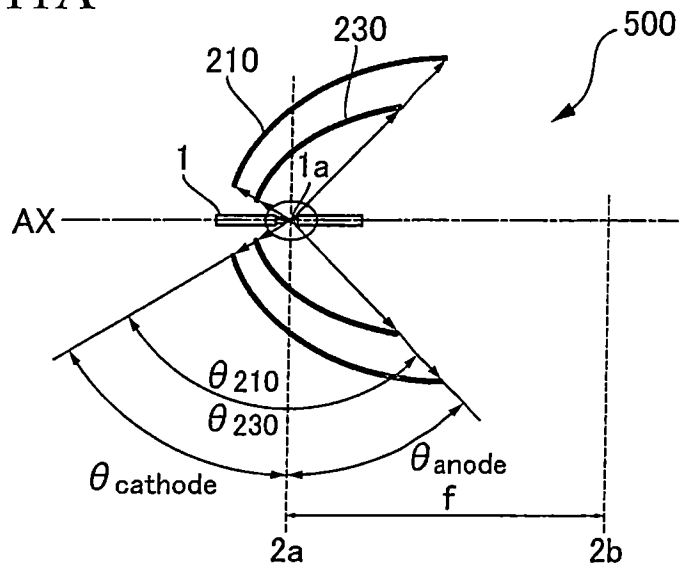


圖 11B

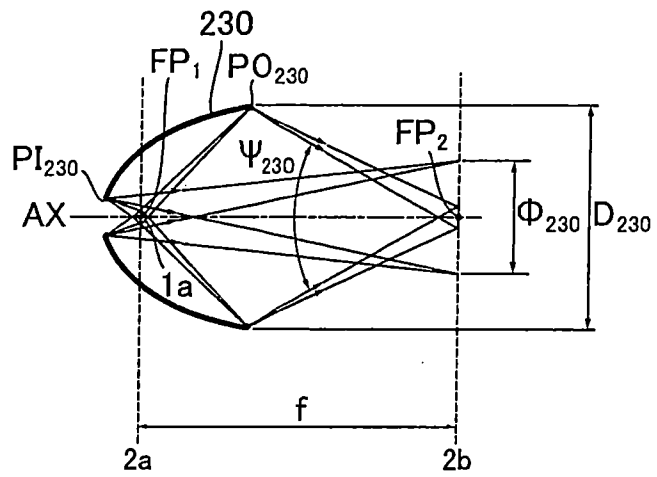


圖 11C

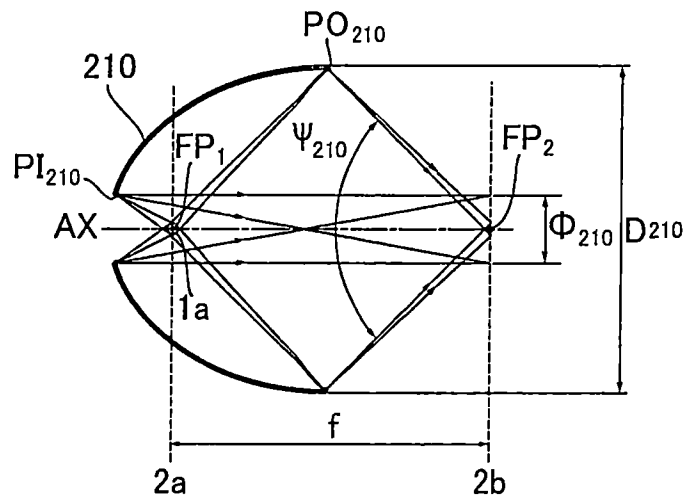


圖 12A

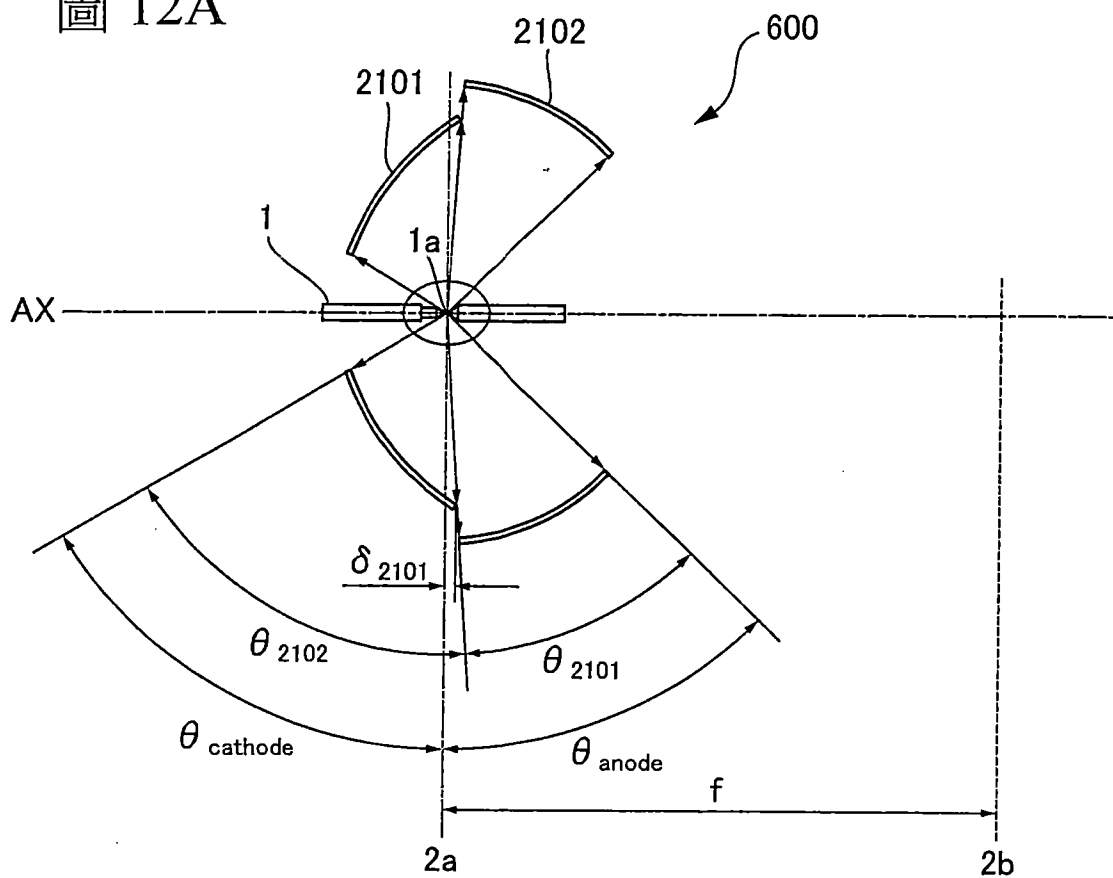


圖 12B

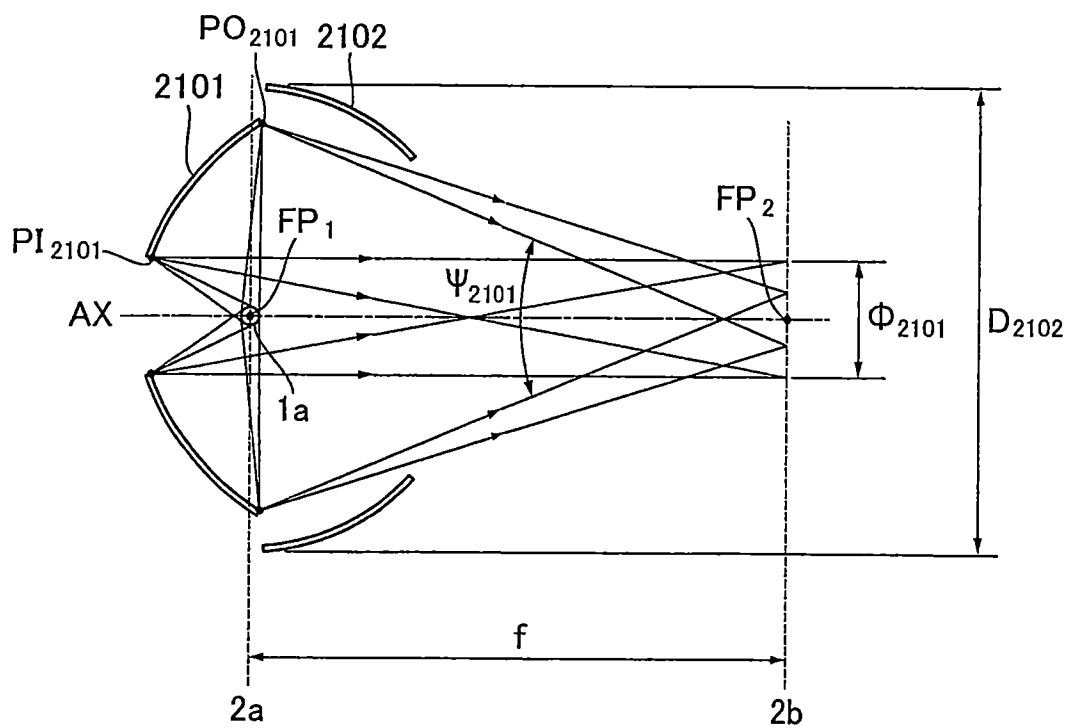


圖 13

