



(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 I534849 B

(45) 公告日：中華民國 105 (2016) 年 05 月 21 日

(21) 申請案號：104101464 (22) 申請日：中華民國 98 (2009) 年 04 月 15 日
 (51) Int. Cl. : H01J3/18 (2006.01) H01J37/10 (2006.01)
 (30) 優先權：2008/04/15 美國 61/045,243
 (71) 申請人：瑪波微影 I P 公司 (荷蘭) MAPPER LITHOGRAPHY IP B. V. (NL)
 荷蘭
 (72) 發明人：馬可羅 章 賈克 維藍 WIELAND, MARCO JAN-JACO (NL)；凡 賓 艾利克
 山德 亨卓克 文森 VAN VEEN, ALEXANDER HENDRIK VINCENT (NL)
 (74) 代理人：桂齊恆；閻啟泰
 (56) 參考文獻：
 TW 242702 US 5905267
 US 2004/0119021A1
 審查人員：劉守禮
 申請專利範圍項數：21 項 圖式數：19 共 55 頁

(54) 名稱

投影透鏡配置

PROJECTION LENS ARRANGEMENT

(57) 摘要

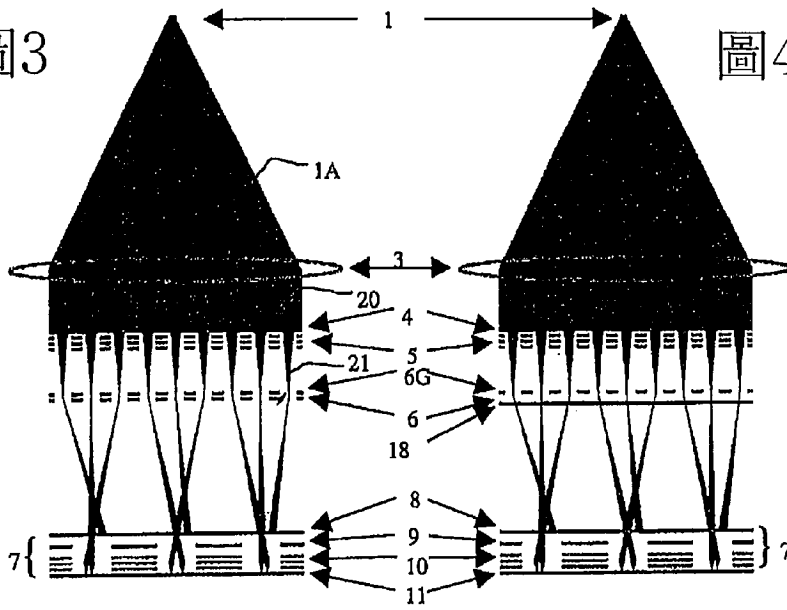
本發明是關於一種運用複數個小束以曝光目標之帶電粒子多小束系統。該種系統具有一帶電粒子源、一隙孔陣列、一小束操縱器、一小束遮沒器及一系列的投影透鏡系統。構成該帶電粒子源以產生一帶電粒子束。構成該隙孔陣列以界定將該產生的束分離成小束。構成該小束操縱器以會聚該等小束群朝向針對於各群的一共同會聚點。構成該小束遮沒器以於該等小束群中可控制遮沒之小束。最後，構成該系列的投影透鏡系統以投射該等小束群之未遮沒的小束至該目標之表面。該小束操縱器進而適以將該等小束群之各者朝向對應於該等投影透鏡系統之一者的一點會聚。

The invention relates to a charged particle multi-beamlet system for exposing a target using a plurality of beamlets. The system has a charged particle source, an aperture array, a beamlet manipulator, a beamlet blanker, and an array of projection lens systems. The charged particle source is configured to generate a charged particle beam. The aperture array is configured to define separate beamlets from the generated beam. The beamlet manipulator is configured to converge groups of the beamlets towards a common point of convergence for each group. The beamlet blanker is configured to controllably blank beamlets in the groups of beamlets. Finally, the array of projection lens systems is configured to project unblanked beamlets of the groups of beamlets on to the surface of the target. The beamlet manipulator is further adapted to converge each of the groups of beamlets towards a point corresponding to one of the projection lens systems.

