



發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93102016

※申請日期：93 年 01 月 29 日

※IPC 分類：H01L 21/027 ;

G03 F 7/20

壹、發明名稱：

(中) 照明光學系統及曝光裝置

(外) Illumination optical system and exposure apparatus

貳、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 佳能股份有限公司

(英) CANON KABUSHIKI KAISHA

代表人：(中) 1. 御手洗富士夫

(英)

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號

(英)

國籍：(中英) 日本 JAPAN

參、發明人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 辻俊彥

(英) TSUJI, TOSHIHIKO

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號佳能股份有限公司內

(英) 日本国東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内

肆、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2003/09/17 ; 2003-324639 ☒ 有主張優先權

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：93102016

※申請日期：93年01月29日

※IPC分類：H01L 21/027 ;

G03F 7/20

壹、發明名稱：

(中) 照明光學系統及曝光裝置

(外) Illumination optical system and exposure apparatus

貳、申請人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 佳能股份有限公司

(英) CANON KABUSHIKI KAISHA

代表人：(中) 1. 御手洗富士夫

(英)

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號

(英)

國籍：(中英) 日本 JAPAN

參、發明人：(共 1 人)

1. 姓名：(中) 辻俊彦

(英) TSUJI, TOSHIHIKO

地 址：(中) 日本國東京都大田區下丸子三丁目三〇番二號佳能股份有限公司內

(英) 日本国東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社内

肆、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2003/09/17 ; 2003-324639 ☒ 有主張優先權

(1)

玖、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明一般係有關一種曝光裝置；而更明確地，係有關一種曝光裝置，其使用具有波長介於 10 nm 與 200 nm 之間的遠紫外線（“EUV”）或 X 射線區之光源以曝光一物體，諸如半導體晶圓之單晶基底、及液晶顯示（LCD）之玻璃平板。

【先前技術】

一種使用（例如）EUV 光或 X 射線之減投射曝光方法已被提議為供製造具有精細圖案之半導體電路裝置的方法之一（參見，例如，日本專利申請案公告編號 10-70058(或其美國對應案 US 6,504,896B1)、日本專利申請案公告編號 2003-045774(或其美國對應案編號 2003031017A1)、及日本專利申請案公告編號 2003-045784(或其美國對應案編號 2003031017A1)。

此方法係使用 EUV 光以照射一形成電路圖案之遮罩（或標線片）、並暴露光抗蝕劑於晶圓表面上以供圖案轉移。

圖 12 概略地顯示一種習知 EUV 減少投射曝光裝置 1000。於圖 12 中，1001 代表 EUV 光發射點、1002 代表 EUV 光、1003 代表過濾器、1004 代表第一旋轉拋物面鏡、1005 代表反射積分器、1006 代表第二旋轉拋物面鏡、1007 代表反射遮罩、1008 代表構成一投射光學系統

(2)

之多數鏡、1009 代表晶圓、1010 代表遮罩台、1011 代表晶圓台、1012 代表弧形孔徑、1013 代表雷射光源、1014 代表雷射聚集光學系統、及 1017 代表真空室。圖 14 係一平面圖以顯示介於遮罩 1007 上的照射區域 1015 與一欲曝光的弧形區域 1016 之間的關係。

曝光裝置 1000 因而包含一產生 EUV 光之光源區段 1013、1014、一照明光學系統（亦即，第一旋轉拋物面鏡 1004、反射積分器 1005 及第二旋轉拋物面鏡 1006）、反射遮罩 1007、投射光學系統 1008、晶圓 1009、遮罩安裝台 1010、晶圓安裝台 1011、一用於遮罩與晶圓位置間之精確對齊的對齊機構（未顯示）、真空室 1017，其維持整個光學系統真空之真空以利 EUV 光之減少的衰減、及一排出裝置（未顯示）。

照明光學系統使用第一旋轉拋物面鏡 1004 以將來自發射點 1001 之 EUV 光 1002 聚集入反射積分器 1005 以形成次光源，並使用第二旋轉拋物面鏡 1006 以疊置並聚集來自這些次光源之 EUV 光而均勻地照射遮罩 1007。

反射遮罩 1007 形成一待轉移圖案，其係使用一由多層鏡上之 EUV 吸收器所製的非反射部分。投射光學系統 1008 於晶圓 1009 上成像 EUV 光，其具有由反射遮罩 1007 所反射之一電路圖案的資訊。

投射光學系統 1008 被構成以具有絕佳的成像性能於一偏軸的、薄的弧形區域（亦即，離開光軸中心）。就在晶圓 1009 前而具有弧形開口之孔徑 1012 致使曝光得以僅

(3)

使用此薄的弧形區域。曝光係同時地掃描反射遮罩 1007 及晶圓 1009 並轉移一矩形拍攝於遮罩之整個表面上。

投射光學系統 1008 係由多數多層鏡所構成，並用以投射遮罩 1007 上之減小尺寸圖案至晶圓 1009 表面上。投射光學系統 1008 通常形成一影像側的遠心系統，且一般係提供一具有非遠心結構之物體側（或反射遮罩側）以避免與其入射至反射遮罩 1007 上之照射光的物理干擾。

雷射聚集光學系統 1014 聚集一來雷射光源 1013 之雷射光束至發射點 1001 上之一目標（未顯示），其產生一高溫電漿光源 1001。從此電漿光源熱地輻射之 EUV 光 1002 被反射於第一旋轉拋物面鏡 1004 上且變為平行 EUV 光。此光被反射於反射積分器 1005 上並形成多數次光源。

來自這些次光源之 EUV 光被反射於第二旋轉拋物面鏡 1006 上並照射反射遮罩 1007。從次光源至第二旋轉拋物面鏡 1006 之距離與從第二旋轉拋物面鏡 1006 至反射遮罩 1007 之距離被設為等於第二旋轉拋物面鏡 1006 之聚焦距離。

因為第二旋轉拋物面鏡 1006 之聚焦點係位於次光源之位置上，所以發射自次光源之 EUV 光係以平行光照射反射遮罩 1007。投射光學系統 1008 被構成以投射次光源之一影像至一入口光瞳表面上，而藉此達成 Kohler 之照射條件。其照射反射遮罩 1007 上之一點的 EUV 光為射出自所有次光源之疊置 EUV 光束。

(4)

遮罩表面上之照射區域 1015 係類似於（如圖 13 中所示）一當作反射積分器 1005 中之元件的凹面或凸面鏡之平面形狀，且其為一包含待被實際曝光之弧形狀 1016 的近似矩形形狀。投射光學系統 1008 被構成以投射次光源之一影像至其光瞳表面上。

然而，習知的 EUV 減少投射曝光裝置具有其缺點，因為其界定一照射區域之孔徑 1012 被設於靠近晶圓 1009 且應多少遠離驅動晶圓（於曝光期間）。此分離使曝光區域散焦。

想要提供一種靠近反射遮罩 1007 之類似孔徑，但相同的問題仍發生。此問題將是嚴重的，因為類似孔徑應被置於靠近反射遮罩 1007 以致其不會遮蔽入射至及離開自反射遮罩之必要光線。

亦想要提供一種介於一標線片與一孔徑之間的成像系統以供界定照射區域，其詳細的結構尚未被習知技術所揭露。

【發明內容】

因此，考量前述習知的問題，本發明之一示範性目的係提供一種曝光裝置，其實現一種介於一標線片與一孔徑之間的成像系統以供界定照射區域，及包含一種具有成像系統之照明光學系統。

為了達成上述目的，一種依據本發明之一型態的曝光裝置包含一照明光學系統，以供照射一反射遮罩之圖案，

(5)

藉由使用來自一光源之光線，其中照明光學系統包含一場光圈，其界定反射遮罩上之一照射區域，且具有一開口，及一成像系統，以供導引來自場光圈中之開口的光線進入反射遮罩，此成像系統係一共軸光學系統，及一投射光學系統，以供投射反射遮罩上之圖案至一基底上，其中於反射遮罩之一側上的成像系統之一主射線係形成與共軸光學系統之一共同軸的傾斜角度，此傾斜角度係幾乎等於一介於反射遮罩之側上的投射光學系統的一主射線與反射遮罩之一表面的垂直線之間的角度。

本發明之其他特徵及優點將從以下配合後附圖形之敘述而變得清楚明白，其中類似的參考數字係指示其所有圖形中之相同或類似的部件。

【實施方式】

現在將依據後附圖形以詳細地描述本發明之較佳實施例。

第一實施例

圖 1 係依據本發明之一實施例的一概略視圖。如圖所示，1 代表一激發雷射光束。2 代表一電漿發射點。3a 代表一噴嘴，其注射一液滴以當作電漿產生之一靶；及 3b 代表一液滴復原部分，以供復原及再循環其已接收激發雷射光束之液滴。4 代表一聚光器鏡，其接收射出自電漿發射點之光線。6a 代表一過濾器，其移除來自電漿之飛行

(6)

粒子（碎片）；及 6b 代表一波長過濾器，其移除 EUV 光以外的光線。7 代表一針孔孔徑，其係配置於或接近於聚光器鏡 4 之聚集點上。8 代表一真空室，其內含電漿光源。這些元件構成一光源區段。5 代表由聚光器鏡 4 所聚集之 EUV 光。9 代表一連接器，其連接一曝光裝置主體至一電漿光源區段，於真空狀態下。

10a 及 10b 係一平行化光學系統之部分，該光學系統透過孔徑 7 以接收 EUV 光、將其轉變為平行光、且包含一凹面鏡及一凸面鏡。11a 係一具有多數圓柱形鏡之積分器、而 11b 及 11c 係一光學系統之部分，該光學系統包含一旋轉拋物面鏡以將來自積分器 11a 之光線聚集為弧形形狀。12、13 構成一狹縫系統（或場光圈），其中 12 代表一具有弧形開口及部分可變寬度之狹縫。13 代表一遮蔽葉片，用以限制照射光至一所欲的曝光區域，係位於一結合至反射遮罩 16 之表面上。14 代表一遮蔽成像系統，其係以所欲的倍率針對遮蔽葉片 13（以當作物體側）及反射遮罩 16（以當作影像側）來成像、並形成一弧形照射區域於反射遮罩上。14a、14b、14c 及 14d 個別代表遮蔽成像系統 14 中之一曲面鏡；而 14e 係一平面鏡，其反射來自遮蔽成像系統 14 至 14d 之光線以反射遮蔽成像系統 14 之影像側光線 14'，而以一預定角度進入反射遮罩 16。15 代表一置於遮蔽成像系統 14a 至 14d 中之一光瞳表面上的孔徑光圈。這些元件構成一照明光學系統，以利用來自光源區段之光線照射反射遮罩 16。

(7)