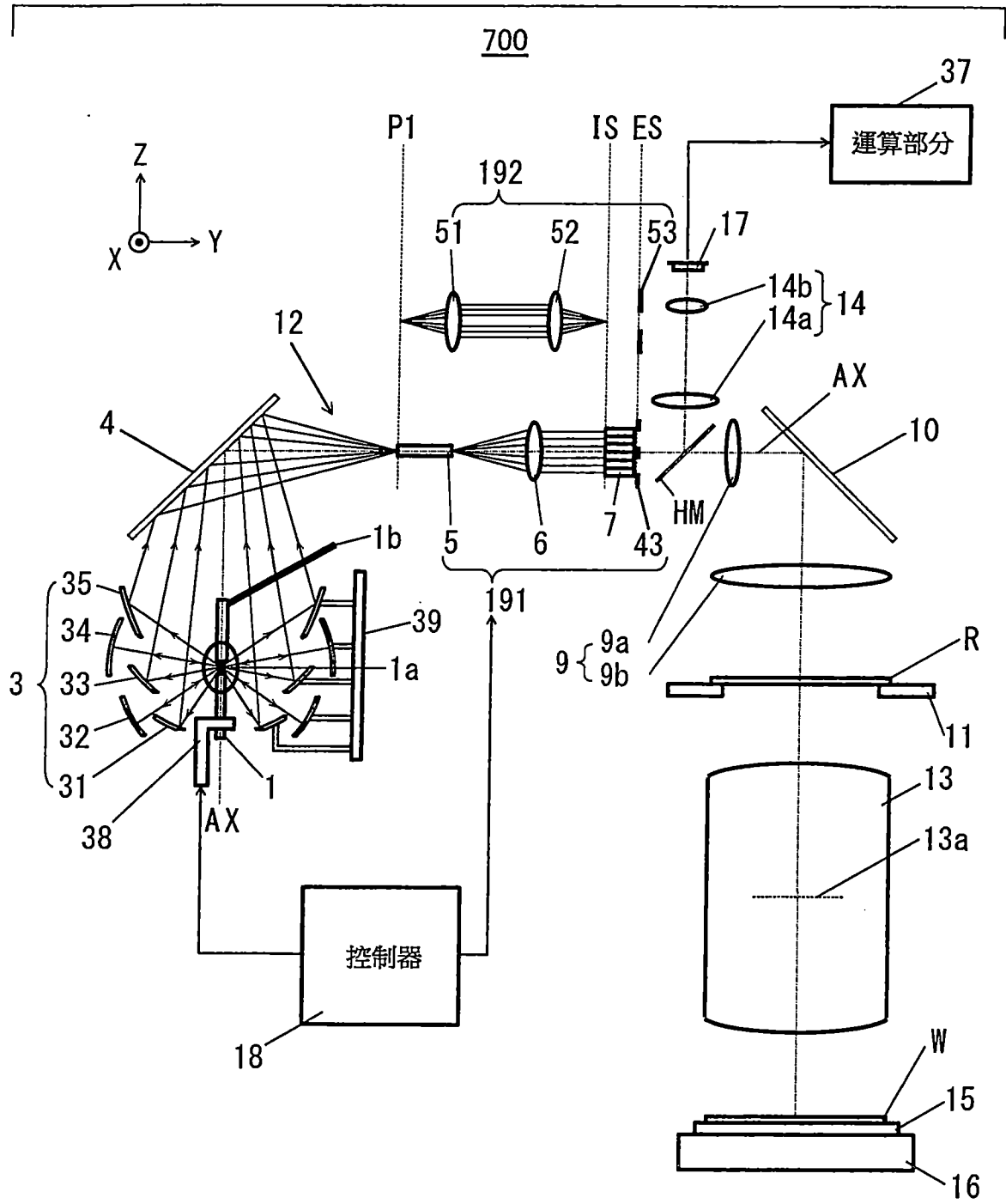


圖 14A

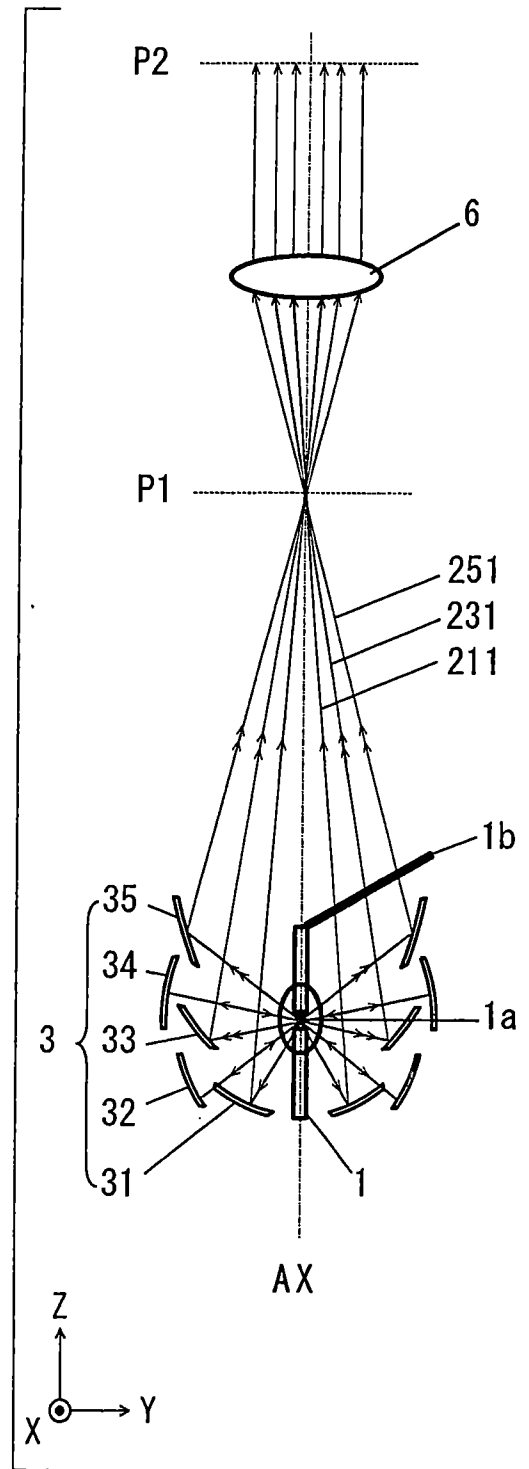


圖 14B

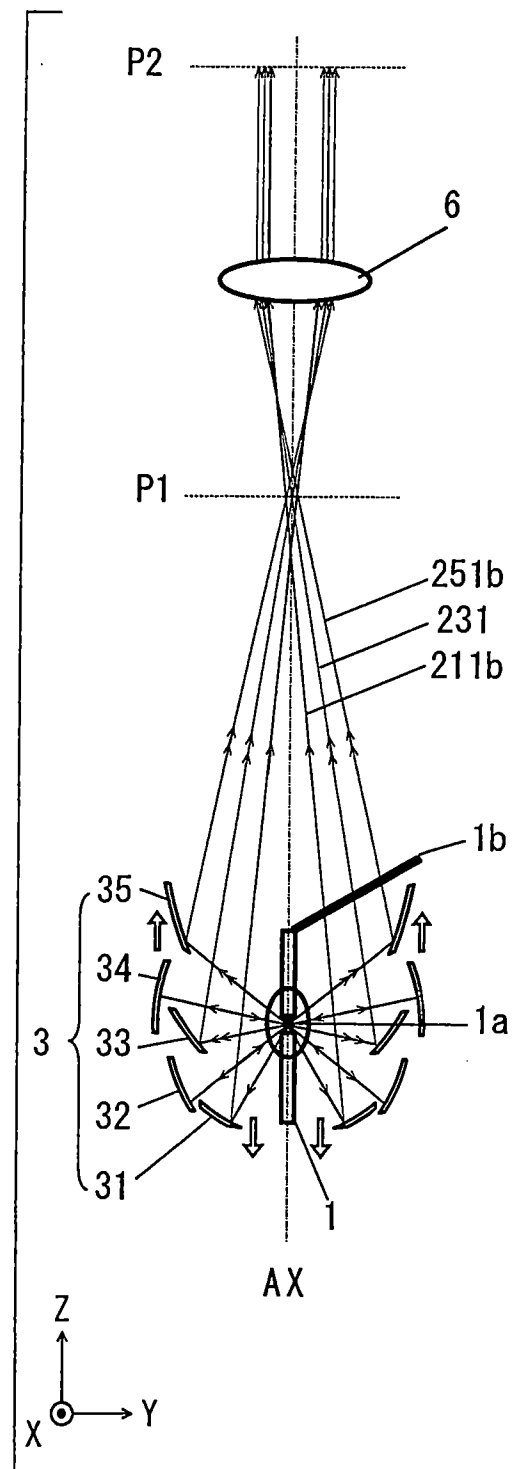


圖 15A

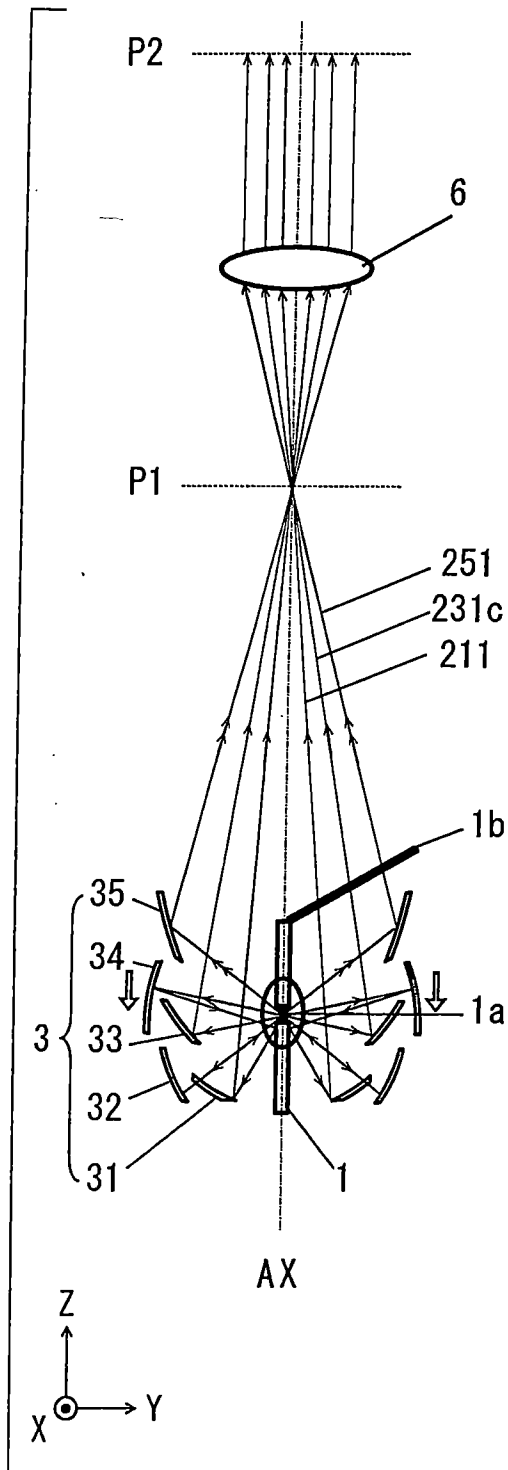


圖 15B

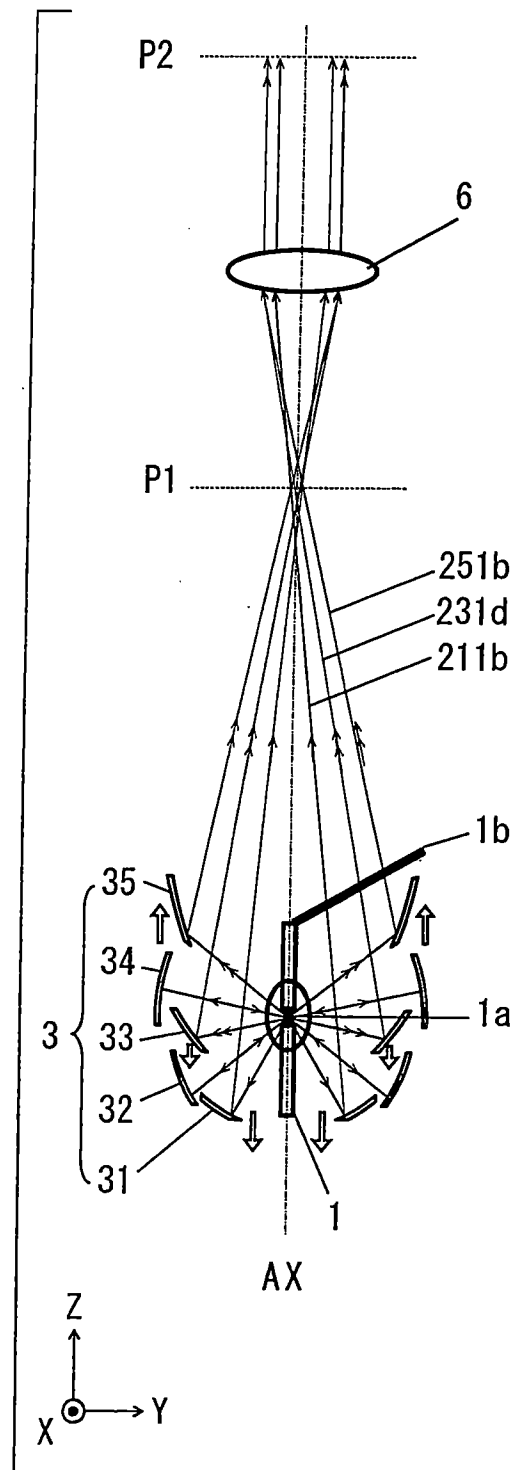


圖 16A

