



(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 I680355 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 12 月 21 日

(21)申請案號：104128172

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 08 月 27 日

(51)Int. Cl. : G03F7/20 (2006.01)

(30)優先權：2014/09/03 德國

10 2014 217 620.4

(71)申請人：德商卡爾蔡司 S M T 有限公司 (德國) CARL ZEISS SMT GMBH (DE)
德國

(72)發明人：安德烈斯 馬丁 ENDRES, MARTIN (DE) ; 貝林 史汀 BIELING, STIG (DE)

(74)代理人：李宗德

(56)參考文獻：

DE 102010029765A1

DE 102012204273A1

US 2012/0154777A1

審查人員：李科

申請專利範圍項數：13 項 圖式數：13 共 48 頁

(54)名稱

用於投影曝光裝置的照明光學總成

(57)摘要

本發明說明揭示一種用於投影曝光裝置的一照明光學總成(11)，包含具有多個第一琢面(21_i)的第一第一琢面元件(6)，其在每一案例中由多個可置換獨立反射鏡(31)所形成，以及包含具有多個第二琢面(25_j)的一第二琢面元件(7)。在此該第一琢面(21_i)的該等獨立反射鏡(31)之該等置換位置經過選擇，如此在該中間焦點(ZF)內一照明輻射(3)的一預定亮度分佈(36)之案例中，該第二琢面元件(7)的該琢面(25_j)之該區域內該照明輻射(3)具有一亮度分佈(37)，含一最大至多等於一預定最大亮度(I^{*})，或大於該亮度分佈(37)的一平均值至多一預定因數或絕對值。

An illumination optical assembly (11) for a projection exposure apparatus comprises a first facet element (6) having a multiplicity of first facets (21_i), which are formed in each case by a multiplicity of displaceable individual mirrors (31), and a second facet element (7) having a multiplicity of second facets (25_j). Here the displacement positions of the individual mirrors (31) of the first facets (21_i) are chosen in each case in such a way that in the case of a predefined intensity distribution (36) of an illumination radiation (3) in an intermediate focus (ZF) the illumination radiation (3) in the region of the facets (25_j) of the second facet element (7) has an intensity distribution (37), with a maximum which is at most equal to a predefined maximum intensity (I^{*}) or which is greater than a mean value of the intensity distribution (37) by at most a predefined factor or absolute value.

指定代表圖：

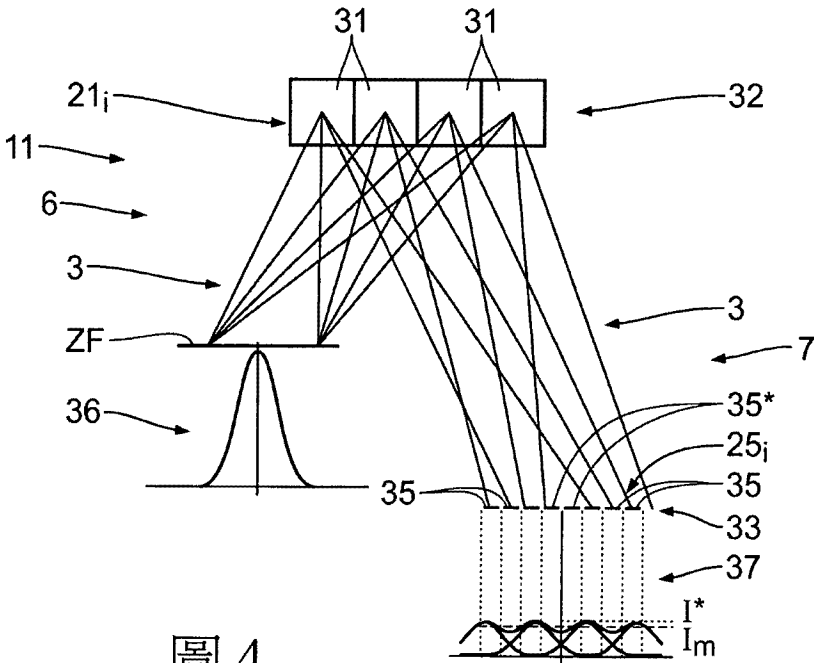


圖 4

符號簡單說明：

- 3 . . . 照明輻射
- 6 . . . 第一分面鏡；
轉換分面鏡
- 7 . . . 第二分面鏡
- 11 . . . 照明光學總
成
- 21_i . . . 第一琢面
- 25_i . . . 第二琢面
- 31 . . . 獨立反射鏡
- 32 . . . 多反射鏡陣
列
- 33 . . . 多反射鏡陣
列
- 35* . . . 獨立反射鏡
- 36 . . . 亮度分佈
- 37 . . . 亮度分佈

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)

用於投影曝光裝置的照明光學總成

ILLUMINATION OPTICAL ASSEMBLY FOR A PROJECTION
EXPOSURE APPARATUS

【相關申請案交互參照】

【0001】 本發明專利申請案主張德國專利申請案 DE 10 2014 217 620.4 之優先權，其全部內容在此併入當成參考。

【技術領域】

【0002】 本發明係關於用於投影曝光裝置的照明光學總成，本發明更進一步關於設定這種照明光學總成的方法。更進一步，本發明係關於用於投影曝光裝置中照明光學總成的一分面鏡，此外，本發明係關於包含這種照明光學總成的一照明系統、包含這種照明光學總成的一光學系統以及包含這種光學系統的一投影曝光裝置，最後本發明係關於產生一微結構或奈米結構組件的方法，以及根據此方法產生的一組件。

【先前技術】

【0003】 從 WO 2010/099807 A1 當中已知一種用於投影曝光裝置的照明光學總成。

【0004】 應瞭解的是，這種照明光學總成的該等反射鏡在投影曝光裝置操作期間會承受極大熱負載。

【發明內容】

【0005】 本發明的目的在於改善投影曝光裝置的照明光學總成，尤其係關於在該投影曝光裝置操作期間該照明光學總成單獨構件要承受的熱負載。

【0006】 藉由如申請專利範圍第 1 項之部件可達成此目的。本發明的本質在於選擇該等獨立反射鏡的置換位置，這樣以在該第二琢面元件區域內該照明輻射的亮度分佈不超過一預定最大值之方式來形成該等第一琢面。在此案例中，該最大值可經過絕對運算預定為最大允許亮度 $I_{\max}$ ，也可相對於該亮度分佈的平均值來預定。在此案例中可提供該亮度分佈的平均值，尤其是該個別第二琢面面積之上該亮度分佈除以這些琢面表面積之積分。

【0007】 此琢面區域內的最大亮度分佈可大於該平均值，例如最多乘上 32 倍，尤其是 16 倍、尤其是 8 倍、尤其是 4 倍、尤其是 2 倍、尤其是 1.5 倍。

【0008】 該最大亮度分佈也可比該亮度分佈平均值高出最多 100 kW/m²、尤其是最多 50 kW/m²、尤其是最多 30 kW/m²、尤其是最多 20 kW/m²、尤其是最多 10 kW/m²。

【0009】 該預定最大亮度 $I_{\max}$ 可尤其是最多 500 kW/m²、尤其是最多 300 kW/m²、尤其是最多 200 kW/m²、尤其是最多 100 kW/m²、尤其是最多 50 kW/m²、尤其是最多 30 kW/m²、尤其是最多 20 kW/m²、尤其是最多 10 kW/m²、尤其是最多 5 kW/m²、尤其是最多 2 kW/m²。

【0010】 根據本發明，應瞭解的是，該第一琢面元件的構造具有多個獨立反射鏡，可個別地置換，使其可彼此相對於該中間焦點的影像位移，而該等影像由該等獨立反射鏡之每一者產生於該個別指派的第二琢面上。結果，影響到該第二琢面元件區域內的該亮度分佈。尤其是利用該獨立反射鏡子集的置換，以其最大滿足上述標準之至少一者的方式，可影響該第二琢面元件區域內的該亮度分佈，尤其是在該等第二琢面之每一者的區域內。