17 代表一固持反射遮罩 16 之遮罩台。18 代表一投射光學系統，其包含多數鏡、形成一共軸光學系統、並提供一具有非遠心性之物體側及一具有遠心性（telecentricity）之影像側。19 代表一塗敷光敏材料之晶圓。20 代表一固持晶圓 19 之晶圓台、及 21 代表一真空室，其維持整個光學系統於真空氣氛中以利 EUV 光之減少的衰減。

高功率激發脈衝雷射光束 1（射出自其包含一激發雷射光源及聚光器光學系統（未顯示）之激發雷射部分），被構成以聚集於發射點 2 之一位置上，並形成一電漿光源區段。當作此雷射電漿光源（諸如，氬）之靶的液滴被構成以連續地從噴嘴 3a 被注射於規律的時間間隔，並通過聚集點 2。當如此所注射之液滴位於元件 2 之位置上時，則激發脈衝雷射光束 1 便照射液滴以產生來自發射點 2 之高溫電漿，而來自此電漿之熱輻射產生 EUV 光。

雖然本實施例係使用氬液滴為靶，但靶亦可使用其注射入一真空之氬氣體、一產生自絕熱擴張之叢集、已被冷卻於金屬表面上之固化氬氣、及一金屬帶（諸如銅）。另一方面，EUV 光源可使用一聚頻磁鐵（undulator），或者一所謂的排出法，諸如 Z 夾止法、電漿聚焦、毛細管排出、及中空陰極觸發的 Z 夾止。

輻射自發射點 2 之 EUV 光係由聚光器鏡 4（諸如一旋轉球體鏡）所聚集，並取出為一 EUV 光束。過濾器 6a 移除其直接自電漿及其附近飛行於前之飛行粒子（碎

(8)

片)，而過濾器 6b 移除 EUV 曝光之不必要的波長成分，如所需。接著，光線被聚集入針孔孔徑 7，其係設於容納電漿光源的真空室 8 與容納曝光裝置主體的真空室 21 之間的一邊界表面上。連接器 9 連接其容納光源的真空室 8 至其容納曝光裝置主體的真空室 21。

已通過針孔孔徑 7 之 EUV 光 5 係藉由平行化光學系統而被轉變為約略平行的光 10'，該平行化光學系統包含一具有開口於其中心之凹面鏡 10a、及一具有較凹面鏡 10a 更小之直徑的凸面鏡 10b。於此，凹面鏡 10a 具有一用於由凸面鏡 10b 所反射之光之開口，且其開口被置於來自光源之 EUV 光的光軸上。這些鏡 10a 及 10b 具有一與其來自光源之 EUV 光之光軸約略旋轉對稱的反射表面。中心軸約略符合 EUV 光之光軸。

上述聚光器鏡 4、及鏡 10a 與 10b 形成一反射多層以利有效地反射，且變為高溫於曝光期間，因為其吸收來自高溫電漿 2 之輻射能。因此，其係由一種具有高溫傳導性之材料（諸如金屬）所製，且具有冷卻機構（未顯示），諸如水冷卻，以利於曝光期間持續的冷卻。

雖然未明確地描述，但光學系統中之各鏡的一反射表面行形成一反射多層以有效地反射 EUV 光，而鏡可由一種具有高溫傳導性之材料（諸如金屬）所製，如所需。

已被轉變狀態為約略是平行光的 EUV 光 10' 進入其具有多數反射圓柱形鏡之積分器 11a，而平面鏡 11b 及旋轉拋物面鏡 11c 係藉由各圓柱形表面而將離散光束聚集為弧

(9)

形形狀，藉此形成一弧形照射區域，其具有均勻的光強度分佈於弧形狹縫 12 中之開口上。

現在將參考另一圖形以說明積分器 11a 如何均勻地照射弧形區域。

圖 3A 係具有多數凸面圓柱表面（其接收平行光）之反射凸面圓柱積分器 11a 的典型透視圖，而約略平行的 EUV 光 10' 以照射方向進入。圖 3B 係具有多數凹面圓柱表面（其展現類似於圖 3A 之效果）之反射凹面圓柱積分器的典型透視圖。圖 1 中之積分器 11a 係一反射凸面圓柱形積分器（如圖 3A 中所示），但其可為圖 3B 中所示之凹面圓柱形積分器或其組合。

圖 4 係反射凸面圓柱形積分器之一典型橫斷面視圖，圖 5 係用以解釋反射凸面圓柱形積分器之圓柱形表面上的 EUV 光之反射的視圖，及圖 6 係反射自反射凸面圓柱形積分器之 EUV 光的角度分佈圖。於各圖形中，參考數字 11a 代表反射凸面圓柱形積分器。

如圖 3A 中所示，當約略平行之 EUV 光 11 入射於具有多數圓柱形表面之積分器 11a 上時，次光源被形成接近積分器表面且輻射自此次光源之 EUV 光具有一圓錐角度分佈。接著藉由反射一鏡上之 EUV 光、及照射反射遮罩或一共軛與反射遮罩之表面而可得弧形照射，該鏡係具有一焦點於此次光源之位置上。

爲了解釋具有多數圓柱形表面之反射積分器的操作，現在將參考圖 5 以描述反射之動作，當平行光入射於一圓

(10)

柱形鏡上時。現在假設其平行光係入射於一圓柱形表面上，以一與垂直於中心軸之表面成 θ 之角度。

當入射平行光之一射線向量被界定為 $P1 = (0, -\cos \theta, \sin \theta)$ ，且圓柱形反射表面上之一正交向量被界定為 $n = (-\sin \alpha, \cos \alpha, 0)$ ，則反射光之射線向量變為 $P2 = (-\cos \theta \times \sin 2\alpha, \cos \theta \times \cos 2\alpha, \sin \theta)$ 。於一相位空間中之反射光的描繪射線向量形成一具有半徑 $\cos \theta$ 之圓形於一 xy 平面上，如圖 6 中所示。因此，反射光變為圓錐離散光，而次光源被置於此圓錐表面之一頂點上。當積分器 11a 具有一凹面圓柱形表面時，此次光源係存在為反射表面外部之一真實影像，而當積分器具有一凸面圓柱形表面時，此次光源係存在為反射表面內部之一虛擬影像。如圖 4 中所示，當反射表面被限制為圓柱形表面之部分且具有 2Φ 之一中心角度時，則射線向量 $P2$ 存在為一具有 4Φ 之中心角度的弧形 601 於 xy 平面上，如圖 6 中所示。

接著，假設一具有焦距 f 及焦點於次光源之位置上的旋轉拋物面鏡被形成，由於其入射於上述圓柱形鏡上之平行光，及一照射表面位於離開此鏡之距離為 f 。次光源射出圓柱離散光，其被接著反射於具有焦距之鏡上並接著被轉變為平行光。反射光為具有半徑為 $f \times \cos \theta$ 及中心角度為 2Φ 之弧形區段的片光束。因此，如圖 6 中所示，僅有弧形區域 601 被照射以 $f \times \cos \theta$ 之半徑及 2Φ 之中心角度於照射表面上。

前述說明係指一圓柱形鏡。現在參考圖 2，將描述積

(11)

分器 11a，其平行地配置多數圓柱形表面於一大區域上、並接收具有某一光束直徑之平行光 10'於圖 1 所示之方向。

於圖 2 中，11a 為上述積分器，11b 為一平面鏡，11c 為一旋轉拋物面鏡，而 12 為一具有弧形開口之狹縫。旋轉拋物面鏡 11c 係一鏡，其為中心對稱於一軸 201AX 周圍、且具有一反射表面，其為藉由繞著一軸 201AX 旋轉一具有焦點 202 之拋物線而形成之一表面的部分。一介於焦點 202 與鏡有效部中心點 204 之間的距離為焦距 f 。介於點 204 與弧形狹縫 12 之間的距離被設定約略等於焦距 f 。

旋轉拋物面鏡 11c 被配置以致其旋轉軸 201AX 被配置平行於積分器 11a 反射表面上或與其接近之反射表面，並對齊與圓柱形表面。如圖所示，平面鏡 11b 被置於有效部中心點 204 與旋轉拋物面鏡 11c 上的焦點 202 之間，與焦點 202 相對於鏡 11b 之反射表面成對稱的點 202'可被置於約略積分器 11a 上之反射表面有效部的中心位置上。換言之，從位置 204 至位置 202'的光學路徑長度等於焦距 f 。

此配置提供位置 202'與弧形狹縫 12 之一分離，藉由從轉拋物面鏡 11b 之焦距 f 或傅立葉轉換表面之關係。因此，如所示入射於積分器 11a 上之約略平行的 EUV 光 10'被聚集於或接近弧形狹縫 12 之開口。

射至旋轉拋物面鏡 11c 之 EUV 光具有主射線介於 0°

(12)

與 45° 之間（更明確地為 20° ）的低入射角度 ε 。藉此，失焦量減少在當光線被聚集於弧形狹縫 12 中時，且聚集效率增進於接近弧形開口處而非高入射角度。藉此，由於遮蔽之光學損失減少，而照明系統之效率增進。

因為反射於鏡（其平行地配置多數圓柱形表面）上之光線具有如上所述之角度分佈，所以弧形區域被照射以半徑 $f \times \cos \varepsilon$ 於接近弧形狹縫 12 處，其中 ε 係射至積分器 11a 之光入射角。因為入射於接近弧形狹縫 12 之一點上的光線係得自其平行地配置多數圓柱形表面之整個照射區域，所以角度範圍 ν （亦即，聚集 NA）變為 $\nu = D/f$ ，其中 D 係約略平行之 EUV 光 10° 的光束直徑。

於此情況下，弧形照射區域保持均勻的光強度，因為積分器 11a 上之多數圓柱形表面疊置光線。換言之，此可達成有效的且均勻的弧形照射。

回到圖 1，將提供此蝕刻之曝光裝置的說明。如圖所示，遮蔽葉片 13 部分地限制其形成接近弧形狹縫 12 中之開口的弧形照射區域，而遮蔽成像系統 14 以一所欲倍率放大或減少弧形照射區域。因此，反射遮罩 16 被照射以一弧形形狀，藉由以一所欲的入射角度將弧形照射區域引入其由遮罩台 17 所固持之反射遮罩 16。弧形照射區域之曲率的中心係符合投射光學系統 18 之光軸 18AX。

電路圖案被暴露於當 18 於其塗敷一光敏材料之晶圓 19 上投射以一適於曝光之倍率時，反射之 EUV 光具有來自其已被照射以弧形形狀之反射遮罩 16 的電路圖案資

訊。

上述晶圓被固定於晶圓台 20 上，其作用以提供向後向前及向上向下的平行移動於紙表面上（在距離量測設備，諸如雷射干涉儀（未顯示）之控制下）。於整個表面上之掃描曝光需要（例如）反射遮罩 16 被掃描以速度 v 於平行於紙表面之方向，及需要晶圓 19 被同時地同步掃描以速度 v/M 於平行於紙之方向，其中 M 係投射光學系統 18 之放大倍率。