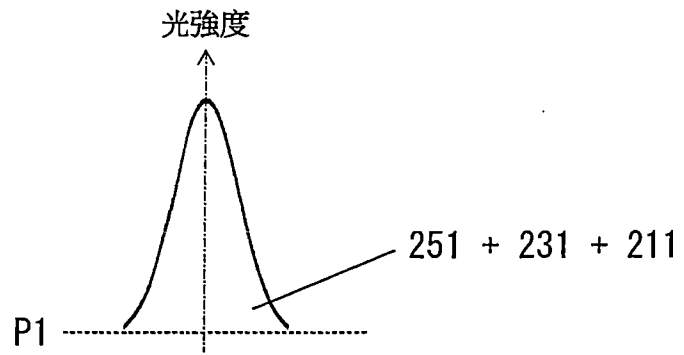


圖 16B

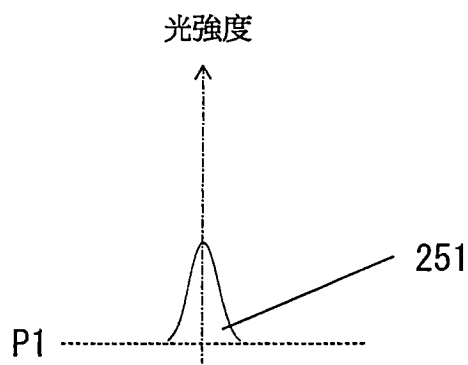


圖 16C

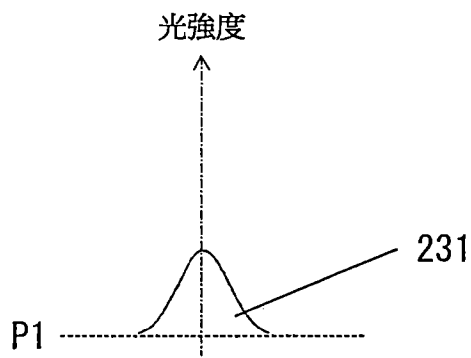


圖 16D

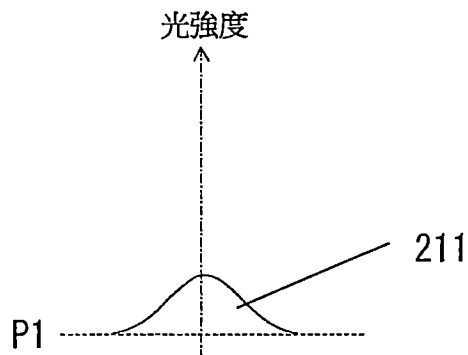


圖 17A

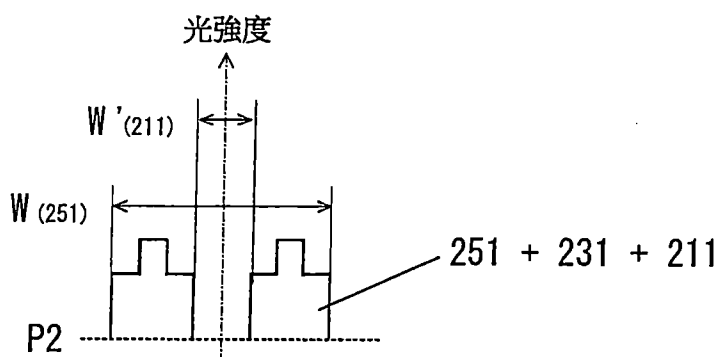


圖 17B