指定代表圖：

圖3

圖4



符號簡單說明：

1 . . . 電子源

3 . . . 準直透鏡

4 . . . 隙孔陣列

5 . . . 透鏡陣列

6 . . . 小束遮沒器陣列

6G . . . 群偏轉器陣列

7 . . . 末端模組

8 . . . 束停止器陣列

9 . . . 束偏轉器陣列

10 . . . 投影透鏡配置

11 . . . 目標

20 . . . 電子束

21 . . . 小束

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)

投影透鏡配置

Projection Lens Arrangement

【技術領域】

【0001】 本發明關於一種用於帶電粒子多小束(multi-beamlet)系統(諸如：用於帶電粒子多小束平版印刷系統或檢查系統)之投影系統以及一種用於該投影系統之末端模組。

【先前技術】

【0002】 目前，大多數的商用平版印刷系統運用一遮罩作為一機構以儲存及複製用於曝光一目標(諸如：具有抗蝕(resist)塗層之一晶圓)的圖案(pattern)資料。於一種無遮罩的平版印刷系統，帶電粒子的小束是用以寫入圖案資料至目標。個別控制(例如：藉由將其個別為接通及切斷)該等小束以產生所需的圖案。針對於設計以操作在一商用可接受產量之高解析度的平版印刷系統，該等系統之尺寸、複雜度與成本成為障礙。

【0003】 用於帶電粒子多小束系統之一個設計型式是顯示例如於美國專利第5,905,267號，其中，將一電子束展開、準直且由一隙孔(aperture)陣列分割成為複數個小束。所得到的影像接著由一縮減電子光學系統縮減且投射至一晶圓。該縮減電子光學系統將所有小束一起聚焦且縮小，使得整組的小束成像且於尺寸上縮減。於此設計，所有小束相交在一共同交越處，其由於在該小束中的帶電粒子之間的交互作用而引入失真與解析度之降低。

【0004】 不具有這樣的共同交越之設計亦已經提出，其中，該小束個別聚焦且縮小。然而，當構成這樣的系統而具有大量的小束，提供用於個別控制各個小束的多個透鏡是不切實際。大量的個別控制透鏡之結構增加該系統之複雜度，且於該透鏡之間間距必須為充分以允許針對於各個透鏡之必要構件的空間及允許針對於各個透鏡之個別控制訊號的存取。這樣的系統之光學柱的較大高度造成數個缺陷，諸如：將維持增大之真空體積及針對於該小束之長路徑，其提高例如由該小束漂移所引起的對準誤差之效應。

【0005】 一種用於目標曝光之帶電粒子多束曝光裝置揭示於美國專利公告US2001/0004185。一種照明系統適以產生一電子束且將其形成一實質為遠心的束，以照明包含一隙孔陣列、遮沒器陣列與停止器陣列之一組件電子光學系統陣列。該等電子沿著個別的路徑傳播而通過該組件電子光學系統。一投影光學系統將所造成的小束投射至目標。照明系統與投影光學系統運用具有超過一個電子小束所共有的透鏡元件(所謂的巨集光學元件)之粒子光學透鏡。

【0006】 根據目前技術狀態之裝置典型包含一序列之二個所謂的對稱磁性偶極，其產生對於一組遠心束或小束之內的小束之二個共有交越。原則上，儘管上述的型式之多個柱可並排運用以提高容量，涉及於此系統型式的透鏡系統尺寸使得此解決方式不實用。

【0007】 如同自針對於帶電粒子系統之早期設計所習知，巨集光學組件之運用不允許該等小束直接行進於整個帶電粒子柱且使得該等小束之均勻控制更困難。針對於運用極大量的粒子小束之系統，該等設計鑒於諸如