投射光學系統 18 包括多數多層反射鏡，並提供有絕佳的成像性能於偏軸的、薄的弧形區域。投射光學系統 18 被構成以投射減小尺寸之遮罩 16 上圖案於晶圓 19 表面之上，並形成一影像側（或晶圓側）遠心系統。投射光學系統 18 提供一具有非遠心結構之物體側（或反射遮罩側）以避免與其入射於反射遮罩 16 上之照射光的物理干擾，且本實施例係傾斜影像側主射線以（例如）約相對於遮罩 16 之垂直方向的 6 度。

現在將說明（1）使用弧形照射之掃描曝光，（2）藉由使用弧形狹縫 12 之校正不均勻曝光的方法，（3）於掃描曝光期間之遮蔽葉片 13 的操作，及（4）依此順序之遮蔽成像系統的結構。

圖 7A 及 7B 個別地顯示晶圓表面上之掃描曝光開始及結束狀態。如圖所示，701 代表晶圓表面上之一弧形照射區域。702 代表一曝光區域以當作一待曝光物體。於此圖形中，曝光區域 702 於紙張上從左至右移動，當晶圓台

(14)

被驅動時。弧形照射區域 701 被構成以相對地掃描曝光區域 702。遮蔽葉片工作以致其弧形照射區域 701 避免照射除了曝光區域 702 之外的部分，於曝光開始及曝光結束時。此將被描述於遮蔽葉片之操作。

以上可應用於掃描曝光，以一與此實施例之掃描方向相對相反的方向。

將提供有關一種以上述掃描曝光中之弧形狹縫 12 來校正不均勻曝光之方法的詳細敘述。如圖所示，810 代表一多重可移動邊緣，用以部分地改變弧形狹縫 12 中之一狹縫寬度 811。811 代表一用以形成弧形照射區域之狹縫開口。812 代表由上述積分器 11a 及鏡系統 11b 及 11c 所形成的一弧形照射區域，而此照射區域係界定其通過狹縫開口 811 之光線。

不均勻曝光會發生在假如有不均勻光強度於弧形狹縫中時，當掃描曝光將反射遮罩 16 中之減小尺寸的電路圖案轉移至晶圓 19 上時。此問題之一解決之道係使用一種驅動系統（未顯示）以移動可移動邊緣 810 而僅縮小其提供弧形狹縫中相對強之光強度的狹縫寬度，並減少供掃描曝光之光量一理想的量。結果，具有均勻強度之曝光可獲得於整個已暴露表面，由於其累積。

遮蔽葉片 13 包含四個光遮蔽板 801、802、803 及 804，而上及下光遮蔽板 803 及 804 係遮蔽弧形狹縫開口 812 中於弧形照射區域 812 之兩端上的光線，並界定圖 7A 中所示之曝光區域 702 的縱向寬度（或掃描寬度）。

(15)

光遮蔽板 801 及 802 係界定曝光區域 702 中之一橫向寬度（或掃描長度），藉由移動於橫向方向並於掃描曝光中從一拍攝之曝光開始至曝光結束開啓並關閉孔徑，如參考圖 9 之以下詳細說明。

於圖 9 中，（A1）至（A5）依時序地表示從一開始至一結束之掃描曝光，而（B1）至（B5）顯示於狀態（A1）至（A5）下遮蔽葉片 13 中之光遮蔽板 801 及 802 的動作。

曝光將開始於狀態（A1），而光遮蔽板 802 於狀態（B1）開始移動至右側以開啓孔徑。弧形照射區域 701 被光遮蔽於此狀態，而非實際地被照射（雖未顯示）。當掃描曝光開始如（A2）中所示時，光遮蔽板 802 係於狀態（B2）移動如所示以將弧形照射區域 701 之一投射光遮蔽自曝光區域 702。如（B3）中所示，弧形照射區域 701 係移動於供掃描曝光之曝光區域 702 內，光遮蔽板 802 宜移動至右側如（B3）中所示以完全地開啓狹縫開口 811。當掃描曝光幾乎結束如（A4）中所示時，光遮蔽板 801 便移動至右側以將弧形照射區域 701 之一投射光遮蔽自曝光區域 702。當掃描曝光結束如（A5）中所示時，光遮蔽板 801 移動並完全地遮蔽狹縫開口 811。上述動作序列提供一所欲曝光區域之掃描曝光。

接下來參考圖 10 以詳細地描述遮蔽成像系統 14。遮蔽成像系統 14 係一成像光學系統，其使用遮蔽葉片 13 為一影像表面、及使用反射遮罩 16（於圖形中之位置 102

上) 爲一影像表面，並包含反射多層鏡。此成像系統係一
共軸光學系統，其作用以成像且形成一適於投射光學系統
18 之弧形照射區域，藉由對其配置共同軸（或光學軸）
10A 接近一中心處之物體側弧形區域應用一理想的倍率。

如圖所示，14a、14b、14c 及 14d 爲凹面或凸面球狀
或非球狀鏡，其使用供旋轉對稱之中心軸 10AX，且於此
實施例中爲從 14a 之凹面、凹面、凸面及凹面。遮蔽成像
系統 14 中之光瞳表面被置於或接近鏡 14b 之反射表面
上，於該表面上設有孔徑光圈 15。孔徑光圈 15 改變其開
口型態以改變於反射遮罩側上之照射光的收斂角（或所謂
的相干因數 σ ），或提供修飾的照射，如以下之詳述：

聚集於其配置接近弧形狹縫 12 之遮蔽葉片 13 的一位
置上的 EUV 光進入遮蔽成像系統 14，而主射線係平行於
或物體側遠心與旋轉對稱之軸 10AX。入射光透過上述四
個鏡及孔徑光圈 15 而聚集入影像表面 102。可注意，影
像側具有一種非遠心結構，而於主射線 103 之影像表面
102 上的入射角 101（或介於主射線與旋轉對稱軸 10AX
之間的角）被設定約略等於針對遮罩表面垂直線之投射光
學系統 18 的物體側主射線之傾斜角。換言之，介於成像
系統 14a 至 14d 的遮罩側主射線與旋轉對稱軸 10AX 之間
的角度（其係相應於反射遮罩之照射區域上的各位置）被
設定約略等於一介於投射光學系統的遮罩側主射線與遮罩
表面的垂直線之間的角度。本實施例設定入射角 101 至約
6 度，其等於投射光學系統 18 的遮罩側主射線與遮罩表

(17)

面的垂直線之間的角度。因為投射光學系統之光軸 18X 係平行於遮罩表面之垂直線，所以一介於投射光學系統之光軸 18X 與投射光學系統 18 的遮罩側主射線之間的角度。因此，介於成像系統的遮罩側主射線與成像系統之光軸之間的角度係約略等於介於投射光學系統的遮罩側主射線與遮罩表面的垂直線之間的角度。成像表面適當地校正影像側上之失焦，且影像表面上之點直徑被設計為 5 mm 或更小，最好是 1 mm 或更小。

當平面鏡 14e 反射圖 1 中所示之遮蔽成像系統 14 的影像側光 14' 並使其角度朝向反射遮罩 16 時，則由光 14' 所形成之一弧形照射區域的操作被反向且弧形之中心係符合一介於投射系統 18 的中心軸 18AX 與反射遮罩之間的交叉點。上述入射角 101 致能光 14' 之主射線約略符合與投射光學系統 18 之物體側光 18' 的主射線（相對於反射遮罩上之一反射表面）。

現在將描述一種方法，用以改變相干因數 σ 及用以提供一修改的照射（諸如環形照射），藉由切換遮蔽成像系統 14 中之孔徑光圈 15。孔徑光圈 15（或遮蔽成像系統之光瞳表面）及投射光學系統 18 之光瞳表面係彼此共軛的。因此，孔徑光圈 15 中之一光傳輸型態的開口型態係相應於投射光學系統之光瞳表面上的光源影像或者有效光源分佈。圖 11A 至 11D 係孔徑光圈 15 之示範開口形狀的視圖。圖 11A 中之光圈具有一圓形開口並相應於一正常照射中之大 σ 模式。圖 11B 中之光圈具有小於圖 11A 之

光圈的圓形開口並相應於一正常照射中之小 σ 模式。圖 11C 中之光圈具有一環形開口並相應於環形照射模式。圖 11D 中之光圈具有四個開口並相應於四極照射模式。

可以切換至所欲的開口形狀，藉由備製數種開口型態（例如）於一轉台（turret）上，及藉由使用一孔徑光圈驅動系統（未顯示）以旋轉此轉台。若不使用轉台，亦可使用其他的機械方法，諸如切換多數線性配置的多數孔徑光圈或使用可變光圈。

第二實施例

現在將描述使用第一實施例之曝光裝置的裝置製造方法之一實施例。圖 15 係用以解釋裝置（亦即，諸如 IC 及 LSI、LCDs、CCDs 等等之半導體晶片）之製造的流程。於此，將描述一半導體晶片之製造為一範例。步驟 1（電路設計）設計一半導體裝置電路。步驟 2（遮罩製造）形成一具有設計好之電路圖案的遮罩。步驟 3（晶圓製作）使用諸如矽以製造一晶圓。步驟 4（晶圓製程）係稱為一預處理，透過使用遮罩及晶圓之光微影術以形成實際的電路於晶圓上。步驟 5（組裝）亦稱為後處理，係將步驟 4 中所形成之晶圓形成為一半導體晶片並包含一組裝步驟（例如，切割、接合）、封裝步驟（晶片密封）等等。步驟 6（檢驗）對步驟 5 中所製之半導體裝置執行各種測試，諸如有效測試及耐用測試。透過這些步驟，一半導體裝置被完成並運送（步驟 7）。

圖 16 係上述晶圓製程之一詳細流程。步驟 11（氧化）係氧化晶圓之表面。步驟 12（CVD）形成一絕緣膜於晶圓之表面上。步驟 13（電極形成）係藉由氣相沈積等以形成電極於晶圓上。步驟 14（離子植入）係將離子植入晶圓。步驟 15（抗蝕劑製程）係塗敷一光敏材料於晶圓上。步驟 16（曝光）係使用第一實施例之曝光裝置以暴露遮罩上之電路圖案至晶圓上。步驟 17（顯影）係顯影暴露之晶圓。步驟 18（蝕刻）係蝕刻一已顯影之抗蝕劑影像以外的部分。步驟 19（抗蝕劑剝除）移除蝕刻後不用的抗蝕劑。這些步驟被重複，且一電路圖案被形成於晶圓上。