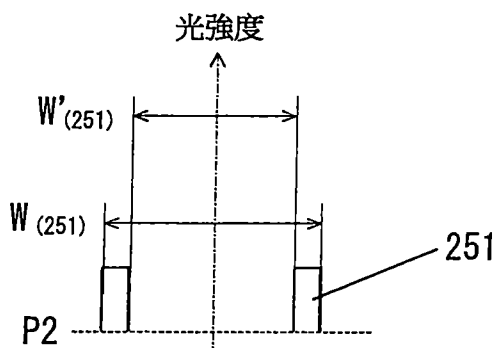


圖 17C

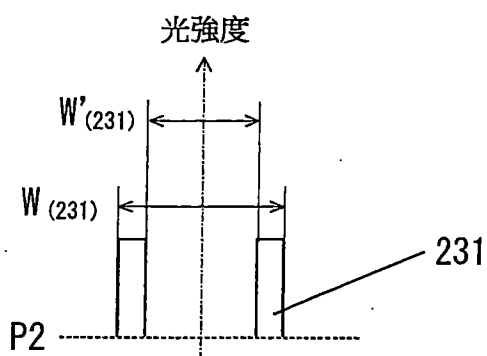


圖 17D

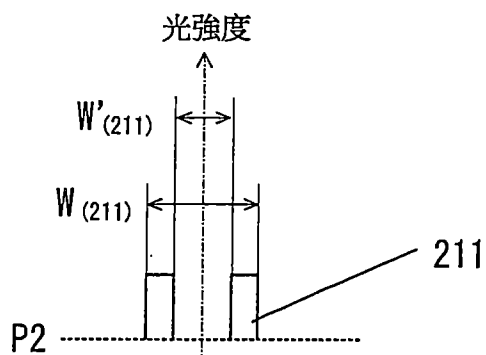


圖 18A

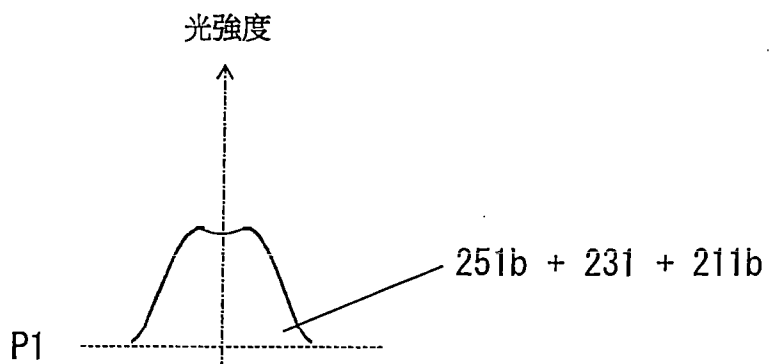


圖 18B

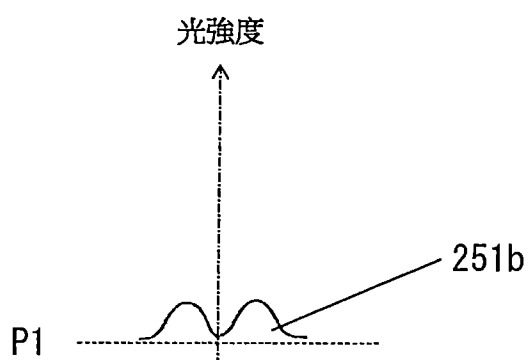


圖 18C