【0011】 該等第二琢面之已知一者上該中間焦點的影像數量尤其等於形成該相關第一琢面的獨立反射鏡數量。此數量可在 1 至 10,000 的範圍內，特別在 1 至 3000 的範圍內，特別在 1 至 1000 的範圍內。

【0012】 有關該亮度與該亮度分佈的指示尤其為時間平均值。原則上，也可讓該指示值指示該亮度的暫時尖峰值。

【0013】 該等獨立反射鏡特別為微反射鏡。該第一琢面元件的該等獨立反射鏡特別具有短於 1 cm 的邊長、特別具有短於 5 mm 的邊長、特別具有短於 2 mm 的邊長、特別具有短於 1 mm 的邊長、特別具有短於 700 μm 的邊長、特別具有短於 500 μm 的邊長。

【0014】 根據本發明的進一步態樣，該第二琢面元件包含具有複數個模組多反射鏡元件的反射鏡陣列，其中該等多反射鏡元件在每一案例中都具有尺寸，至少等於該第二琢面元件區域內該中間焦點影像的尺寸。該等模組多反射鏡元件也指定為建構區塊(block)或磚(brick)，在每一案例內，該等磚具有尺寸至少等於該來源影像的尺寸，尤其是該第二琢面元件區域內該中間焦點影像的尺寸。

【0015】 該等第二琢面特別由多個獨立反射鏡所形成，特別是多個微反射鏡。該等模組多反射鏡元件特別具體實施為一多反射鏡陣列 (multi-mirror array，簡稱 MMA)，特別是為一微機電系統 (microelectromechanical system，簡稱 MEMS)，特別是一 MEMS-MMA。有關這種 MEMS-MMA 的細節，請參閱例如 DE 10 2011 006 100 A1。該第二琢面元件的一具體實施例，特別是該等第二琢面，藉由這種 MEMS-MMA 可觀地延伸該照明光學總成的彈性，特別是當形成照明通道來照明該照明場及用於設定一預定照明設定時。

【0016】 該等第二琢面特別為虛擬琢面，特別可牽涉到光瞳琢面，一般也可牽涉到一鏡面反射器的琢面。

【0017】 該等第二琢面可特別是在大小及/或形狀及/或配置方面彈性變化，特別是調整為預定邊界情況。

【0018】 根據本發明之一態樣，已知第一琢面中複數個獨立反射鏡的該等置換位置可經過選擇，如此在該個別指派的第二琢面上產生該中間焦點之影像，其中這些琢面彼此最多偏移一最小絕對值。特別是針對一已知的第一琢面，具有置換位置經過選擇的至少兩個獨立反射鏡，如此在該個別指派的第二琢面上產生該中間焦點之影像，其中這些琢面彼此最多偏移一最小絕對值。

【0019】 結果可減少該對應第二琢面上的最大亮度分佈。該中間焦點影像偏移的最小絕對值特別為至少等於形成該等第二琢面的該等獨立反射鏡之一者之寬度，而該寬度的幅度也可加倍。該偏移，特別是其最小絕對值，也可根據該個別第二琢面上該中間焦點影像的最大亮度分佈一半上之

全寬來定義。該最小絕對值特別可等於最大值一半上全寬的一半、等於最大值一半上的全寬、等於最大值一半上全寬的兩倍或等於最大值一半上全寬的三倍。

【0020】 該等獨立反射鏡的該等置換位置經過選擇，特別是如此一電漿影像能量的至多 20%、特別是至多 10%、特別是至多 5%、特別是至多 1%超出該個別指派第二琢面，也就是說無法由該第二琢面反射。

【0021】 該最大可能位移定義一區域，其內盡可能平均分配該位移。該等置換位置特別經過選擇，如此該第二琢面上的該亮度分佈也盡可能均勻。

【0022】 該第二琢面上該中間焦點影像偏移的上述最小絕對值可形成相同虛擬第二琢面上第二中間焦點影像之間的該最大距離的下限。

【0023】 彼此相關的該中間焦點影像之偏移使其可用目標方式，加寬該等第二琢面上的該亮度分佈。特別是其可從一第二琢面的中央區域將亮度位移至邊緣區域。特別是可讓該等第二琢面上的照明更均勻。

【0024】 根據本發明的進一步態樣，該等第一琢面之至少一者的該等獨立反射鏡經過置換，如此在已知亮度分佈的案例中，在該中間焦點內，該對應第二琢面上該中間焦點影像的該亮度分佈在最大值一半上具有全寬，其大於該中間焦點內該亮度分佈最大值一半上該全寬的至少 10%、特別是至少 20%、特別是至少 30%、特別是至少 50%、特別是至少 70%、特別是至少 100%、特別是至少 150%、特別是至少 200%、特別是至少 300%—用該照明光學總成的一成像比例來縮放。

【0025】 該等第二琢面上該中間焦點影像的該亮度分佈加寬，可造成

降低該等第二琢面上該亮度最大值，根據本發明，可了解一般來說，該亮度分佈在該等第二琢面上的形狀也會改變為本範疇內次重要之事實。

【0026】 根據本發明的進一步態樣，該等第二琢面之至少二者具有不同尺寸。

【0027】 特別是可針對要照明特定大部分場的這些第二琢面，製造成大於照明較小部分場的那些第二琢面。該等虛擬第二琢面的大小可特別根據要照明的該等部分場大小來選擇。較大的該等第二琢面可有較大的該中間焦點影像位移。如此，輻射功率可分佈在較大區域上，也就是說可降低該等第二琢面上的該亮度，特別是該照明輻射的最大亮度。

【0028】 較佳是，將相對於該掃描方向配置在共同高度上，也就是說在底下將介紹的該座標系統內具有相同 y 座標，的部份場照明之該等琢面具有一致的形狀。結果可避免該光瞳內的場相依性。

【0029】 在另一方面，根據該 y 座標，該等琢面在該光瞳的該 x 方向內具有不同的方格常數。特別是可提供至少兩琢面，具有不同 y 座標並且在該 x 方向內具有不同尺寸。

【0030】 這導致極具特色的光瞳。後者在該 x 方向內根據該 y 方向內該光瞳的座標，具有可變照明通道距離。該光瞳的性質非常強勢，因此在設計光罩時必須列入考量。

【0031】 本發明的進一步目的為改善設定一照明光學總成之方法。

【0032】 此目的藉由包含下列步驟的方法達成：

- 根據上面的描述提供一照明光學總成，
- 預定在該中間焦點內的一亮度分佈，

- 將該等第一琢面的至少一個子集之指派預定至該等第二琢面的至少一個子集，來形成照明通道，
- 預定一最大亮度($I_{\max}$)，允許其撞擊該等第二琢面，
- 決定在該已知指派的案例中，撞擊該等第二琢面的該亮度($I(\sigma)$)之分佈，
- 置換該等第一琢面的該等獨立反射鏡之子集，如此該等第二琢面上的該亮度($I(\sigma)$)最多等於 $I_{\max}$ 。

【0033】 本發明的本質為置換該等第一琢面的該等獨立反射鏡之子集，如此該等第二琢面上的該亮度分佈滿足特定邊界條件。該等第一琢面的該等獨立反射鏡之置換，特別可確定該等第二琢面上該最大亮度最多等於一預定最大值 $I_{\max}$ 。該等第一琢面的該等獨立反射鏡子集之置換特別證實，若該等第二琢面之至少一者上該亮度分佈 $I(\sigma)$ 具有最大值，則其大於該預定允許的最大值 $I_{\max}$ ， $\max(I(\sigma)) > I_{\max}$ 。

【0034】 如上面已經說明，可藉由該等獨立反射鏡子集的置換，加寬該等第二琢面上的該亮度分佈。特別是可讓該等第二琢面上的亮度分佈更均勻。

【0035】 根據本發明的進一步態樣，預定一最小透光度 $T_{\min}$ ，這在該等獨立反射鏡置換之後由該等第二琢面所維持。

【0036】 此為一種邊界條件，在該等第一琢面的該等獨立反射鏡置換當中需要列入考量。在此方面，應瞭解的是，該等獨立反射鏡置換過多具有由反射鏡反射的該照明輻射無法入射至該等對應相關第二琢面之效果，因此無法照明該照明場。在圖式中，這簡化成該照明輻射落在該等第二琢