本實施例之製造方法的使用將能夠製造高度整合的裝置，其係之前所難以製造的。

雖然以上實施例描述使用 13.5 nm 之 EUV 光的照射系統，但本發明可應用於其使用不同光的照明光學系統，例如具有波長於 10 nm 與 200 nm 之間的 EUV 或 E 射線區中的光。無玻璃材料可應用為一透鏡以用於具有波長介於 20 與 50 nm 之間的光，而光學系統應僅包含鏡。因此，本發明可有效地應用於其使用此區之照明光學系統。

因為可執行本發明之許多明顯為廣泛不同的實施例而不背離其精神及範圍，故應理解本發明並不限定於其特定實施例，除了申請專利範圍中所界定者以外。

【圖式簡單說明】

後附圖形（其被併入說明書且構成說明書之一部分）說明本發明之實施例且（連同其敘述）用以解釋本發明之原理。

圖 1 係依據本發明之一實施例的一概略視圖。

圖 2 係一接收平行光之積分器的視圖。

圖 3A 係一具有多數凸形圓柱表面之反射積分器的概略視圖，而圖 3B 係一具有多數凹形圓柱表面之反射積分器的概略視圖。

圖 4 係積分器之一橫斷面形狀的視圖。

圖 5 係一用以解釋其反射於一圓柱表面上之光線的角度分佈之視圖。

圖 6 係一顯示由圓柱表面上所反射之光線所形成的弧形區域之視圖。

圖 7A 係一掃描曝光開始狀態下之視圖，而圖 7B 係一掃描曝光結束狀態下之視圖。

圖 8 係一可變弧形狹縫及一遮蔽葉片之概略視圖。

圖 9 係一顯示掃描曝光期間之遮蔽葉片的動作之視圖。

圖 10 係一遮蔽成像系統之概略視圖。

圖 11A 係一顯示一正常照射下相應於大 σ 模式之孔徑光圈的視圖，圖 11B 係一顯示一正常照射下相應於小 σ 模式之孔徑光圈的視圖，圖 11C 係一顯示一相應於環狀照射模式之孔徑光圈的視圖，及圖 11D 係一顯示一相應於四極照射模式之孔徑光圈的視圖。

(21)

圖 12 係一習知技術說明之概略視圖。

圖 13 係一習知反射積分器之概略透視圖。

圖 14 係一習知的已照射區域及一待被曝光的弧形區域之視圖。

圖 15 係一用以解釋供製造裝置（半導體晶片，諸如 ICs、LSIs、等等、LCDs、CCDs、及其他）之方法的流程圖。

圖 16 係圖 15 中所示之晶圓製程的步驟 4 之詳細流程圖。

主要元件對照表

- 1 激發雷射光束
- 2 電漿發射點
- 3a 噴嘴
- 3b 液滴復原部分
- 4 聚光器鏡
- 5 EUV 光
- 6a 過濾器
- 6b 波長過濾器
- 7 針孔孔徑
- 8 真空室
- 9 連接器
- 10a 凹面鏡
- 10b 凸面鏡

(22)

10AX 中心軸

11a 積分器

11b 平面鏡

11c 旋轉拋物面鏡

12 狹縫

13 遮蔽葉片

14 遮蔽成像系統

15 孔徑光圈

16 反射遮罩

17 遮罩台

18 投射光學系統

19 晶圓

20 晶圓台

21 真空室

101 入射角

102 影像表面

103 主射線

201AX 軸

202 焦點

204 中心點

601 弧形

701 弧形照射區域

702 曝光區域

801, 802, 803, 804 光遮蔽板

(23)

810 可移動邊緣

811 狹縫開口

812 弧形照射區域

1000 曝光裝置

1001 EUV 光發射點

1002 EUV 光

1003 過濾器

1004 第一旋轉拋物面鏡

1005 反射積分器

1006 第二旋轉拋物面鏡

1007 反射遮罩

1008 鏡

1009 晶圓

伍、中文發明摘要

發明之名稱：照明光學系統及曝光裝置

一種曝光裝置包含一照明光學系統，以供照射一形成一圖案之反射遮罩，藉由使用來自一光源之光線，其中該照明光學系統包含：一場光圈，其界定反射遮罩上之一照射區域，且具有一開口；及一成像系統，以供導引來自場光圈中之開口的光線進入反射遮罩，此成像系統係一共軸光學系統；其中於反射遮罩之一側上的成像系統之一主射線係形成與共軸光學系統之一共同軸的傾斜角度，此傾斜角度係約略等於一介於反射遮罩之側上的投射光學系統之一主射線與反射遮罩之一表面的垂直線之間的角度。

陸、英文發明摘要

發明之名稱：Illumination optical system and exposure apparatus

An exposure apparatus includes an illumination optical system for illuminating a reflection mask that forms a pattern, by using light from a light source, wherein the illumination optical system includes a field stop that defines an illuminated area on the reflection mask, and has an opening, and an imaging system for introducing the light from the opening in the field stop into the reflection mask, the imaging system being a coaxial optical system, wherein a principal ray of the imaging system at a side of the reflection mask forming an inclination angle to a common axis of the coaxial optical system, the inclination angle being approximately equal to an angle between a principal ray of the projection optical system at the side of the reflection mask and a normal to a surface of the reflection mask.

(1)

拾、申請專利範圍

1.一種曝光裝置，包含：

一照明光學系統，以供照射一反射遮罩之圖案，藉由使用來自一光源之光線，其中照明光學系統包含：

一場光圈，其界定反射遮罩上之一照射區域，且具有一開口；及

一成像系統，以供導引來自場光圈中之開口的光線進入反射遮罩，此成像系統係一共軸光學系統；以及

一投射光學系統，以供投射反射遮罩上之圖案至一基底上，其中於反射遮罩之一側上的成像系統之一主射線係形成與共軸光學系統之一共同軸的傾斜角度，此傾斜角度係約略等於一介於反射遮罩之側上的該投射光學系統之一主射線與反射遮罩之一表面的垂直線之間的角度。

2.如申請專利範圍第 1 項之曝光裝置，其中該照明光學系統包含一平面鏡，以供反射來自成像系統之光線並將其引入反射遮罩。

3.如申請專利範圍第 1 項之曝光裝置，其中位於場光圈之一側上的成像系統之主射線係約略平行於共同軸。

4.如申請專利範圍第 1 項之曝光裝置，其中該照明光學系統具有一孔徑光圈於成像系統中之光瞳表面上。

5.如申請專利範圍第 4 項之曝光裝置，其中孔徑光圈具有一開口，且該照明光學系統具有一機構，用以改變孔徑光圈中之開口的尺寸或形狀。

6.如申請專利範圍第 1 項之曝光裝置，其中場光圈包

(2)

含一遮蔽葉片，其包含多數光遮蔽板。

7.如申請專利範圍第 1 項之曝光裝置，其中場光圈包含一具有弧形開口之弧形狹縫。

8.如申請專利範圍第 7 項之曝光裝置，其中弧形開口具有一曲率中心於共同軸上。

9.如申請專利範圍第 1 項之曝光裝置，其中場光圈包含：

- 一遮蔽葉片，其包含多數光遮蔽板；及
- 一弧形狹縫，其具有一弧形開口。

10.如申請專利範圍第 1 項之曝光裝置，其中該照明光學系統包含：

一反射積分器，以供使用來自光源之光線而形成多數次光源；及

一鏡系統，以供疊置其來自多數次光源之光線於場光圈上並形成弧形照射區域，其中弧形照射區域具有一曲率中心於共同軸上。

11.如申請專利範圍第 1 項之曝光裝置，其中成像系統包含四個鏡。

12.如申請專利範圍第 11 項之曝光裝置，其中來自場光圈之四個鏡中的第一及第四個鏡具有凹面反射表面。

13.如申請專利範圍第 11 項之曝光裝置，其中來自場光圈之四個鏡中的第三個鏡具有凸面反射表面。

14.如申請專利範圍第 11 項之曝光裝置，其中來自場光圈之四個鏡中的第二個鏡具有凹面反射表面。

(3)

15.如申請專利範圍第 1 項之曝光裝置，其中成像系統具有一光瞳表面，並包含一具有反射表面於光瞳表面上之鏡。

16.如申請專利範圍第 1 項之曝光裝置，其中來自光源之光線具有 200 nm 或更小的波長。

17.如申請專利範圍第 16 項之曝光裝置，其中來自光源之光線具有介於 5 nm 與 20 nm 之間的波長。

18.一種裝置製造方法，包含下列步驟：

使用一曝光裝置以暴露一物體；及

顯影其暴露之物體，

其中該曝光裝置包含：

一照明光學系統，以供照射一反射遮罩之圖案，藉由使用來自一光源之光線，其中該照明光學系統包含：

一場光圈，其界定反射遮罩上之一照射區域，且具有一開口；及

一成像系統，以供導引來自場光圈中之開口的光線進入反射遮罩，此成像系統係一共軸光學系統；以及

一投射光學系統，以供投射反射遮罩上之圖案至一基底上，其中於反射遮罩之一側上的成像系統之一主射線係形成與共軸光學系統之一共同軸的傾斜角度，此傾斜角度係約略等於一介於反射遮罩之側上的該投射光學系統之一主射線與反射遮罩之一表面的垂直線之間的角度。