重疊(overlay)與拼接(stitching)之操作的超高精密度需求而因此視為次最佳。甚者，應用針對於大量小束之個別調整的組件視為過度複雜。

【0008】 欲符合對於更小個節點(下個節點定義為一因數1.4或對2開平方根的較小尺寸)之要求，於帶電粒子系統需要藉一因數1.4降低光點尺寸，且需要加倍於系統的總電流。當藉一因數1.4降低光點尺寸，帶電粒子小束之一較小的點散佈函數(SPF, point spread function)需要維持曝光寬容度。歸因於較小的SPF，每個小束之電流藉一因數4下降，假定的是：每個束之電流由一系統常數C、一源亮度與該SPF之第四乘冪所定義。於目標(於諸多情形為一晶圓)之總電流應加倍以限制散粒(shot)雜訊，使得每平方臨界直徑之電子數目維持相同，而抗蝕層靈敏度應加倍，例如每平方公分自30至60微米。總括而言，為了維持產量，實現於帶電粒子平版印刷術之下一個技術節點所需的附加電流量需要系統常數C、於系統的束數目與源亮度之組合效應的八倍增大。儘管系統常數與源亮度可能僅變化至有限程度，然而於系統的小束數目可顯著提高。於處理晶圓(作為一目標)且達成至少例如每小時為十個晶圓的產量之一種實際實施，所需的小束之數目是數萬至數十萬之等級。

【0009】 對付針對於大量多重性的小束(每平方表面的小束)之該種需要、且亦對付於處理如同先前技術的共同交越所遭遇的像差而遭遇的困難之一種系統是已知於本案申請人名義之美國專利US 6,958,804號。由此件專利所界定之平版印刷系統允許維持於分離路徑之大量多重性的小束納入，即：無一共同交越，藉由實際應用陣列式的帶電粒子光學構件(諸如：靜電元件)於整個帶電粒子系統，包括投影零件。此於系統的帶電粒子柱之

佈局的此原則差異允許於系統的所有小束之適當控制且不需要如同先前技術所需之特定的調適以響應於巨集構件(諸如：巨集偏轉器)橫截面的場強度之差異。甚者，陣列式元件之應用至少較易於允許高頻的切換之應用，其中於巨集構件(諸如：巨集偏轉器)是困難(若非為不可能)。然而，甚至此技術面對關於每平方表面之投影透鏡系統的數目之限制，在於：每平方表面之透鏡系統的終極小型化與緊密分佈，實際問題遭遇於帶電粒子柱之後續投影透鏡元件的電場之閃光。

【0010】 現存的帶電粒子束技術適用於平版印刷系統，用於影像之相當粗略的圖案化，例如：達成90奈米及更高者之臨界尺寸，存在針對於改良性能之成長的需求。期望達成顯著較小的臨界尺寸(例如：22奈米)而且維持充分的晶圓產量(例如：每小時為10與60個晶圓之間)。

【發明內容】

【0011】 本發明意欲提出能夠達成較小的臨界尺寸(例如：22奈米)而且維持充分的晶圓產量(例如：每小時為10個與60個晶圓之間)之一種多小束帶電粒子平版印刷系統。構成本發明的基礎之見解在於：此較高解析度可藉由顯著降低光點尺寸且同時顯著提高於系統所產生的電流而得到於一種多小束帶電粒子系統。

【0012】 不僅需要降低光點尺寸以達成期望性能，而且亦需要小束之降低點散佈函數以維持充分的曝光寬容度。充分的曝光寬容度需要自一小束於目標的尖峰曝光位準相較於相鄰小束的周邊高斯部分所通常引起之曝光的基本或背景位準之一相當高比值。然而，設計一種系統以產生具有較小的點散佈函數之小束顯著降低可由各個小束所施加至目標之帶電粒子電

流。

【0013】 降低的光點尺寸、提高的電流與降低的點散佈函數之需要意指於該系統的小束數目之顯著提高。此造成一問題，歸因於多小束系統之投影光學器件的有限實際尺寸，典型受限於對應於將曝光之晶片的尺寸之一尺寸。運用已知技術而可構成於該等尺寸之內的投影透鏡數目顯著小於假定上述條件而需要達成期望的晶圓產量之小束數目。