面之外。這也是要避免的。

【0037】 透光度一詞在此範圍內應往幾何方向來理解。應瞭解的是，該效果特別是指定在該等第一琢面的該等獨立反射鏡置換之後實際由該等第二琢面之一者所反射的該照明輻射功率，與在該中間焦點的所有影像都集中在該第二琢面上並且該第二琢面具有一簡單連接，特別是一不中斷反射表面之案例中，關於該照明輻射的一理論可能反射功率之比例。

【0038】 運用此定義，該透光度特別用於將由於該等第一琢面的該等獨立反射鏡置換，造成該照明輻射落在該等第二琢面之外的比例特徵化。

【0039】 一預定最小透光度的邊界條件所能達成為可減少該等第二琢面上的該最大亮度，同時該等第二琢面上該亮度的平均值以及特別是該等第二琢面之上該亮度分佈之面積積分，也就是說分別由該等第二琢面所反射的該功率，最多減少為一預定值，特別是維持大體上恆等。

【0040】 根據本發明的進一步態樣，依照要反射的功率及/或一預期熱負載及/或一預定最小傳輸值，選取該等第二琢面的大小。

【0041】 其可特別針對該等第二琢面的大小，這特別由多個獨立反射鏡所形成，也就是說其具體實施為虛擬第二琢面，可依需求彈性選擇。在這方面，所有該等第二琢面都可具有一致的形狀及/或一致的大小。不過，也可有至少兩個該等第二琢面具有不同形狀及/或不同大小。該等第二琢面的大小可特別根據要照明的該部分場來選擇。一般來說，用來照明較大部分場的該等第二琢面可製作成大於用來照明較小部分場的那些第二琢面。

【0042】 本發明的進一步目的為改善用於一照明光學總成之一分面鏡。

【0043】 藉由一分面鏡包含具有多個可置換獨立反射鏡的一多反射鏡陣列，可達成此目的，其中該多反射鏡陣列的該等獨立反射鏡之數量及配置經過選擇，如此將其分組來形成虛擬琢面的可能性具有可還原之代表性。

【0044】 該多反射鏡陣列特別可具體實施為一矩陣，特別是一矩形矩陣，其特別具有 n 行與 m 欄。在本文中以下為真： $n = m$ 或 $n \neq m$ 。在此案例中， n 和 m 特別經過選擇，如此每一者都具有至少兩個不同的質因數； n 和 m 特別經過選擇，如此具有特別多的除數。這樣增加該多反射鏡陣列不間斷分裂的靈活性，特別是分裂成一致的部份場。在一反射鏡陣列最多具有 100 行及/或欄的案例中，行及/或欄的數量可特別為 12、18、20、24、28、30、32、36、40、42、44、45、48 或 60。特別較佳是，該等值為 12、24、36、48 或 60。在每一案例中，最小的整數分別具有至少 6、8、9、10 與 12 個除數。

【0045】 該分面鏡特別為該第二琢面元件的構造物，其可特別為一鏡面反射器的構造物。在後者配置在該照明光學總成的光瞳平面內之案例中，該反射鏡也指定為一光瞳分面鏡。

【0046】 本發明的進一步目的為改善一投影曝光裝置的照明系統、一投影曝光裝置的光學系統以及一投影曝光裝置。藉由一對應系統以及一對應裝置包含根據上述的一照明光學總成，可分別達成這些目的。從已經針對該照明光學總成所做的說明可證明該等優點。

【0047】 在一照明系統包含一已知輻射源的案例中，可特別明確決定該中間焦點內該照明輻射的該亮度分佈。根據上述的該照明光學總成，特

別是其設定，特別是該第一琢面元件的該等獨立反射鏡置換之設定，可針對此案例中該輻射源的特定細節來調整。

【0048】 本發明的進一步目的在於改善用於產生一微結構或奈米結構組件的方法，以及根據此方法產生的一組件。藉由提供依照上述一照明光學總成之事實，也可達成這些目的。從這些已經說明的目的，再次證實這些優勢。

【圖式簡單說明】

【0049】 從示範具體實施例的描述並參照附圖，就可了解本發明的進一步優點、細節與詳情，其中：

【0050】 圖 1 顯示用於 EUV 微影蝕刻，包含一輻射源、一照明光學總成以及一投影光學總成的投影曝光裝置之子午線剖面細部圖，

【0051】 圖 2 顯示根據圖 1 中該照明光學總成之內，從一中間焦點通過配置在一物體平面內的光罩看過去，照明輻射的已選取個別射線光束路徑之中的子午線剖面圖，

【0052】 圖 3 顯示來自依照圖 2 中該等照明通道之一者的該光束路徑之放大摘要，

【0053】 圖 4 顯示依照圖 3 在該第一琢面的該等獨立反射鏡置換之後的圖式，

【0054】 圖 5 顯示在依照圖 3 中該光束路徑的案例中，該等第二琢面之一者的區域內一亮度分佈之圖解圖，

【0055】 圖 6 顯示依照圖 4 中該光束路徑的對應圖式，

【0056】 圖 7 顯示在依照圖 5 中一亮度分佈案例中，一第二琢面的該

等獨立反射鏡每一者之正常平均功率密度圖式，

【0057】 圖 8 顯示依照圖 6 中一亮度分佈的對應圖式，

【0058】 圖 9 圖解顯示關於一預定傳輸(y 軸)與電漿影像大小(x 軸)的該已吸收功率密度可達成降幅之間關係的示範說明圖式，

【0059】 圖 10 顯示在較大虛擬第二琢面案例中依照圖 9 之圖式，

【0060】 圖 11 圖解顯示將具有 24x24 微反射鏡的一模組多反射鏡元件細分成虛擬第二琢面，其中該等獨立琢面具有不同形狀，

【0061】 圖 12 顯示用於依照圖 11 中該等虛擬第二琢面分類的一 y 雙極照明設定之一極的圖解圖，以及

【0062】 圖 13 顯示對應至圖 4 用於解釋該第一琢面的該等獨立反射鏡有利傾斜之圖解圖。

【實施方式】

【0063】 圖 1 內詳細例示並且從中間剖開，用於微影蝕刻的投影曝光裝置 1 具有一輻射光源 2 用於照明輻射 3。該輻射源為一 EUV 輻射源，產生波長範圍介於 5 nm 與 30 nm 之間的光線。此可為雷射產生電漿(LPP)光源、放電產生電漿(DPP)光源或同步輻射型光源，例如自由電子雷射(free electron laser，簡稱 FEL)。

【0064】 針對引導照明輻射 3，從輻射源 2 出發，使用一轉換光學總成 4。後者具有一收集器 5，在圖 1 內只例示有關其反射效果，以及具有一第一分面鏡 6，其也指定為轉換分面鏡或場分面鏡，或一般稱為第一琢面元件。照明輻射 3 的一中間焦點 ZF 配置在收集器 5 與轉換分面鏡 6 之間。在

中間焦點 ZF 區域內照明輻射 3 的數值孔徑為例如 $NA = 0.182$ 。一第二分面鏡 7，也稱為第二琢面元件，位於第一分面鏡 6 的下游，如此就是轉換光學總成 4 的下游。光學組件 5 至 7 為投影曝光裝置 1 的照明光學組件 11 之零件。

【0065】 照明光學總成 11 搭配輻射源 2，形成一照明系統 20 的一部分。

【0066】 第一分面鏡 6 配置在照明光學總成 11 的一場平面內。

【0067】 在照明光學總成 11 的一個具體實施例內，第二分面鏡 7 配置在或在照明光學總成 11 的一光瞳平面之區域內，然後也可稱為光瞳分面鏡。在進一步具體實施例內，照明光學總成 11 的第二分面鏡 7 也配置在距離照明光學總成 11 的光瞳平面一段距離之位置上。這種具體實施例也指定為鏡面反射器。原則上，一光瞳平面內第二分面鏡 7 的配置為該鏡面反射器的特殊案例。不過為了有更好的概念界定，此後鏡面反射器一詞專屬於與該光瞳平面或照明光學總成 11 的光瞳平面相距一距離的第二分面鏡 7 之配置。為了簡化起見，將第二分面鏡 7 指定為不受限於照明光學總成 11 之內特定配置的一般案例。