圖1

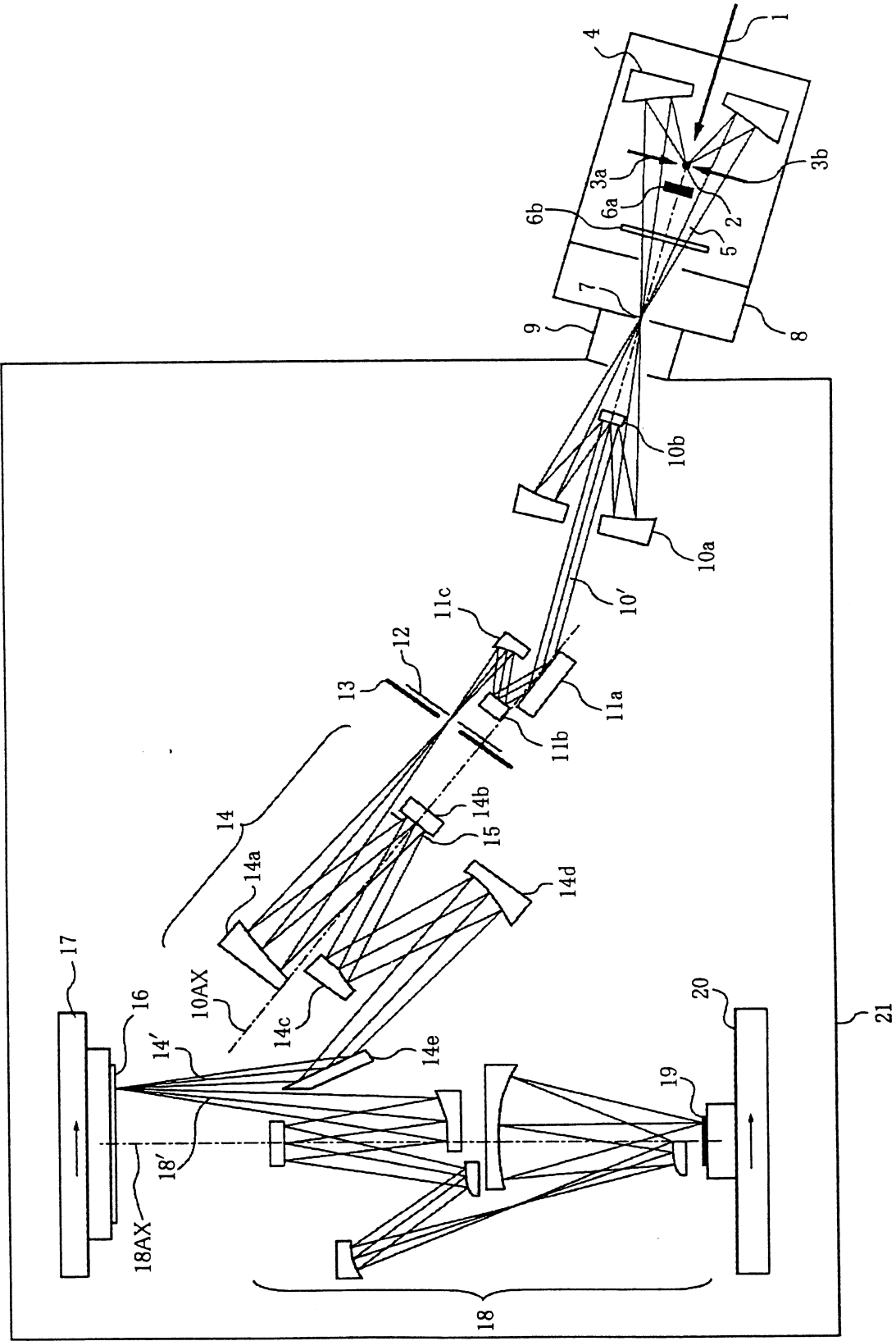


圖2

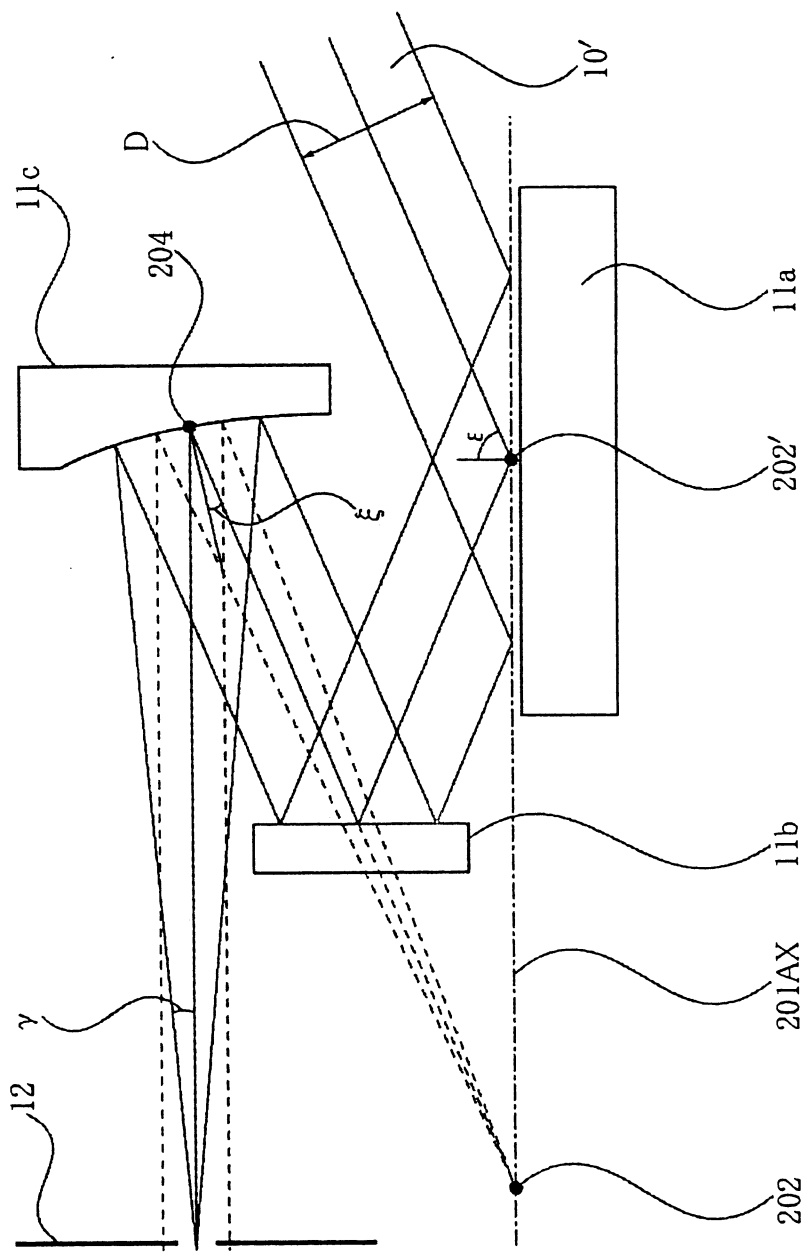


圖 3A

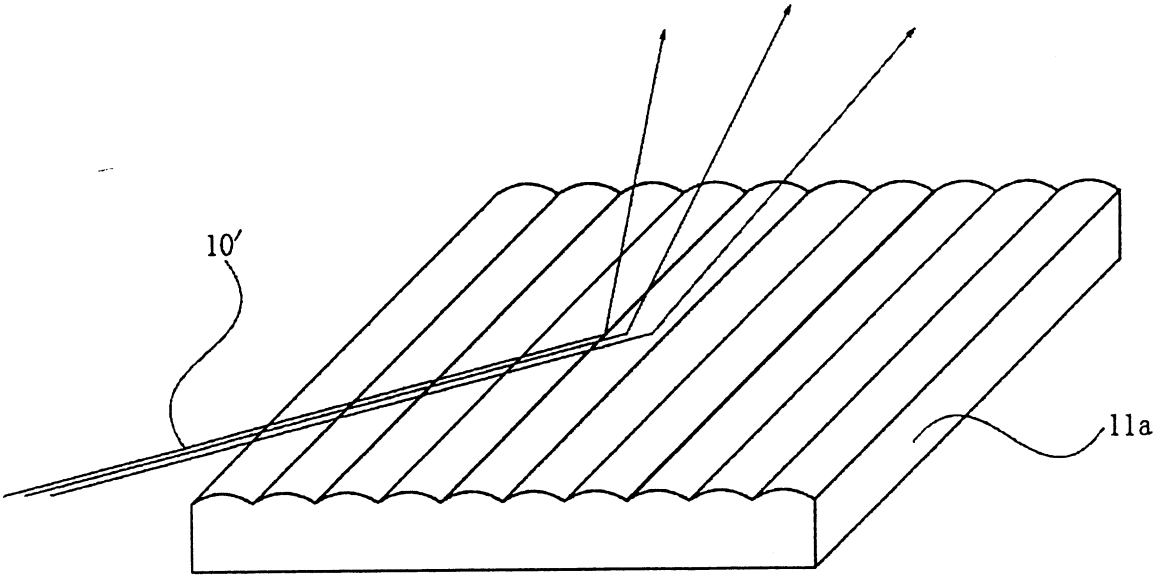


圖 3B

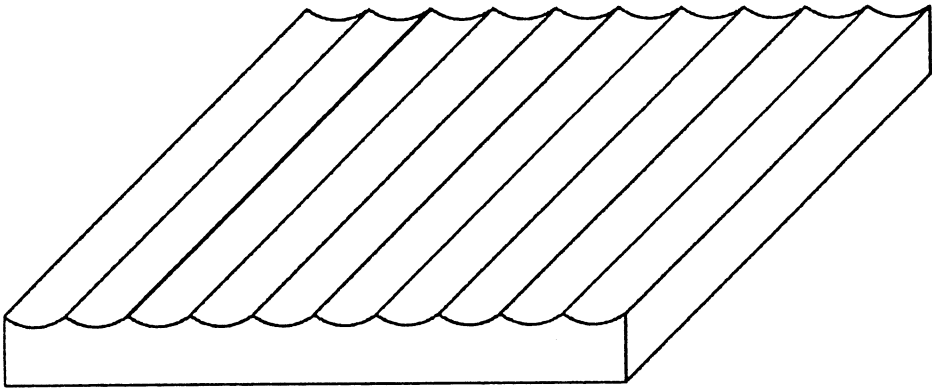


圖4

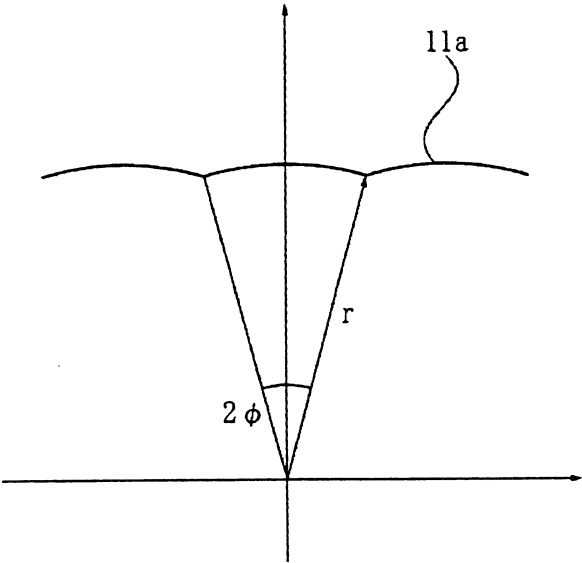


圖5

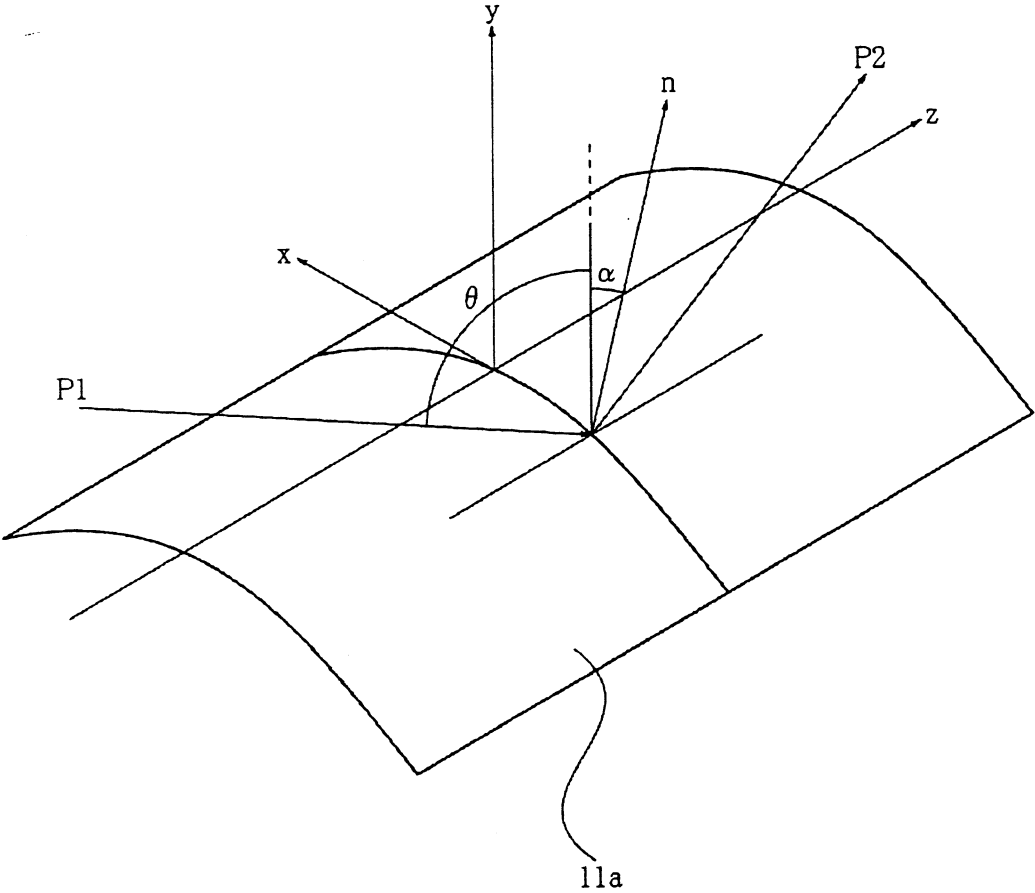


圖 6

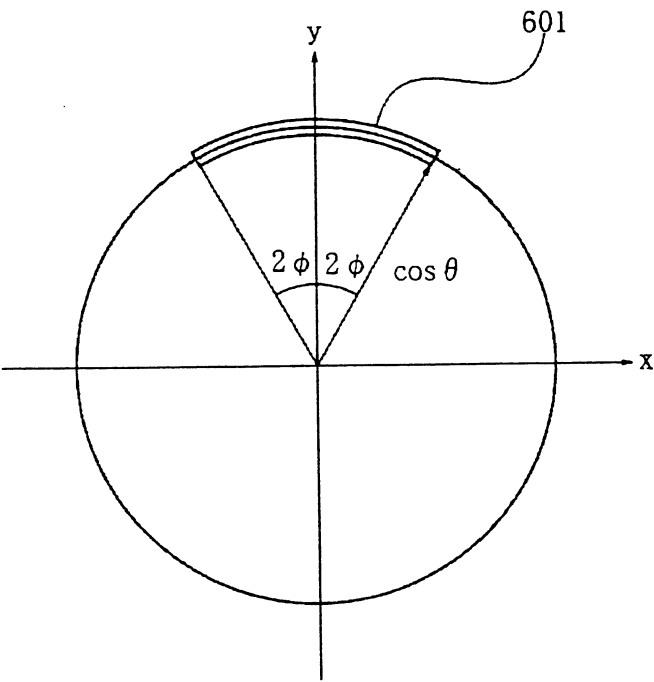


圖 7A