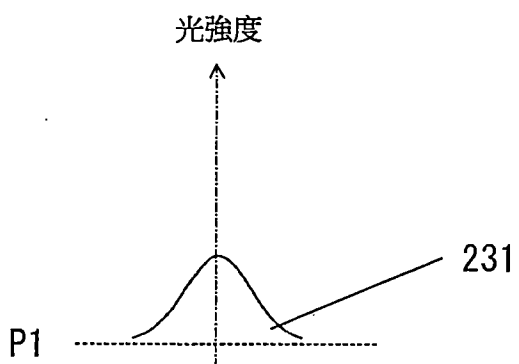


圖 18D

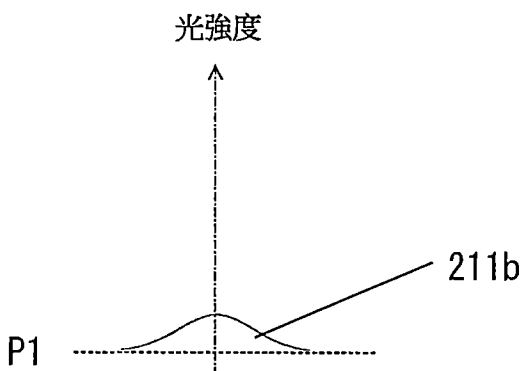


圖 19A

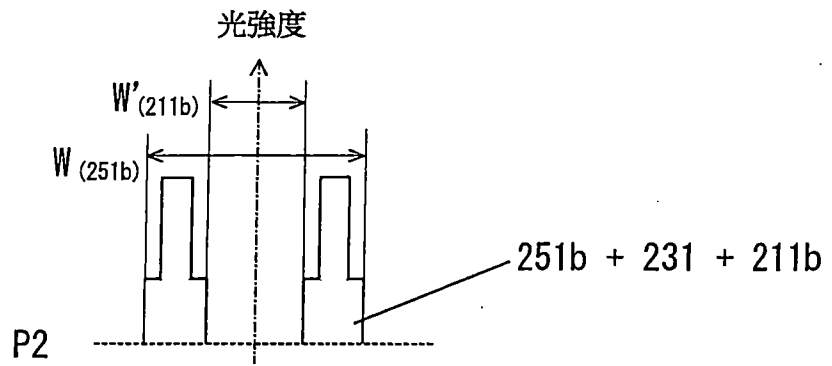


圖 19B

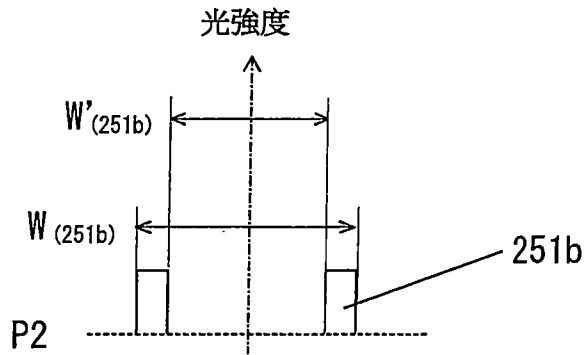


圖 19C

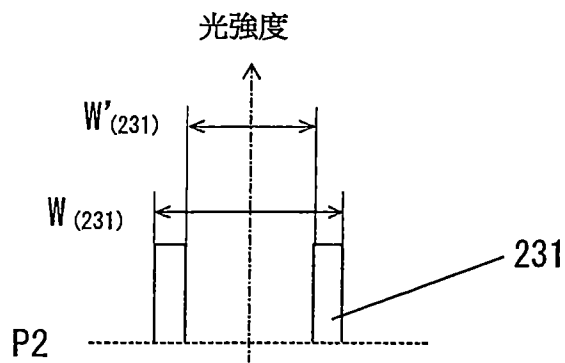


圖 19D