【0068】 一光罩 12 位於照明輻射 3 的光束路徑內第二分面鏡 7 之下游內，該光罩配置在投影曝光裝置 1 的一下游投影光學總成 10 之物體平面 9 之內。投影光學總成 10 以及底下所描述進一步具體實施例的投影光學總成在每一案例中都為一投影透鏡。照明光學總成 11 用來以定義的方式，照明物體平面 9 內光罩 12 上的一物場 8。物場 8 同時構成照明光學總成 11 的一照明場。一般而言，適用於以物場 8 配置在該照明場內的方式來形成該

照明場。

【0069】 第二分面鏡 7，像是第一分面鏡 6，為照明光學總成的一光瞳照明單元之零件，並且用來以具有預定光瞳亮度分佈的照明輻射 3，來照明投影光學總成 10 的入射光瞳。投影光學總成 10 的入射光瞳可配置在物場 8 的該照明光束路徑上游內或物場 8 的下游內。

【0070】 在照明光學總成 11 包含配置在一光瞳平面內的一光瞳分面鏡 7 之具體實施例案例中，該光瞳平面可透過一下游轉換光學總成，成像至該投影光學總成 10 的該入射光瞳內。另外，照明預定義分面鏡 7 也可配置在投影光學總成 10 的該入射光瞳之該光瞳平面內。在當成鏡面反射器的具體實施例案例中，這種轉換光學總成並非必須並且不重要，原則上，無論投影光學總成 10 的該入射光瞳是否配置在物場 8 的該照明光束路徑上游或物場 8 下游。

【0071】 為了幫助呈現位置關係，此後都使用笛卡爾 xyz 座標系統。該 x 方向垂直於圖 1 繪圖平面，該 y 方向朝向圖 1 右方，該 z 方向朝向圖 1 下方。圖式內使用的座標系統將 x 軸線繪製成彼此平行。在考量之下，該座標系統的 z 軸線方向遵循圖式之內輻射 3 的個別原則方向。該 y 方向與掃描光罩 12 的該掃描方向平行。

【0072】 物場 8 具有弓形或部分圓形的形狀，並且由兩相互平行的圓弧以及兩直線邊緣所界定，其中該等邊緣往該 y 方向具有長度 y_0 ，並且往該 x 方向彼此相距一距離 x_0 。長寬比 x_0/y_0 為 13 比 1。圖 1 內的插圖顯示物場 8 的平面圖，此圖並未依照比例。一邊界形狀 8a 為弓形。在替代與可能的物場 8 內，該邊界形狀為矩形，具有長寬比 x_0/y_0 。

【0073】 在圖 1 內只詳細顯示一部分投影光學總成 10。例示投影光學總成 10 的一物場側數值孔徑 13 以及一影像場側數值孔徑 14。在投影光學總成 10 的指示光學組件 15、16 之間，該等組件可具體實施為例如反射照明輻射 3 的反射鏡，然後可有另外的投影光學總成 10 之光學組件—圖 1 內未顯示，用於引導光學組件 15、16 之間的照明輻射 3。

【0074】 投影光學總成 10 將物場 8 成像至一晶圓 19 上一成像平面 18 內的一像場 17 之內，該晶圓，像是光罩 12，由一固定器所承載(未列出更具體細節)。該光罩固定器與該晶圓固定器都可藉由對應的置換驅動器，往該 x 方向與該 y 方向位移。

【0075】 該 y 方向特別與該掃描方向平行。

【0076】 第一分面鏡 6 具有多個第一琢面 21_i 。第一琢面 21_i 可置換至不同置換位置，也稱之為可切換第一琢面 21_i 。

【0077】 在每一案例中，第一琢面 21_i 由多個可置換獨立反射鏡 31 所形成。獨立反射鏡 31 可特別為微反射鏡，也就是說邊緣長度在微米範圍內的反射鏡。不過，獨立反射鏡 31 也可有最多幾毫米的邊緣長度。

【0078】 獨立反射鏡 31 特別具體實施為一微機電系統(MEMS)，而該系統可具體實施為一多反射鏡陣列(MMA) 32。

【0079】 第一分面鏡 6 可特別包含多個模組 MMA 32。

【0080】 獨立反射鏡 31 在每一案例中都可置換，特別具有至少兩個自由度，特別是至少兩個傾斜自由度。有關獨立反射鏡 31 以及特別是多反射鏡陣列 32 內獨立反射鏡的配置之細節，請參閱 DE 10 2011 006 100 A1。

【0081】 第一琢面 21 由多個獨立反射鏡 31 所形成。特別是牽涉到虛

擬第一琢面。將獨立反射鏡 31 分組來形成獨立第一琢面 21 可彈性變化。

【0082】 從第一琢面 21_i ，在根據圖 2 的 yz 截面圖內圖解例示一條總共有九個第一琢面 21_i 的線，在圖 2 內該等第一琢面由左至右的索引編號為 21_1 至 21_9 。實際上，第一分面鏡 6 具有顯著更多的琢面 21_i 。

【0083】 在該照明光學總成包含配置在一光瞳平面內一第二分面鏡 7 之具體實施例案例中，第一琢面 6 的一 x/y 長寬比至少等於物場 8 的該 x/y 長寬比。

【0084】 第一琢面 6 在該 x 方向內具有 70 mm 的範圍，並且在該 y 方向內具有大約 4 mm 的範圍。

【0085】 每一案例內的第一琢面 6 都透過一照明通道引導一比例的照明輻射 3，用來照明物場 8 一部分或全部。

【0086】 第二分面鏡 7 包含多個第二琢面 25。第二琢面 25 可置換，特別具有至少兩個置換自由度，特別是至少兩個傾斜自由度。

【0087】 第二分面鏡 7 包含具有複數個模組多反射鏡元件 34，也稱為磚，的一多反射鏡陣列 33。

【0088】 多反射鏡元件 34 特別可具體實施為 MEMS，特別是一 MEMS-MMA，其結構性構造可對應至第一分面鏡 6 的該等多反射鏡元件之結構，對應至所做參考的說明。相關細節，請再次參閱特別是 DE 10 2011 006 100 A1。

【0089】 第二琢面 25 特別為由多反射鏡元件 34 的多個獨立反射鏡 35 所形成之虛擬琢面。

【0090】 在此案例中，複數個第二琢面 25 可形成於單一多反射鏡元

件 34 上。第二琢面 25 特別是並不超越多反射鏡元件 34 之一者的邊緣。在每一案例中，多反射鏡元件 34 特別包含一特定數量的琢面 25_i，底下有多反射鏡元件 34 細分形成第二琢面 25 的更詳細說明。

【0091】 為了形成照明通道，將個別第一琢面 21_i 之一者指派給個別第二琢面 25_i 之一者。用於定義該等照明通道，將第一琢面 21_i 指派至第二琢面 25_i，特別預定於晶圓 19 曝光之前。

【0092】 在該照明光學總成包含一第二分面鏡 7 (鏡面反射器，未配置在一光瞳平面上)的變化案例中，第一琢面 21_i 都已對齊，如此實現第二分面鏡 7 具有一預定邊界形狀的照明，以及第一琢面 21_i 的預定指派至第二分面鏡 7 的第二琢面 25_i。針對第二分面鏡 7 與投影光學總成 10 的具體實施例之進一步細節，請參閱 WO 2010/099 807 A。

【0093】 圖 2 內例示第一琢面 21_i 預定指派至第二琢面 25_i 的一個範例。分別指派至第一琢面 21₁ 至 21₉ 的第二琢面 25_i 會根據此指派來編號，根據此指派以 25₆、25₈、25₃、25₄、25₁、25₇、25₅、25₂ 和 25₉ 的順序，由左至右照明第二琢面 25_i。

【0094】 具有索引 6、8 和 3 的琢面 21_i、25_i 形成三個照明通道 VI、VIII 和 III。琢面 21_i、25_i 的索引 4、1 和 7 屬於另外三個照明通道 IV、I、VII。琢面 21、25 的索引 5、2 和 9 屬於另外三個照明通道 V、II、IX。