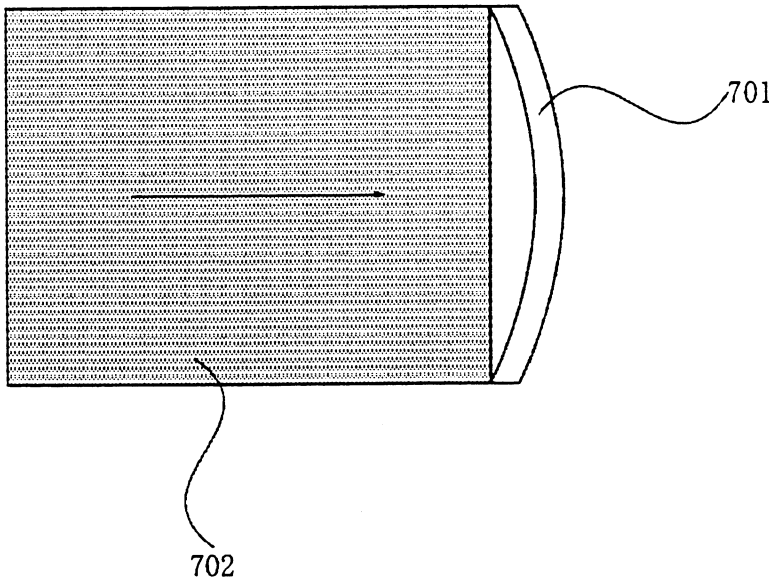


圖 7B

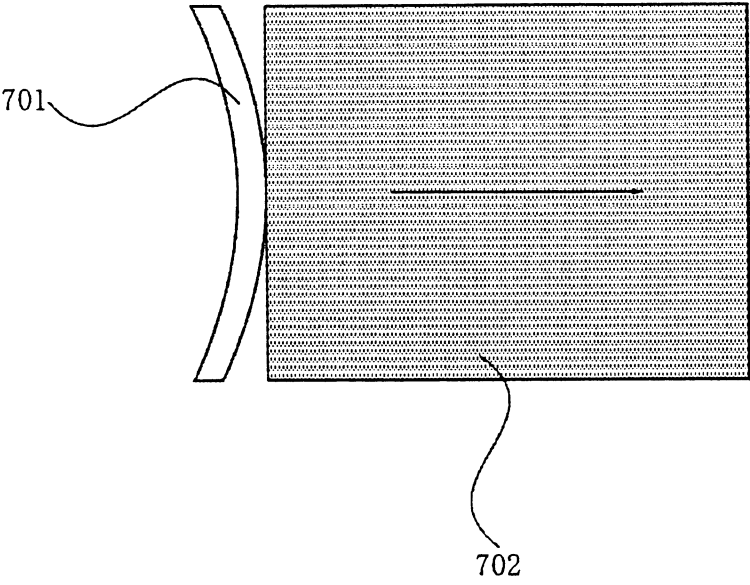


圖8

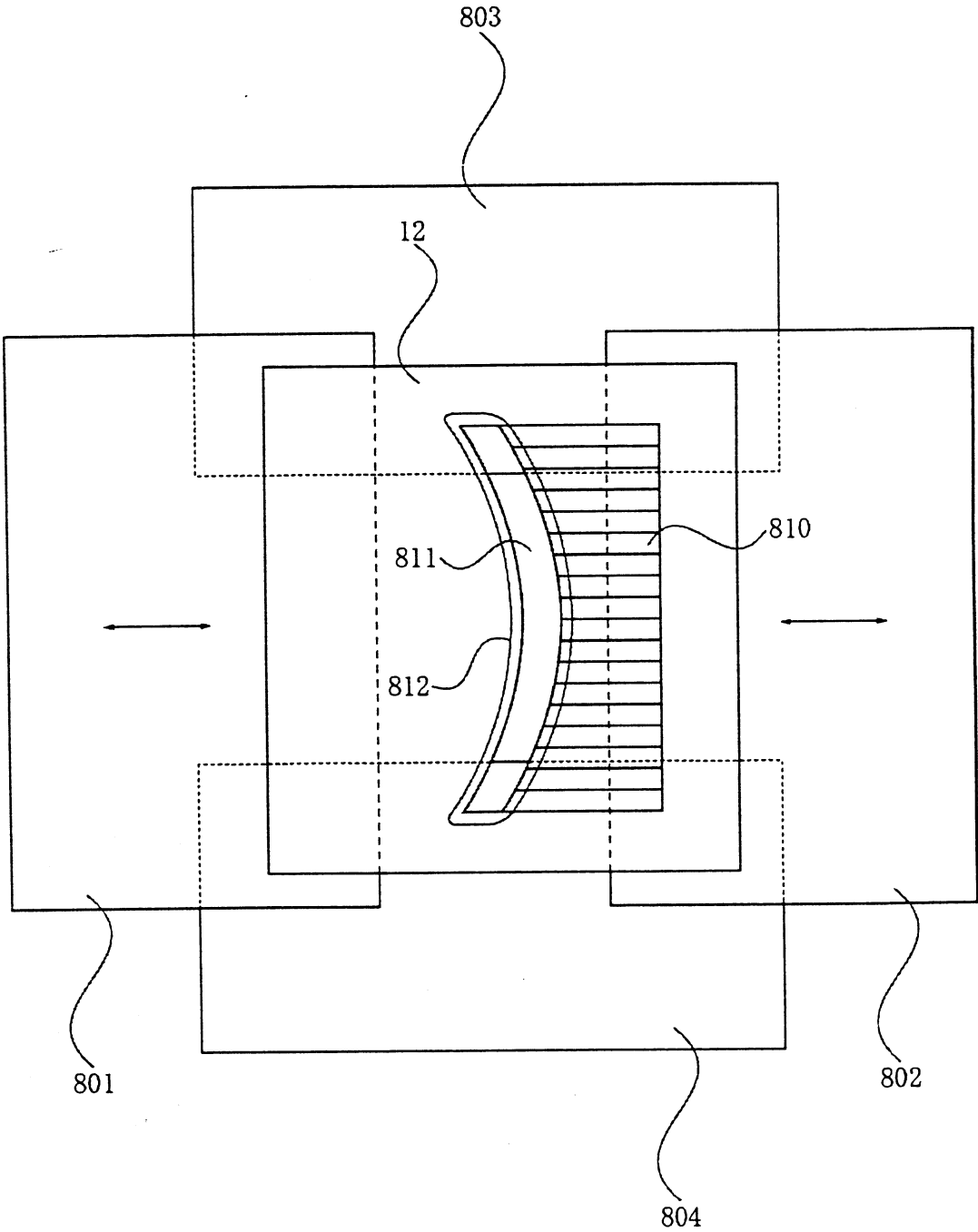


圖 9

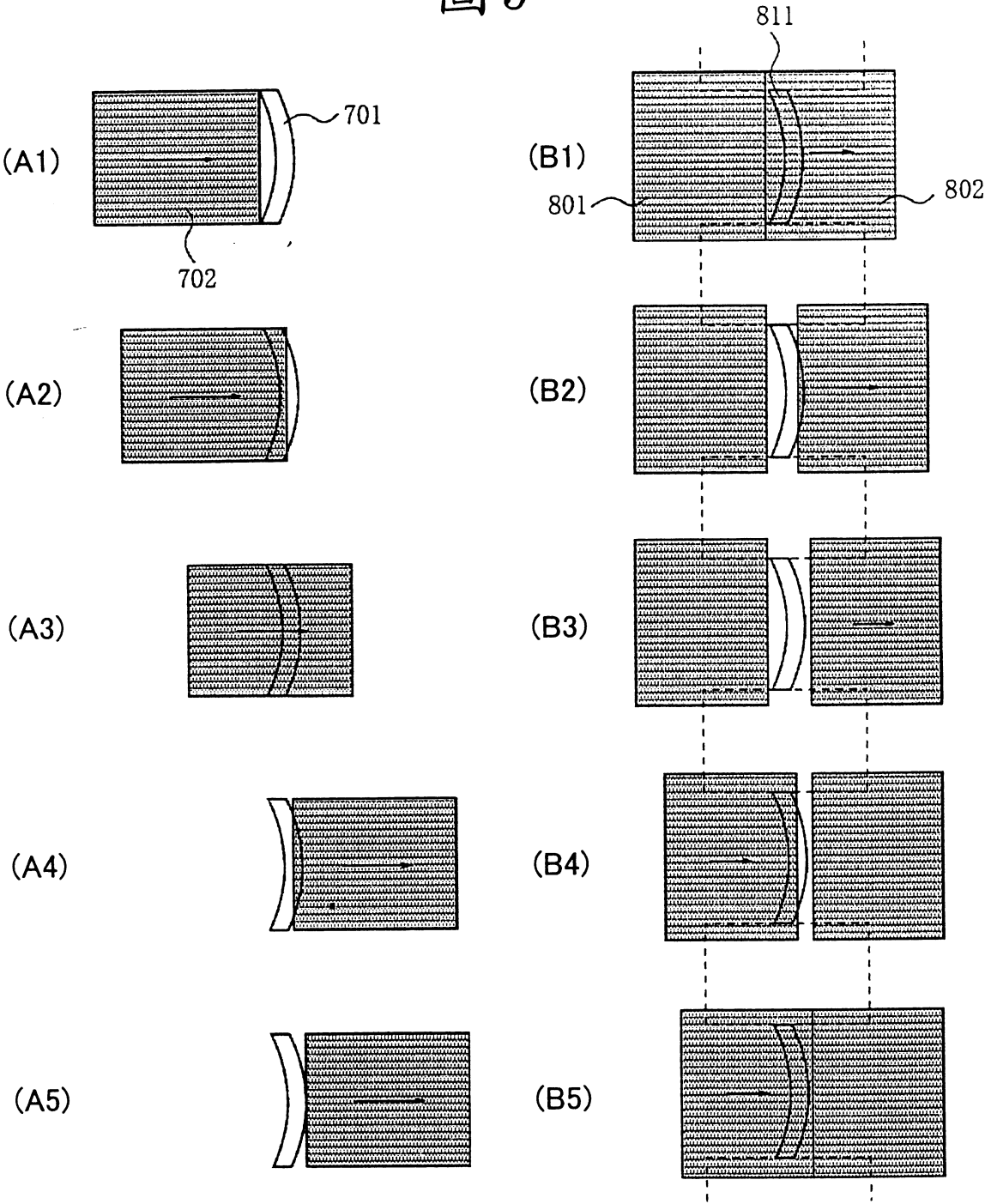


圖10

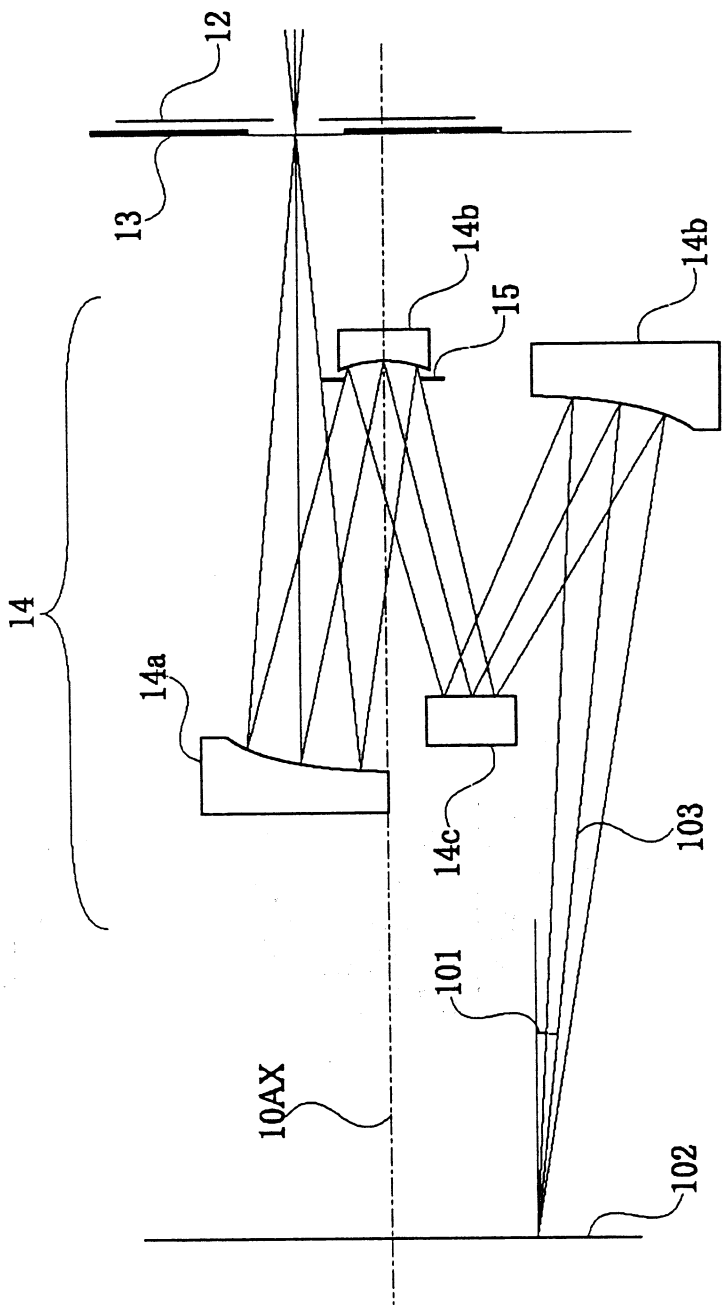


圖 11A

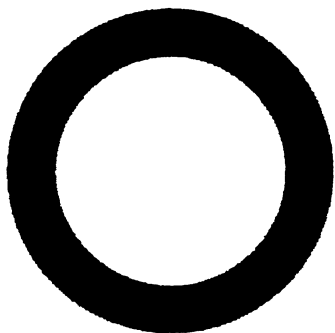


圖 11B

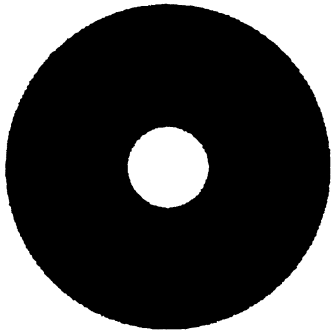


圖 11C

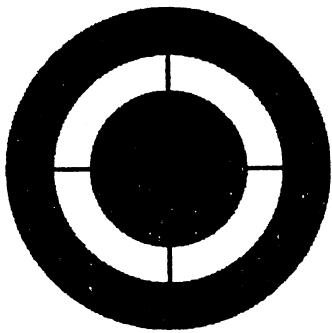