【0014】 本發明藉由提供陣列操縱器於系統以解決此問題，陣列操縱器可採取種種形式，諸如：一群偏轉器陣列、一聚光透鏡陣列或隙孔陣列，用於指引於多群的複數個小束而朝向單一個投影透鏡。此措施允許於系統之小束數目顯著提高，而無須設計及製造小型化至如於陣列操縱器所實行的極度程度之一種透鏡。本發明因此揭示以避免於投影柱內的一區域之更進一步的小型化，歸因於尺寸、間距、垂直鄰近性與電場強度位準，於操作之透鏡系統的電氣閃光與隨後破壞之風險已經造成重大問題。反之，於一小束操縱器之區域的小型化(歸因於如同在投影透鏡系統所遭遇的大小之場強度的不存在)並未造成該種操作效應，且未造成無法克服之製造的問題，例如：由於此等構件之大約標準MEMS製造技術的運用。構成本發明的基礎之另一個見解在於：源自一會聚方向之小束的投影與於一垂直小束之偏轉為有效相同。此意指的是：根據本發明之措施未引起或需要已知於先前技術的現存最後投影透鏡系統之原則重新設計。構成本發明的基礎之第三個見解在於：僅會聚小束群避免於整個系統的所有小束(即：於其中的所有帶電粒子電流)之共同交越的存在。因此，由會聚點之像差所引起的不利效應將受限控制效應。構成本發明的基礎之第四個見解在於：遮沒通過

單一個投影透鏡之小束群內的小束之能力造成其為投射至目標之“圖案化的小束”。

【0015】 本發明提出一種運用複數個小束以曝光目標之帶電粒子多小束系統，該種系統包含：至少一個用於產生一帶電粒子束的帶電粒子源；一界定將該產生的束分離成小束的隙孔陣列；一用於將該等小束群會聚朝向針對於各群的一共同會聚點的小束操縱器；一用於可控制遮沒於該等小束群之小束的小束遮沒器；及，一系列用於將小束投射至該目標之表面的的投影透鏡系統；其中，該小束操縱器適以將各個小束群會聚朝向對應於該等投影透鏡系統之一者的一點。

【0016】 該小束操縱器可包含一群偏轉器陣列，且該群偏轉器陣列較佳包含具有一非均勻偏轉作用的個別偏轉器組件之一群式配置。於各群之未遮沒的小束較佳為偏轉至單一會聚點，且各個小束群指引朝向一不同的會聚點。該群偏轉器陣列可與該小束遮沒器整合，整合的群偏轉器/小束遮沒器適以將各群之未遮沒的小束會聚至一共同點且未將遮沒的小束會聚至該共同點。該群偏轉器陣列可包含一具有形成於板中的隙孔之板與關聯於各個隙孔的電極，該等電極接收電氣訊號以偏轉通過該等隙孔之小束。

【0017】 該種系統亦可包括用於成形該等小束之一成形隙孔陣列。該隙孔陣列適用以界定子束，且該成形隙孔陣列適用以自該等子束產生小束(子-小束)，將該隙孔陣列與成形隙孔陣列整合為單一單元。亦可將群偏轉器陣列與成形隙孔陣列整合於單一單元。

【0018】 該小束操縱器係替代包含一聚光透鏡陣列與一成形隙孔陣列。該聚光透鏡陣列較佳為適用以聚焦各個子束在對應於一投影透鏡系統

之一點。該成形隙孔陣列較佳為包含隙孔以產生自各個聚焦子束之複數個小束，該複數個小束之未遮沒的小束會聚於對應於一投影透鏡系統之一點。該隙孔陣列較佳為適用以界定子束且該成形隙孔陣列用以產生小束，該隙孔陣列與成形隙孔陣列較佳為整合為單一單元。