【0095】 透過第一分面鏡 6 與第二分面鏡 7 的物場 8 之照明可用鏡面反射器的方式來執行，該鏡面反射器的原理來自於 US 2006/0132747 A1。

【0096】 底下將用不同說法說明照明光學總成 11，特別是琢面 21_i、25_i 的分面鏡 6、7，的某些態樣。

【0097】 照明光學總成 11 特別是一琢面照明光學總成 11，特別是一雙琢面照明光學總成 11，使用來自輻射源 2 的照明輻射 3 照明物場 8。

【0098】 第一分面鏡 6 可配置在一場平面內，也就是說在與關於要照明的物場 8 共軛之照明光學總成 11 的平面內。因此，也可指定為場分面鏡。第一琢面 21_i 也據此指定為場琢面。場琢面 21 用於將該中間焦點 ZF 成像至該個別指派的第二琢面 25_i 之上。第二琢面 25_i 接著用來將個別第一琢面 21_i 成像至光罩 12 之上。

【0099】 第二分面鏡 7 可配置在照明光學總成 11 的一光瞳平面內。在此案例中，與第一分面鏡 6 一起形成一複眼聚光器。

【0100】 一般而言，兩分面鏡 6、7 並不需要位於分別與投影光學總成 10 的一場平面和光瞳平面共軛之平面內。兩分面鏡 6、7 的一般配置也指定為鏡面反射器。此後鏡面反射器一詞特別指定其中第一分面鏡 6 配置在一場平面內，但是第二分面鏡 7 不配置在一光瞳平面內，而是其間有一距離之配置。

【0101】 較佳地是，第一分面鏡 6 包含一多反射鏡陣列 32 形式的多個獨立反射鏡 31。獨立反射鏡 31 特別是可置換。如此可讓第一琢面 21_i 彈性指派至第二琢面 25_i ，用來形成照明通道，特別是用於設定一預定照明設定。於此案例中，一照明設定應特別標註，光罩 12 上一照明角度分佈的預定義，也就是說一照明光瞳的預定義。

【0102】 第二琢面 25_i 分別將第一琢面 21_i 成像至光罩 12。第二琢面 25_i 較佳可切換。第二分面鏡 7 特別包含多個獨立反射鏡 35。獨立反射鏡 35 特別是可置換。特別具有至少兩個置換自由度，特別是至少兩個傾斜自由

度。

【0103】 第二分面鏡 7 的獨立反射鏡 35 特別具體實施為一多反射鏡元件 34，其也指定為一磚。多反射鏡元件 34 包含多個獨立反射鏡 35，特別是微反射鏡的形式。後者可彈性分組形成第二琢面 25_i ，因此針對其零件也指定為虛擬琢面。

【0104】 較佳是，第二分面鏡 7 上該中間焦點 ZF 的影像經過選擇，如此並不延伸，或以任何速率稍微延伸，超過該已指派虛擬第二琢面 25_i 的邊緣，特別是超過多反射鏡元件 34 的邊緣。在此方面，可預定該延伸，如此該中間焦點 ZF 的影像可最大投影超過該等虛擬第二琢面，特別是超過個別多反射鏡元件 34 的邊緣。藉由範例，可預定允許該中間焦點 ZF 的影像投影超過個別第二琢面 25_i ，特別是超過個別多反射鏡元件 34 的邊緣，最多到照明輻射 3 的至多 30%、特別是至多 20%、特別是至多 10%、特別是至多 5%、特別是至多 1%之範圍，變成位於該虛擬第二琢面之外，特別是在多反射鏡元件 34 的包圍之外，因此不會照明物場 8。

【0105】 輻射源 2 可具有非常高的輸出功率，輻射源 2 的輸出功率可具有特別是至少 100W、特別是至少 300W、特別是至少 500W、特別是至少 1000W、特別是至少 2000W、特別是至少 3000W，這具有照明系統 20 的該等光學組件承受劇烈熱負載之效果。特別是若輻射源 2 具有大光譜頻寬，就是這種情況，就如同例如 LPP 和 DPP 輻射源之案例。

【0106】 特別是在第二琢面 25_i 的該區域內，特別是在形成第二琢面 25_i 的獨立反射鏡 35 之該區域內，可發生高熱負載，該熱負載必須由個別琢面 25_i 散熱，特別是其獨立反射鏡 35。

【0107】 根據本發明，應瞭解的是，確定獨立反射鏡 35 的該熱負載，特別是平均熱負載及/或最大熱負載，並未超過一預定最大值有其好處。結果特別是可降低永久受損的風險。

【0108】 根據本發明，進一步應瞭解的是，形成個別第二琢面 25_i 的獨立反射鏡 35 不均勻的熱負載發生於第二琢面 25 不均勻照明之案例中。藉由圖 3 內的範例來描述。如藉由圖 3 內的範例所例示，該中間焦點 ZF 內一已知亮度分佈 36 利用第一琢面 21_i 之一者的獨立反射鏡 31 成像至相關第二琢面 25_i 上，特別是該獨立反射鏡 35 上。在此案例中，第一琢面 21_i 的每一獨立反射鏡 31 都將該中間焦點 ZF 的亮度分佈 36 成像至第二琢面 25_i 上。若該第二琢面 25_i 的該區域內該中間焦點 ZF 的影像都完美重疊，則導致亮度分佈 37 大體上具有與亮度分佈 36 相同的形狀。亮度分佈 37 具有一最大 I^* 。第二琢面 25_i 區域內照明輻射 3 的平均亮度以圖解指示並指定為 I_m 。

【0109】 這具有該獨立反射鏡或獨立反射鏡 35*，精準位於亮度分佈 37 的該最大 I^* 之區域內，受到特定較高亮度撞擊，並且與之相關，具有特定較高熱負載超過其他獨立反射鏡 35，特別是在第二琢面 25_i 邊緣上的獨立反射鏡 35 之效果。

【0110】 根據本發明，應瞭解的是，第二琢面 25_i 上該中間焦點 ZF 的影像，也就是說輻射源 2 的影像，由許多獨立影像所構成之事實，如此可用來降低第二琢面 25_i 的該區域內照明輻射 3 之最高亮度，特別是在獨立反射鏡 35 之上。圖 4 內圖解例示根據本發明的原理。圖 4 內圖解例示的初始情況對應於圖 3 內所例示的情況。如藉由圖 4 內的範例所例示，針對第一琢面 21_i 的獨立反射鏡 31 之每一者的提供仍舊變成位於該個別預定的一

個第二琢面 25_i 上，而是用於要相對彼此位移的該等獨立反射鏡。結果可達成的為在第二琢面 25_i 區域內，照明輻射 3 的亮度分佈 37 之最大亮度 I^* 下降相當可觀，而該平均亮度 I_m 大體上維持恆等。

【0111】 換言之，可大幅降低虛擬第二琢面 25_i 上照明輻射 3 的最高功率密度，在處理期間透過虛擬第二琢面 25_i 的邊緣，特別是透過形成第二琢面 25_i 的獨立反射鏡 35 之群組織邊緣，特別是透過多反射鏡元件 34 的邊緣，遺失不超過照明輻射 3 的一預定最高允許比例。

【0112】 此後，參閱圖 5 至圖 8 再次解釋根據本發明用於設定照明光學總成 11，特別是用於設定第一琢面 21_i 的獨立反射鏡 31 之方法。

【0113】 圖 5 圖解顯示形成第二琢面 25_i 之一者的獨立反射鏡 35 群組之平面圖。獨立反射鏡 35 為多反射鏡元件 34 之一者的零件。以下對於第二琢面 25_i 配置在多反射鏡元件 34 上有更充分且詳細的說明。圖 5 圖解說明將亮度分佈 37 特徵化的等亮度線 38。在此案例中，針對每一等亮度線 38，以數值指示有關個別第二琢面 25_i 的區域內最大亮度 I^* 之百分比。