圖 11D

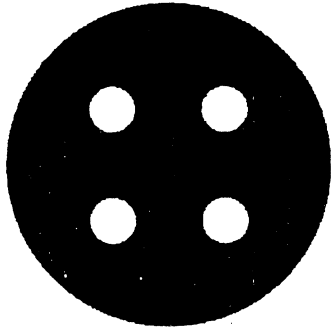


圖12

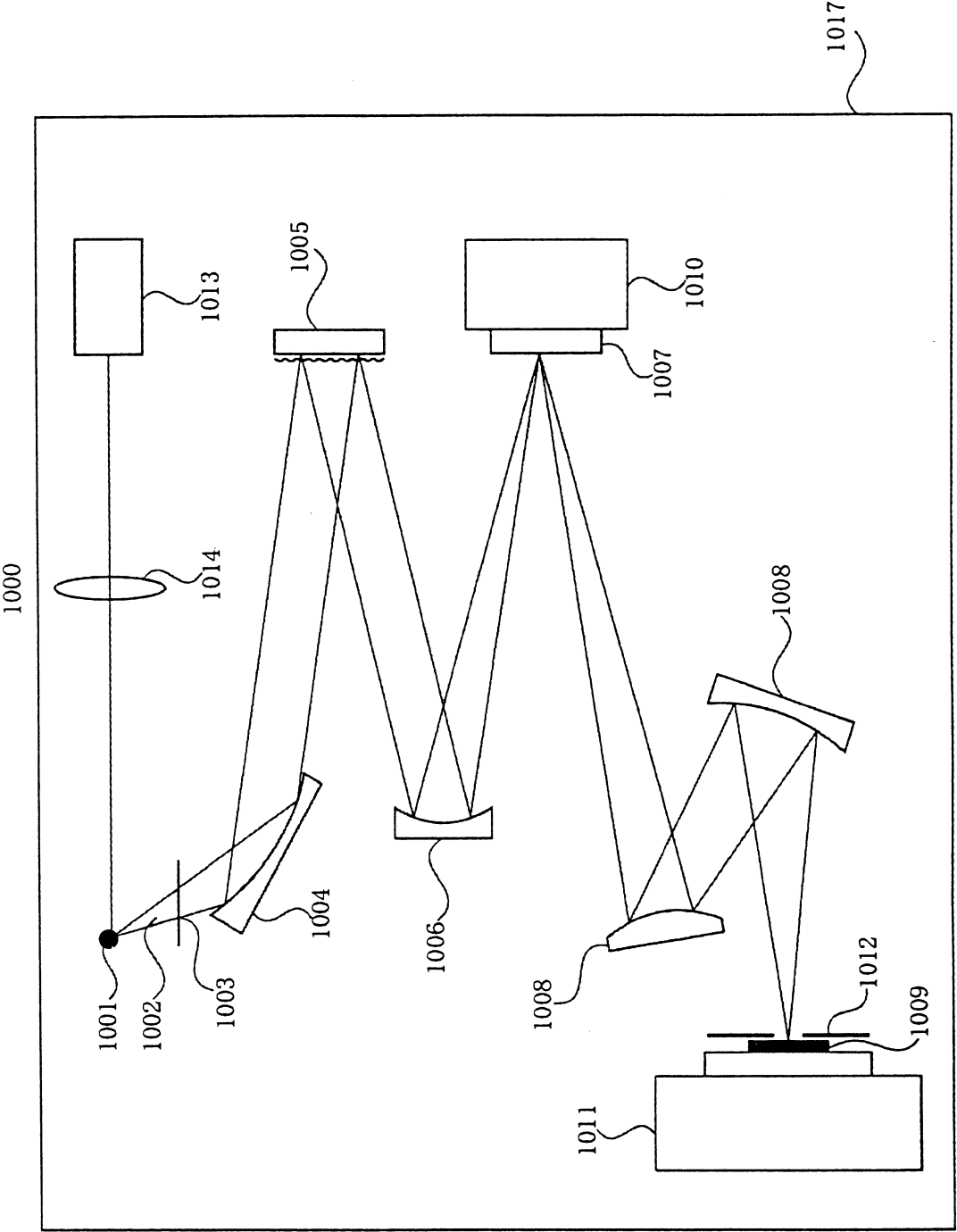


圖 13

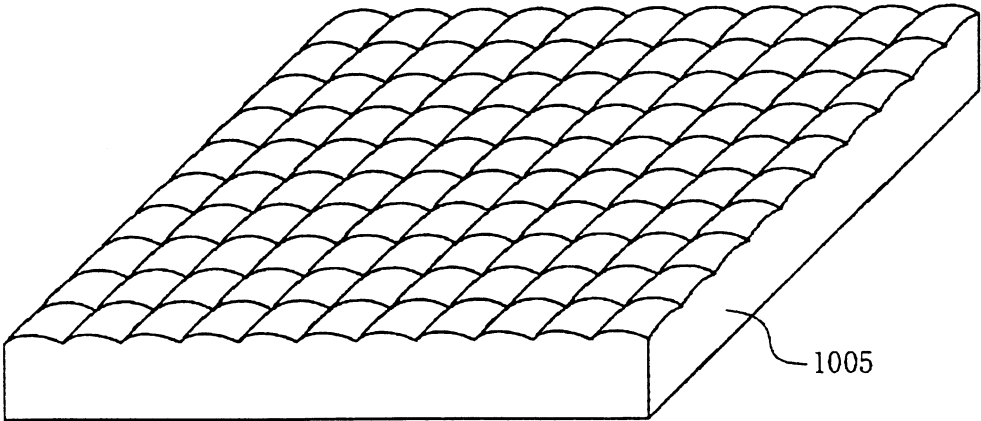


圖 14

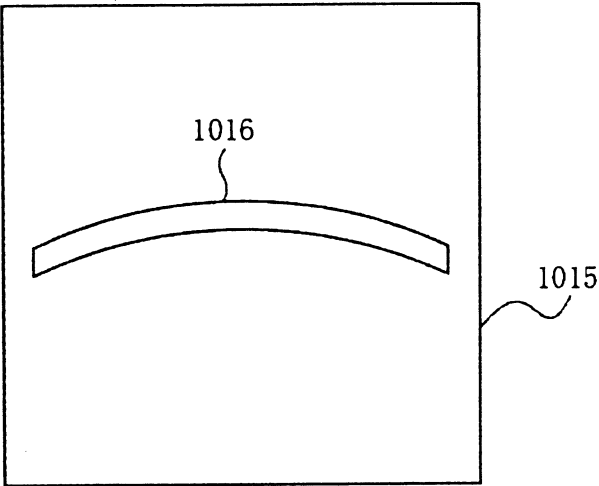


圖 15

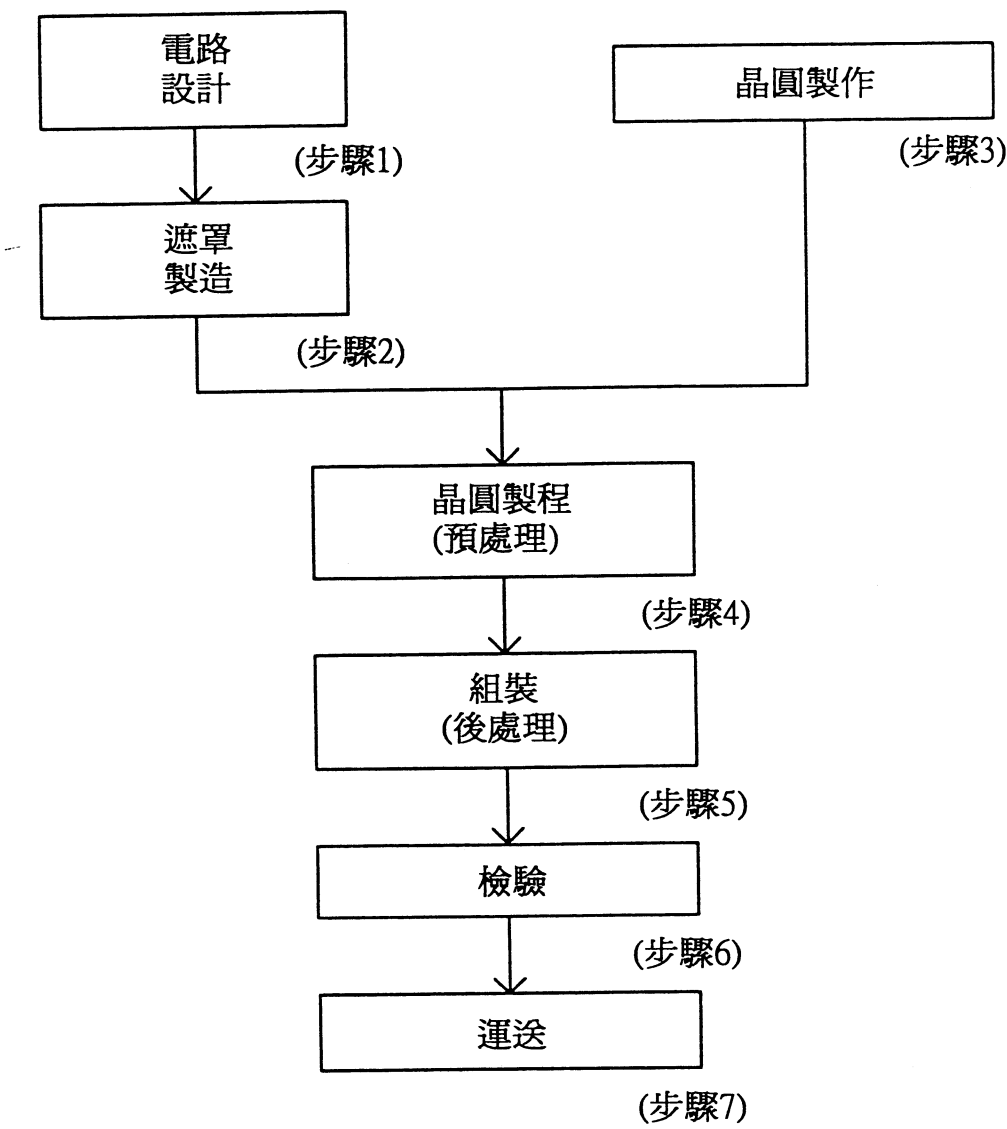
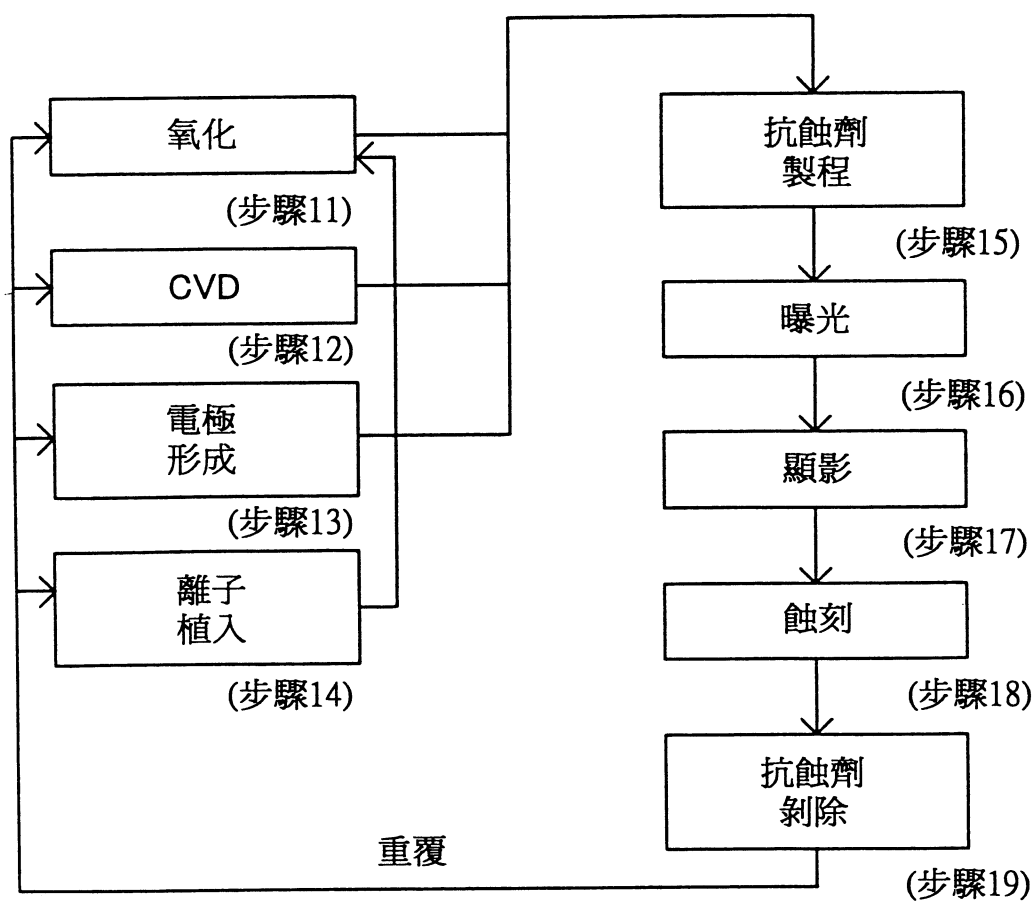


圖 16



柒、(一)、本案指定代表圖為：第 1 圖

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：

1 激發雷射光束，2 電漿發射點，3a 噴嘴，3b 液滴復原部分，4 聚光器鏡，5 EUV 光，6a 過濾器，6b 波長過濾器，7 針孔孔徑，8 真空室，9 連接器，10AX 中心軸，10a 凹面鏡，10b 凸面鏡，11a 積分器，11b 平面鏡，11c 旋轉拋物面鏡，12 狹縫，13 遮蔽葉片，14 遮蔽成像系統，14' 影像側光線，14a 曲面鏡，14b 曲面鏡，14c 曲面鏡，14d 曲面鏡，14e 平面鏡，15 孔徑光圈，16 反射遮罩，17 遮罩台，18AX 光軸，18 投射光學系統，19 晶圓，20 晶圓台，21 真空室

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：