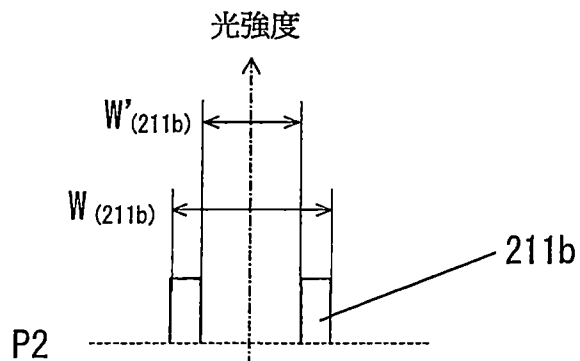


圖 20A

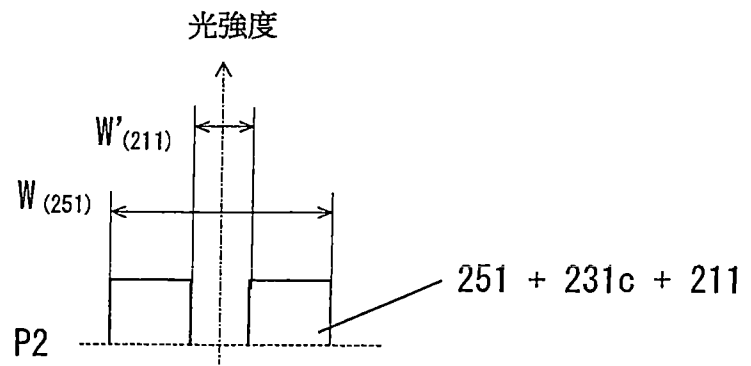


圖 20B

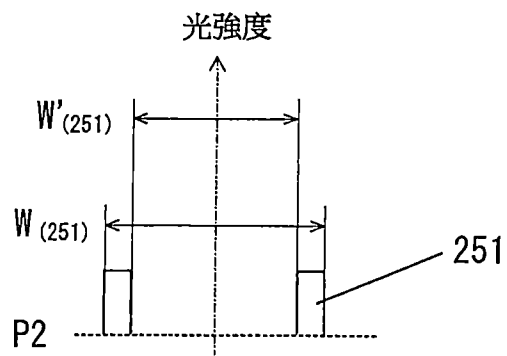


圖 20C

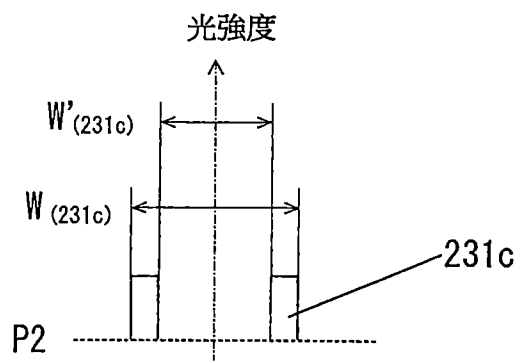


圖 20D

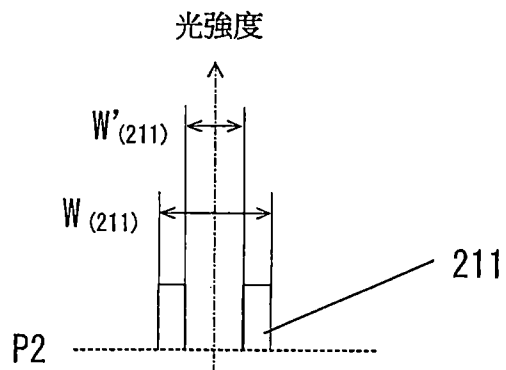


圖 21A