【0114】 圖 7 內再生依照獨立反射鏡 35 分散的圖 5 中該亮度分佈表示。在此案例中，該數值再生個別獨立反射鏡 35 上的個別平均亮度 I ，其中該值標準化為最大亮度 $I^* = 100$ 。

【0115】 由第二琢面 25_i 完整反應的輻射功率與圖 7 內所指示亮度值總和成比例。

【0116】 圖 6 和圖 8 針對圖 4 內圖解例示的情況，再生對應至圖 5 和圖 7 內的代表。在此案例中，圖 6 內的標準化精確對應至圖 5 內的標準化，並且圖 8 內的標準化精確對應至圖 7 內的標準化。藉由來自圖 8 的證

實，利用傾斜第一琢面 21_i 的獨立反射鏡 31，以及第二琢面 25_i 的該區域內中間焦點 ZF 之影像彼此相對的結果位移，可將獨立反射鏡 35 之上的最高亮度平均降低 37%。輻射功率的相關損失可限制在低於 10%。

【0117】 底下藉由範例，根據參閱圖 9 和圖 10 的第二分面鏡 7 之兩特定設計，來解釋本方法的潛在用法。這些圖式藉由範例來例示，第二琢面 25_i 的獨立反射鏡 35 區域內的該最大亮度會隨第二琢面 25_i 的該區域內亮度分佈 37 中最大值一半 σ 上之最大可能幾何透光度 T_{geom} (y 軸) 以及完整寬度而變。

【0118】 在此案例中，應了解該幾何透光度 T_{geom} 表示撞擊第二琢面 25_i 的能量比率以及該已指派中間焦點影像之總能量。因為獨立反射鏡 35 之間的距離，所以 T_{geom} 的最大可能值總是小於 1。在該中間焦點 ZF 的影像位移案例中進一步降低此值，因為有一部分照明輻射 3 橫向落在第二琢面 25_i 的邊緣之外。

【0119】 圖 9 藉由範例例示利用在多反射鏡元件 34 上分組成 8×8 獨立反射鏡 35，來形成第二琢面 25_i 的案例。虛擬第二琢面 25_i 具有 $5.5 \times 5.5 \text{ mm}^2$ 的大小。

【0120】 在圖 10 中例示的案例中，利用在多反射鏡元件 34 上分組成 12×12 獨立反射鏡 35 來形成虛擬第二琢面 25_i 。其面積為 $7 \times 7 \text{ mm}^2$ 。

【0121】 有關圖式的比例，應注意的是，在圖式的上緣已經手動移除確實重疊的該中間焦點 ZF 之所有影像，以便簡化圖式。此案例實踐上並不會發生，因為會模糊目前的實例。

【0122】 圖式的個別上緣代表個別第二琢面 25_i 上該中間焦點 ZF 的

所有影像都置中排列之案例。右上角留白，因為針對已知來源大小，並未實現對應幅度的傳輸，因為大多能量已經入射在該等微反射鏡之間或超過虛擬琢面 25。

【0123】 因為淹沒虛擬琢面 25_i 所以第二琢面 25_i 上該中間焦點 ZF 的影像位移，如此總是導致輻射耗損，也就是說幾何透光度 T_{geom} 降低。在圖 9 和圖 10 內以平行於該 y 軸往下降值的方向移動，就可再生此效果。

【0124】 如從圖 9 和圖 10 可定性看出，根據本發明的方法潛在取決於第二琢面 25_i 的區域內該中間焦點 ZF 影像的大小，特別是亮度分佈 37 的最大值 σ 一半上之全寬。

【0125】 該中間焦點 ZF 內輻射源 2 的影像越小，就越能夠降低第二琢面 25_i 的區域內之最大亮度，而不會導致幾何透光度 T_{geom} 大幅降低，特別是反射的照明輻射 3 大幅耗損。相較之下，較大的輻射源顯示比較不可能維持少量輻射耗損。

【0126】 若考量到例如影像在該中間焦點 ZF 內一半最大值 $\sigma = 0.7$ mm 上具有全寬之輻射源，在圖 9 內例示的變化案例中，則功率密度下降 50% 會伴隨大約 10% 的輻射耗損，而在根據圖 10 中變化案例的輻射耗損在最大亮度降低 50% 之下則只有大約 1%。

【0127】 在此應點出第二琢面 25_i 上該中間焦點 ZF 的影像位移導致該光瞳照明移動，也就是說該電漿影像的光瞳座標的移動隨該場座標而變。不過，因為該光瞳斑點以概念支配的方式執行場座標移動，這在目前的情況下並無問題。

【0128】 更進一步應注意的是，虛擬第二琢面 25_i 上該中間焦點 ZF

的影像位移並不需要提供給所有該等照明通道。這種位移只特別提供給造成獨立反射鏡 35 之至少一者上的最大亮度，就是上面一預定允許最大值 $I_{\max}$ ，之該等照明通道，也就是導致該獨立反射鏡 35 的不允許高熱負載。特別是並未針對所有該等照明設定以相同方式進行位移。進一步應瞭解的是，因此盡可能讓虛擬第二琢面 25_i 的大小有彈性是有好處的。這在下文中有更清楚且詳細說明。

【0129】 上述潛在用於降低形成虛擬第二琢面 25_i 的獨立反射鏡 35 之熱負載，如藉由範例參閱圖 9 和圖 10 的說明，取決於虛擬第二琢面 25_i 之大小，也就是說取決於多反射鏡元件 34 分成形成虛擬第二琢面 25_i 的獨立反射鏡 35 之群組。在此案例中，應該考慮到虛擬第二琢面 25_i 並不要投影超過多反射鏡元件 34 之一者的邊緣。再者，要以盡可能連續的方式用虛擬第二琢面 25_i 覆蓋多反射鏡元件 34。換一種方式，因為雜散光的傳輸與風險，只允許整個電漿影像位於一個多反射鏡元件 34 內，並且盡可能密集堆疊。為了增加多反射鏡元件 34 分成虛擬第二琢面 25_i 的彈性，因此要以此細分盡可能有許多不同可能性之方式來標註多反射鏡元件 34。若假設所有虛擬第二琢面 25_i 都具有一致的尺寸，則在每一案例中都單獨預定多反射鏡元件 34 如何區分成虛擬琢面 25_i 的不同可能性數量。若每多反射鏡元件 34 的獨立反射鏡 35 之數量精確為例如 $2^n \times 2^n$ ，則代表性虛擬第二琢面 25_i 的可能性可根據有限維度群組的代表理論而不可縮減。有利地，多反射鏡元件 34 的獨立反射鏡 35 之行及/或欄數量經過選擇，如此與之無關，也就是說形成虛擬琢面 25_i 的獨立反射鏡 35 之分組可能性可縮減。

【0130】 其具有優點，特別是選擇多反射鏡元件 34 的獨立反射鏡 35

之行及/或欄數量，如此具有至少兩不同的質因數，特別是二與三個。行與欄的數量是有利的，其中有盡可能多的除數，特別是盡可能多個比例接近一之除數。

【0131】 行及/或欄的數量特別經過選擇，如此具有特定多的除數。這樣增加該多反射鏡陣列不間斷分裂的靈活性，特別是分裂成一致的部份場。在一反射鏡陣列最多具有 100 行及/或欄的案例中，行及/或欄的數量可特別為 12、18、20、24、28、30、32、36、40、42、44、45、48 或 60。該等值 12、24、36、48 或 60 為特定較佳。在每一案例中，最小的整數分別具有至少 6、8、9、10 與 12 個除數。

【0132】 利用允許非方形的形狀，則可達成虛擬第二琢面 25_i 大小的較細座標。

【0133】 在矩形、非方形第二琢面 25_i 的案例中，最好將之排列，如此其較大範圍處與該掃描方向垂直。特別是若所要的光瞳形狀構成部分區域在該 x 方向內有較大範圍時，就會發生高熱負載的問題，例如在 y 雙極形式的照明設定案例中。在此案例中，該照明斑點可往該 x 方向傳播，這並無重大缺點。再者，在鏡面反射器的案例中，該等照明通道因為該掃描程序，所以在該掃描方向內有較大光瞳範圍。因此也指定為桿光瞳。

【0134】 底下參閱圖 11 和圖 12，說明多反射鏡元件 34 之一者細分成虛擬琢面 25_i 的一個範例。根據圖 11 的多反射鏡元件 34 為具有在微反射鏡形式之下 24×24 個獨立反射鏡 35 之磚。獨立反射鏡 35 在每一案例中可具有 $0.6 \times 0.6 \text{ mm}^2$ 的尺寸。相鄰獨立反射鏡 35 之間的距離為 0.04 mm 。

【0135】 多反射鏡元件 34 包含四行，每一行都具有六個方形虛擬第

二琢面 25_i ，而每一琢面在每一案例中都由 4×4 個獨立反射鏡 35 形成。

【0136】 兩行具有矩形、非方形虛擬琢面 25_i ，具有 4×6 個獨立反射鏡 35 的大小，置中排列在具有方形琢面 25_i 的兩行之間。

【0137】 若中央虛擬琢面 25_i ，因為其在一鏡面反射器的第二分面鏡 7 上之位置，必須照明物場 8 內特別大的部份場，因此要承受劇烈熱負載時，這種細分就特別有利。因為在 x 方向內有較大範圍，所以就有可能在該等琢面 25_i 上亮度分佈 37 有較大位移以及較大溢出。

【0138】 一般而言，琢面 25_i 在第二分面鏡 7 的中央區域內大於邊緣區域，特別是在該光瞳的中央區域內。一般而言，第二分面鏡 7 的琢面 25_i 可具有不同大小。特別是，在第二分面鏡 7 的第一區域內大於第二區域內。該大小差異特別是第二分面鏡 7 的最小琢面 25_i 大小之至少 10%、特別是至少 30%、特別是至少 50%、特別是至少 100%。

【0139】 圖 12 藉由物場 8 內該光瞳的影像範例來例示。獨立光瞳斑點 39 以拉長、桿形方式來具體實施，光瞳斑點 39 並不位於方格之內。

【0140】 本發明提供用於具有大體上一致 y 座標，進行大體上一致分類的所有虛擬琢面 25_i 。結果可避免該光瞳內的場相依性。

【0141】 藉由範例，圖 11 和圖 12 利用該中間焦點 ZF 的三個影像，例示虛擬第二琢面 25_i 每一者的照明。在每一虛擬第二琢面 25_i 上該中間焦點 ZF 的實際影像數量可明顯較高。

【0142】 為了降低該熱負載，該中間焦點 ZF 的影像往該 x 方向彼此相對位移，也就是說彼此相對偏離。在較小方形第二琢面 25_i 的案例中，偏離程度小於中央、較大、矩形、非方形琢面 25_i 的案例。

【0143】 等亮度線 38 再次描述來闡明該中間焦點 ZF 的影像。圖 11 內再生的數值指出在每一案例中，該最大亮度的亮度百分比。

【0144】 而該 y 方向內的其他位移是有可能的，不過為了簡化起見而未例示。

【0145】 圖 12 例示 y 雙極當中的一極，用於根據圖 11 將多反射鏡元件 34 分類成虛擬琢面 25_i 。

【0146】 在多反射鏡元件 34 中央內的矩形琢面 25_i 具有桿形光瞳斑點 39 在該極的中央區域內進一步遠離的效果，特別是在其 x 範圍最大之處。如此，亮度降低。

【0147】 因為屬於圖 11 內該中央焦點 ZF 影像的第一琢面 21_i 之獨立反射鏡 31 位於該掃描方向內不同的 y 位置上，屬於個別獨立反射鏡 31 的光瞳斑點 39 會在該 y 方向內彼此相對位移。取代由三個重疊光瞳斑點 39 所形成的一單獨、長、垂直、桿形光瞳斑點，光瞳斑點 39 往該 x 方向偏離，一起像是一旋轉桿，也就是說具有一桿形，旋轉外封套。

【0148】 在此案例中，旋轉方向經過調整，如此面向該極的形狀。結果，可改善該極的填滿。該等中央桿特別以較大範圍旋轉，因為虛擬第二琢面 25_i 上該中央焦點 ZF 的相關影像往該 x 方向位移至較大範圍。

【0149】 在該 y 方向內的位移以及獨立光瞳斑點 39 的形狀在所有點上都一致，特別是虛擬第二琢面 25_i 上該中央焦點 ZF 的影像在每一案例中都一致。第一琢面 21_i 以及獨立反射鏡 31 的大小在每一案例中也一致。因此牽涉到一個同心光瞳。

【0150】 下面將參考圖 13 來說明本發明的進一步態樣。因此規定，

特別是用於將第一琢面 21_i 的獨立反射鏡 31 所產生的該影像徑向配置在第二琢面 25_i 上。

【0151】 結果，可穩定照明系統 20 相對於輻射源 2 的干擾，特別是飄移或擺動形式的穩定性。藉由範例，若輻射源 2 移動，如此在虛擬第二琢面 25_i 一邊上該中間焦點 ZF 的最外面影像進一步滑出該邊緣，並且結果失去照明物場 8 的照明輻射 3，則在同時，抓取第二琢面 25_i 相對邊上該中間焦點 ZF 的影像至較大範圍。若該中間焦點 ZF 的局部影像彎曲度不大，則所能達到的成果為物場 8 內的該掃描積分保持至少幾乎不變。

【0152】 較佳是，由第一琢面 21_i 之一者中相鄰成像進入光罩 12 的兩獨立反射鏡 31 所反射的照明輻射 3 之功率大體上一致。其指派至第二琢面 25_i 之一者，特別是已樞轉，如此在該第二琢面 25_i 的區域內該亮度之個別變化與輻射源 2 的移動大體上相互抵消。結果可達成特別光滑的亮度外型路徑，特別是特別均勻的光罩 12 之照明。

【0153】 換言之，藉由第二琢面 25_i 上該中間焦點 ZF 影像的目標配置，非所要、高度干擾局部劑量誤差的影響可減少，特別是可避免。

【0154】 另一個可能性為選擇垂直第二琢面 25_i 上該中間焦點 ZF 的獨立影像之位移，如此減少桿形光瞳斑點 39 的長度。再者，該結果桿形光瞳斑點可旋轉，如此其至少在該光瞳的邊緣上正琢面向該光瞳邊界。

【0155】 根據本發明的進一步態樣，規定調整第二琢面 25_i 上該中間焦點 ZF 的影像偏移之絕對值，也就是說個別亮度分佈 37 的溢出程度，在每一案例中就是該個別照明通道的熱負載。針對具有低熱負載的虛擬第二琢面 25_i ，該等獨立影像只彼此相對稍微位移。也有可能完全不位移。在另

一方面，由非常多及/或非常高亮度的第一獨立反射鏡 31 所照明的第二琢面 25_i 之影像會彼此相對位移至一對應較大範圍。

【0156】 物場 8 內或該光瞳內的該等結果系統、長波變化，特別是物場 8 或該光瞳邊緣上的能量增加，可例如利用開啟或關閉，也就是說樞轉第一琢面 21_i 的獨立反射鏡 31 及/或藉由調整通道指派來補償。

【0157】 有關成像特性的穩定性與均勻性，本發明具有優點，取代在該第二琢面上靜態定位該中間焦點影像，以動態方式具體實施後者。在此案例中，在視場 17 內一點，也就是說晶圓 19 上的一點，的曝光期間之內，從掃描長度(該掃描方向內該照明場的範圍)與掃描速率的商得出，所有中間焦點影像位置應該至少掃過一次。有關該等第二琢面上該中間焦點影像的動態定位細節，請參閱 WO 2010/037 437 A1。

【符號說明】

- 1 投影曝光裝置
- 2 幅射光源
- 3 照明輻射
- 4 轉換光學總成
- 5 收集器
- 6 第一分面鏡；轉換分面鏡
- 7 第二分面鏡
- 8 物場
- 8a 邊界形狀
- 9 物體平面