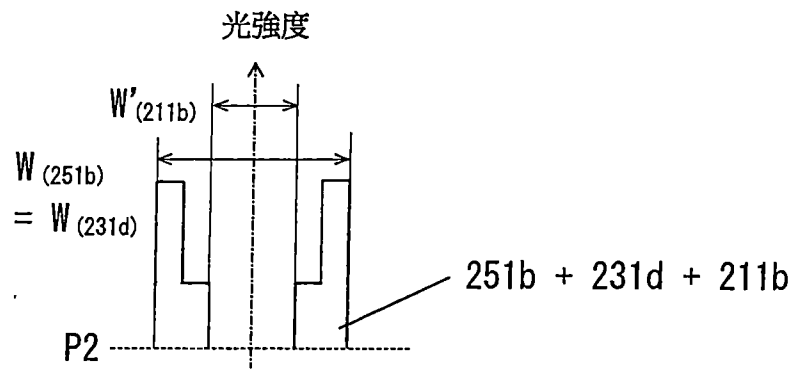


圖 21B

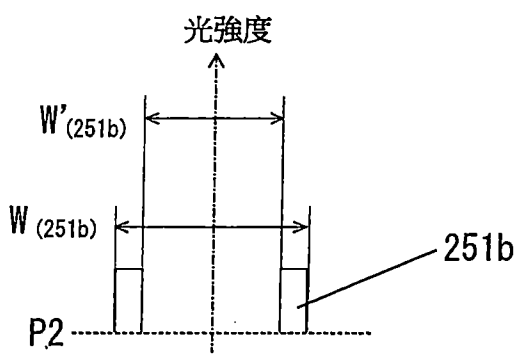


圖 21C

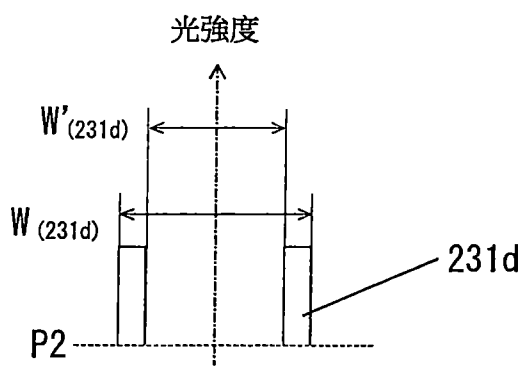


圖 21D

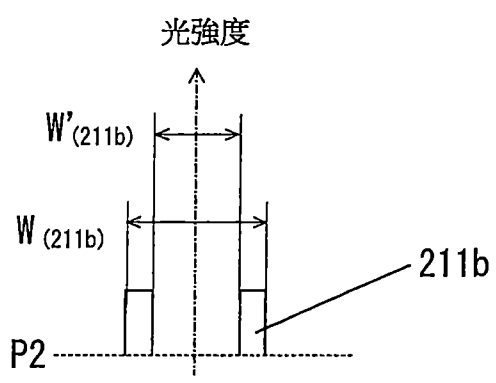


圖 22

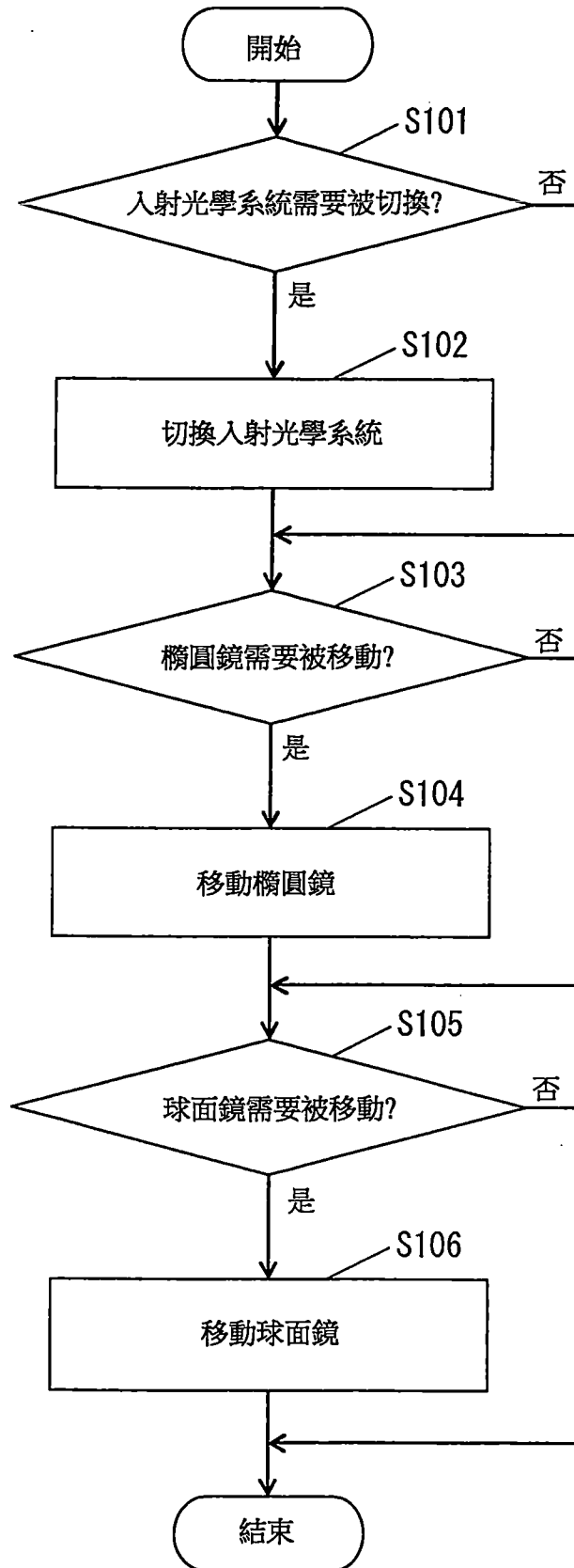


圖 23