- 10 下游投影光學總成
- 11 照明光學總成
- 12 光罩
- 13 物場側數值孔徑
- 14 影像場側數值孔徑
- 15 光學組件
- 16 光學組件
- 17 像場
- 18 成像平面
- 19 晶圓
- 20 照明系統
- 21_i 第一琢面
- 25_i 第二琢面
- 31 獨立反射鏡
- 32 多反射鏡陣列
- 33 多反射鏡陣列
- 34 多反射鏡元件
- 35* 獨立反射鏡
- 36 亮度分佈
- 37 亮度分佈
- 38 等亮度線
- 39 光瞳斑點

ZF 中間焦點

I~IX 照明通道

【生物材料寄存】

國內寄存資訊【請依寄存機構、日期、號碼順序註記】

國外寄存資訊【請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記】

【序列表】(請換頁單獨記載)

I680355

發明摘要

※ 申請案號：104128172

※ 申請日：104年8月27日

※IPC 分類：G03F 7/20 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

用於投影曝光裝置的照明光學總成

ILLUMINATION OPTICAL ASSEMBLY FOR A PROJECTION
EXPOSURE APPARATUS

【中文】

本發明說明揭示一種用於投影曝光裝置的一照明光學總成(11)，包含具有多個第一琢面(21_i)的一第一琢面元件(6)，其在每一案例中由多個可置換獨立反射鏡(31)所形成，以及包含具有多個第二琢面(25_i)的一第二琢面元件(7)。在此該第一琢面(21_i)的該等獨立反射鏡(31)之該等置換位置經過選擇，如此在該中間焦點(ZF)內一照明輻射(3)的一預定亮度分佈(36)之案例中，該第二琢面元件(7)的該琢面(25_i)之該區域內該照明輻射(3)具有一亮度分佈(37)，含一最大至多等於一預定最大亮度(I^*)，或大於該亮度分佈(37)的一平均值至多一預定因數或絕對值。

【英文】

An illumination optical assembly (11) for a projection exposure apparatus comprises a first facet element (6) having a multiplicity of first facets (21_i), which are formed in each case by a multiplicity of displaceable individual

mirrors (31), and a second facet element (7) having a multiplicity of second facets (25_i). Here the displacement positions of the individual mirrors (31) of the first facets (21_i) are chosen in each case in such a way that in the case of a predefined intensity distribution (36) of an illumination radiation (3) in an intermediate focus (ZF) the illumination radiation (3) in the region of the facets (25_i) of the second facet element (7) has an intensity distribution (37), with a maximum which is at most equal to a predefined maximum intensity (I^*) or which is greater than a mean value of the intensity distribution (37) by at most a predefined factor or absolute value.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：圖 4。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 3 照明輻射
- 6 第一分面鏡；轉換分面鏡
- 7 第二分面鏡
- 11 照明光學總成
- 21_i 第一琢面
- 25_i 第二琢面
- 31 獨立反射鏡
- 32 多反射鏡陣列
- 33 多反射鏡陣列
- 35* 獨立反射鏡
- 36 亮度分佈
- 37 亮度分佈

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無。

申請專利範圍

1. 一種用於一投影曝光裝置(1)的照明光學總成(11)，包含：

一第一琢面元件(6)，具有多個第一琢面(21_i)，該等琢面可置換進入不同的置換位置，以及

一第二琢面元件(7)，具有多個第二琢面(25_i)，

其中用照明輻射(3)照明一物場(8)的照明通道，由該第一琢面(21_i)之個別一者至該第二琢面(25_i)之個別一者的一指派來定義，

其中該第一琢面(21_i)在每一案例中由多個可置換獨立反射鏡(31)所形成，

其中該第一琢面(21_i)的該等獨立反射鏡(31)之每一者都可置換，如此在每一案例中在該個別指派第二琢面(25_i)上產生該中間焦點(ZF)的影像，

其中該第一琢面(21_i)的該等獨立反射鏡(31)之該等置換位置經過選擇，如此在該中間焦點(ZF)內該照明輻射(2)的一預定亮度分佈(36)之案例中，該第二分面鏡(7)的該琢面(25_i)之該區域內的該照明輻射(2)具有一亮度分佈(37)，含一最大值

其至多等於一預定最大亮度($I_{\max}$)或

其大於該亮度分佈(37)的一平均值(M)至多一預定因數或絕對值；

其中對於各個該至少一些該第二琢面，至少以下敘述事項之一成立：(i) 該第二琢面的大小為可變的；(ii) 該第二琢面的形狀為可變的。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之照明光學總成(11)，其特徵在於該第二琢面元件(7)包含具有複數個模組多反射鏡元件(34)的一多反射鏡陣列(33)，其中該等多反射鏡元件(34)在每一案例中都具有尺寸，至少等於該第二分面鏡(7)區域內該中間焦點(ZF)的該等影像之尺寸。
3. 如申請專利範圍第 2 項所述之照明光學總成(11)，其特徵在於一已知第一琢面(21_i)中複數個獨立反射鏡(31)的該等置換位置經過選擇，如此在該個別指派的第二琢面(25_j)上產生該中間焦點(ZF)之影像，其中這些琢面彼此最多偏移一最小絕對值。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之照明光學總成(11)，其特徵在於該第一琢面(21_i)之至少一者的該獨立反射鏡(31)已置換，如此在該中間焦點(ZF)內一已知亮度分佈之案例中，該對應第二琢面(25_j)上該中間焦點(ZF)的該影像之該亮度分佈(36)具有位於一半最大值上的一全寬，其至少大於該中間焦點(ZF)內該亮度分佈(37)的一半最大值上之全寬—以該照明光學總成(11)的一影像比例為比例。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之照明光學總成(11)，其特徵在於該第一琢面(21_i)的該等獨立反射鏡(31)已置換，如此一光瞳區域內的照明通道位於與一掃描方向垂直的一方向內一距離上，該距離取決於其在該掃描方向內的位置。

6. 一種用於設定如申請專利範圍第 1 至 5 項任一項所述之照明光學總成(11)之方法，包含以下步驟：

提供如申請專利範圍第 1 至 5 項任一項之照明光學總成(11)，

預定在該中間焦點(ZF)內的一亮度分佈(36)，

預定該第一琢面(21_i)的至少一子集之指派至該第二琢面(25_i)的至少一子集，用於形成照明通道，

預定一最大亮度($I_{\max}$)，允許其撞擊該等第二琢面(25_i)，

決定在該已知指派的案例中，撞擊該等第二琢面(25_i)的該亮度($I(\sigma)$)之分佈，

置換該等第一琢面(21_i)的該等獨立反射鏡(31)之子集，如此該等第二琢面(25_i)上的該亮度($I(\sigma)$)最多等於 $I_{\max}$ 。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其特徵在於預定一最小透光度($T_{\min}$)，這在該等獨立反射鏡(31)置換之後由該等第二琢面(25_i)所維持。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述之方法，其特徵在於根據要反射的一功率及/或一熱負載及/或一預定最小透光度($T_{\min}$)，選擇該等第二琢面(25_i)的大小。

9. 一種用於如申請專利範圍第 1 至 5 項任一項所述之投影曝光裝置(1)的一照明光學總成(11)之分面鏡(7)，其包含具有多個可置換獨立反射鏡(35)的一多反射鏡陣列(MMA)，其中該多反射鏡陣列(33)的該等獨立反

射鏡(35)之數量及配置經過選擇，如此將其分組來形成虛擬琢面(25_i)的可能性具有可還原之代表性。

10. 一種照明系統(20)，包含：

如申請專利範圍第 1 至 5 項任一項所述之照明光學總成(11)，以及
一輻射源(2)。

11. 一種光學系統，包含：

如申請專利範圍第 1 至 5 項任一項所述之照明光學總成(11)，以及
一投影光學總成(10)。

12. 一種投影曝光裝置(1)，包含：

如申請專利範圍第 11 項之一光學系統，以及
一輻射源(2)。

13. 一種用於生產一微結構組件之方法，該方法包含下列步驟：

提供一光罩(12)，

提供一晶圓(19)，其具有對該照明輻射(3)敏感的一塗層，

藉助於如申請專利範圍第 12 項之投影曝光裝置(1)，將該光罩(12)
的至少一區段投影至該晶圓(19)上，讓在該晶圓(19)上用該照明輻射(3)
曝光的該感光層顯影。