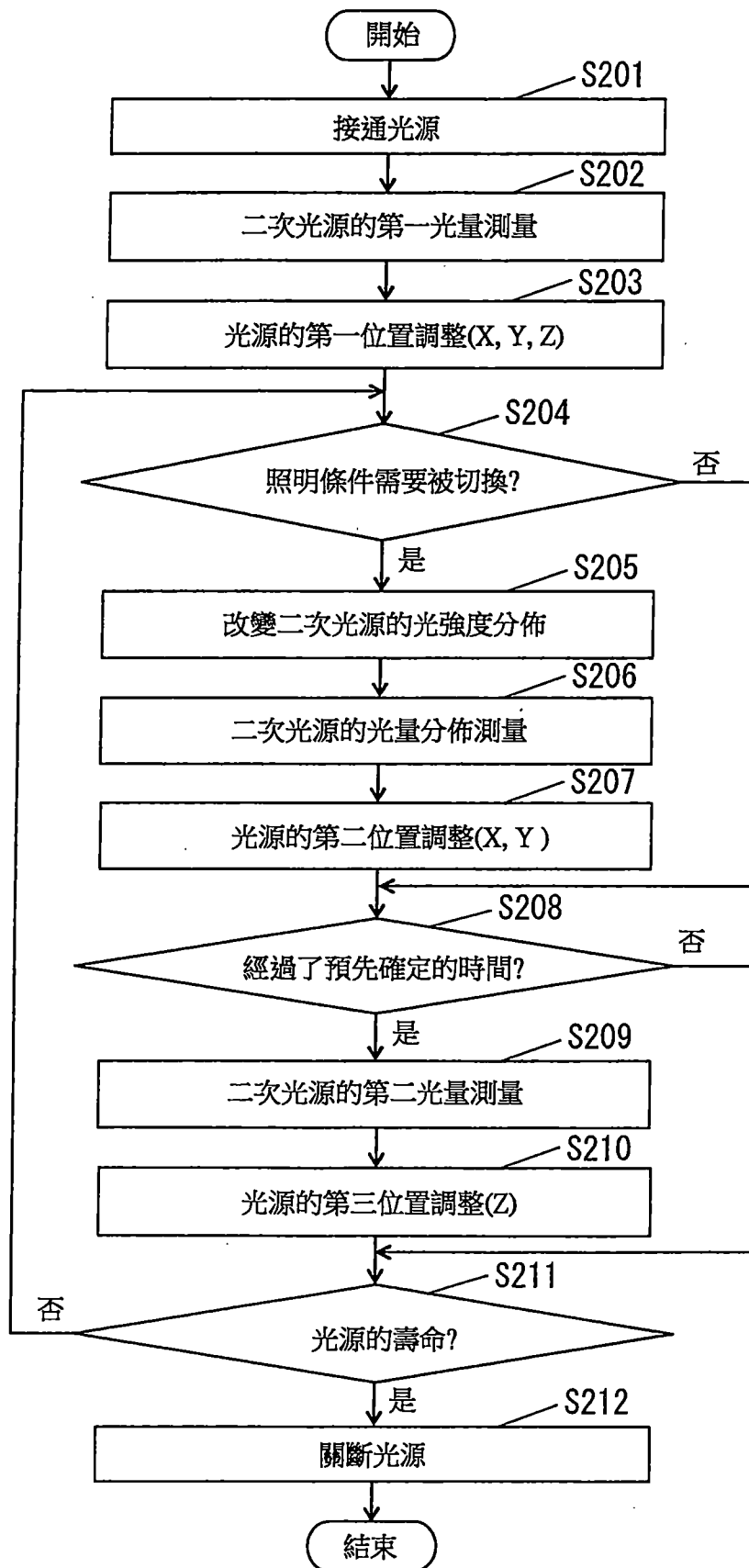


圖 24

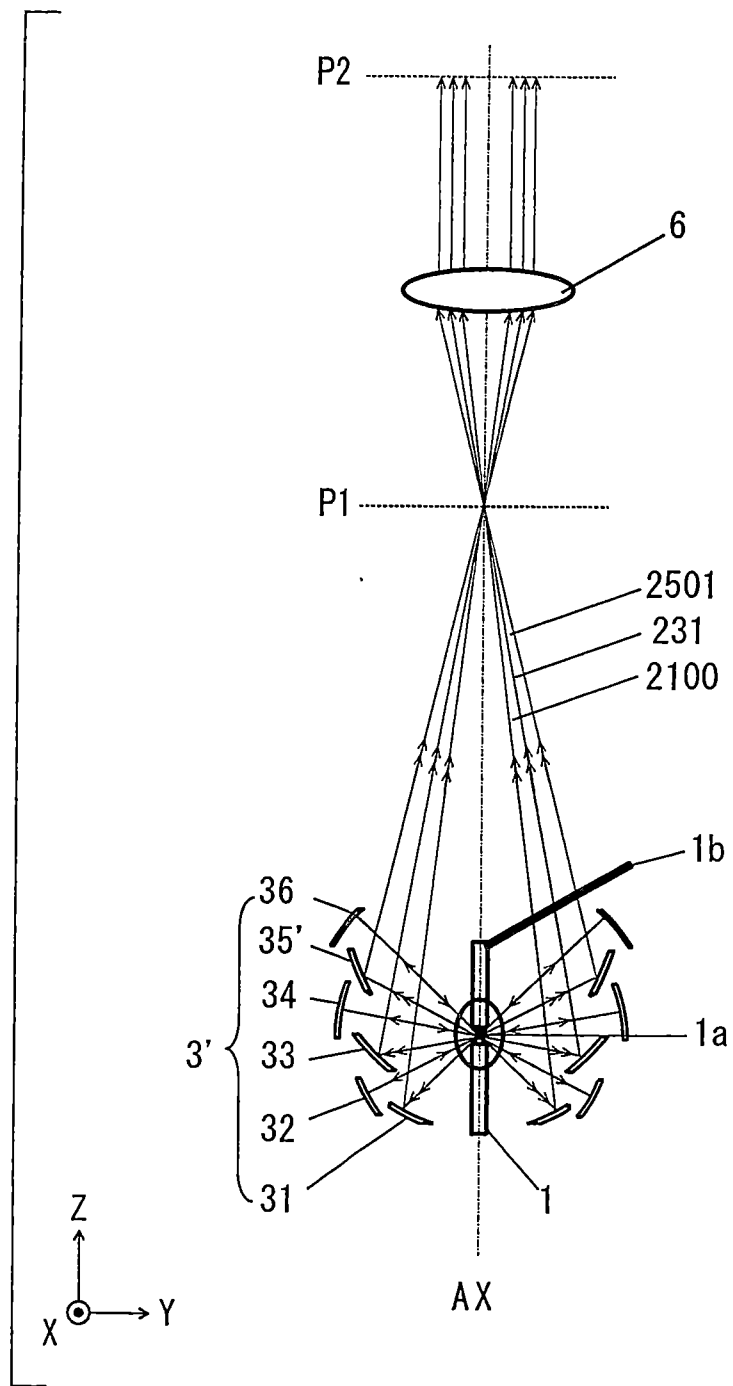


圖 25A

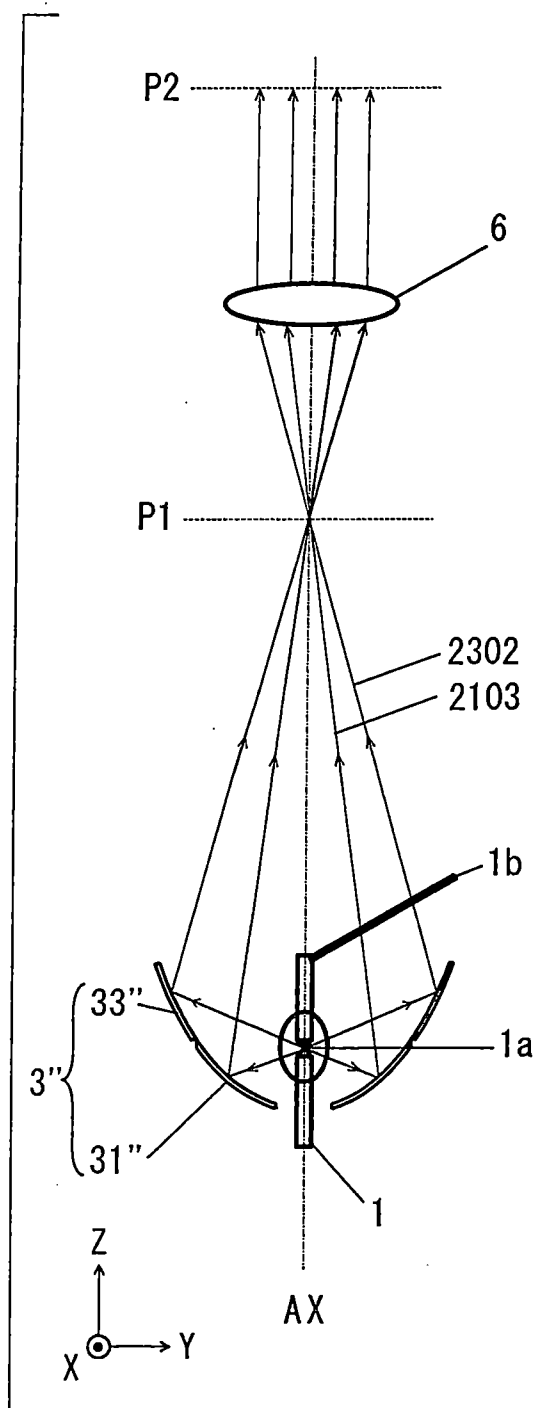


圖 25B

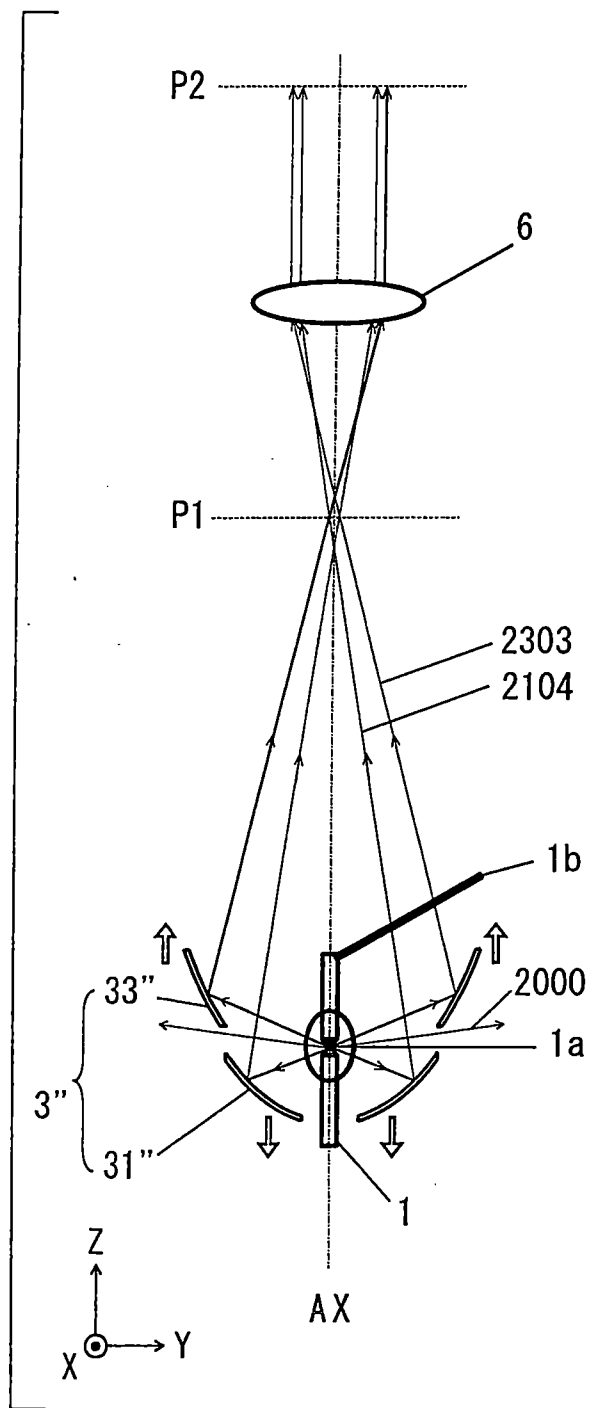


圖 26A

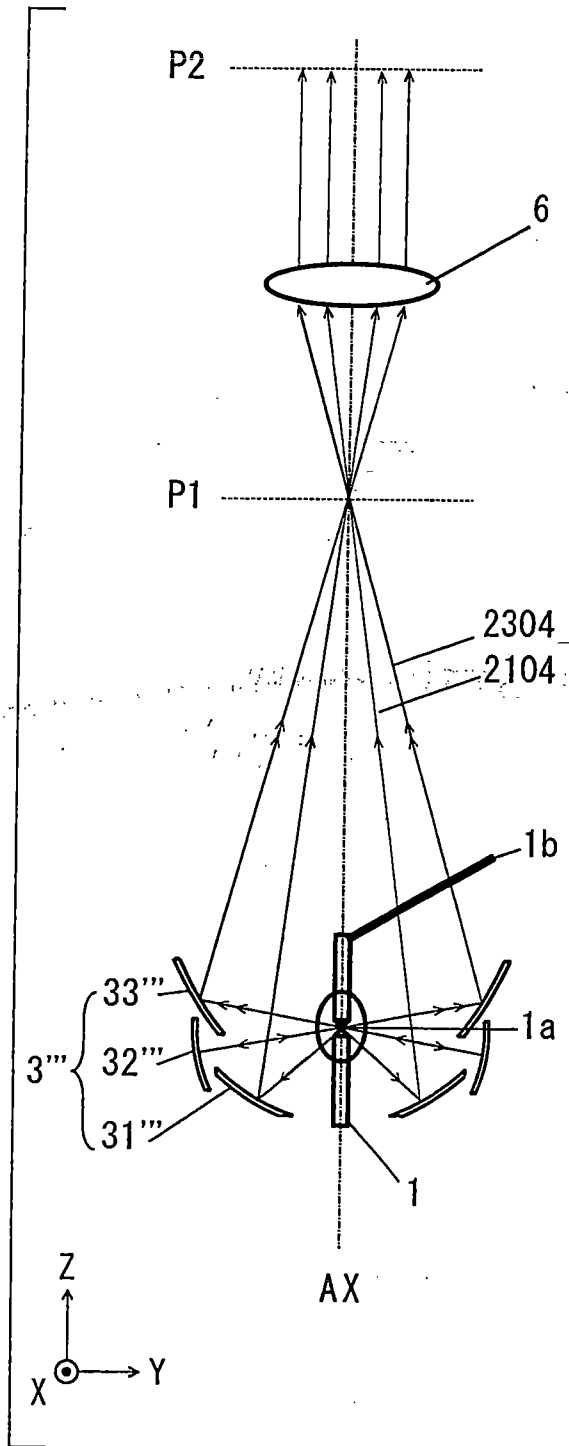


圖 26B