● **【0019】** 該小束操縱器亦可包含第一與第二聚光透鏡陣列與一成形隙孔陣列。第一聚光透鏡陣列較佳為適用以將該等子束聚焦在第二聚光透鏡陣列之前的一共同平面，且第二聚光透鏡陣列適用以將各個子束聚焦在對應於該等投影透鏡系統的一者之一點。該成形隙孔陣列較佳為包含隙孔以產生自第二聚光透鏡陣列所聚焦的各個子束之複數個小束，該複數個小束之未遮沒的小束會聚於對應於該等投影透鏡系統的一者之一點。

● **【0020】** 產生於該種系統的小束之數目較佳為大於投影透鏡系統之數目，且該種系統可包含至少10,000個投影透鏡系統。產生於該種系統的小束之數目較佳為投影透鏡系統之數目的至少三倍，且可為投影透鏡系統之數目的10至200倍。

● **【0021】** 根據本發明之另一個觀點，提出一種運用複數個小束以曝光目標之帶電粒子多小束系統，該種系統包含：至少一個用於產生一帶電粒子束的帶電粒子源；一用於自該產生的束產生子束的第一隙孔陣列；一用於聚焦該等子束的聚光透鏡陣列；一用於自各個聚焦的子束產生複數個小束的第二隙孔陣列；一用於可控制遮沒於小束群的小束的小束遮沒器；及，一系列用於將小束投射至該目標之表面的的投影透鏡系統；其中，該聚光透鏡陣列適以將各個子束聚焦在對應於該等投影透鏡系統之一者的一點。

【0022】 根據本發明之又一個觀點，提出一種運用複數個小束以曝光

目標之帶電粒子多小束系統，該種系統包含：至少一個用於產生一帶電粒子束的帶電粒子源，；一用於自該產生的束產生子束的第一隙孔陣列；一用於自各個聚焦的子束產生複數個小束的第二隙孔陣列；一用於聚焦該等小束的聚光透鏡陣列；一用於可控制遮沒於小束群的小束的小束遮沒器；及，一系列用於將小束投射至該目標之表面的投影透鏡系統；其中，該聚光透鏡陣列適以自各個子束所形成的小束聚焦在對應於該等投影透鏡系統之一者的一點。

【0023】 該第一與第二隙孔陣列可整合為單一單元。該第一隙孔陣列較佳為包含相對大的隙孔且該第二隙孔陣列較佳為包含對應於第一隙孔陣列的各個大隙孔之一群相對小的隙孔，該等大隙孔之壁部自該第二隙孔陣列之一平面朝上延伸。該等大隙孔之壁部較佳為圍住能容納該第二隙孔陣列之該群小隙孔的一區域，且該等大隙孔之壁部較佳為相較於該第二隙孔陣列之厚度而朝上延伸至相當多的延伸。該第二隙孔陣列亦可以該小束遮沒器組合。

【0024】 根據本發明之再一個觀點，提出一種運用複數個小束以曝光目標之帶電粒子多小束系統，該種系統包含：至少一個用於產生一帶電粒子束的帶電粒子源；一用於自該產生的束產生分離的小束的隙孔陣列；一用於可控制遮沒小束的小束遮沒器；及，一系列用於將小束投射至該目標之表面的投影透鏡系統；其中，該小束遮沒器包含：群式配置子陣列的偏轉器。

【0025】 該小束遮沒器較佳為包含具有形成於板中的複數個隙孔之一板，且該小束遮沒器之各個偏轉器包含關聯於一隙孔之一切換電極以用

於偏轉通過該隙孔之一小束。一群偏轉器之切換電極較佳為連接至配置於單一方位線路之電氣控制線路，且一群之二個部分的各者的控制線路較佳為指向於相反方向。各個偏轉器較佳為設有一記憶體單元以供控制偏轉器之一切換電極，且各個記憶體單元較佳為電氣連接至二個控制線路，各個控制線路共同連接至一群的記憶體單元之一列或行。

【0026】 偏轉該等小束以遮沒該等小束之方向較佳為針對於一小束群的不同小束而為不同。遮沒方向較佳為選取，使得在一束停止器陣列的所在處之該等遮末小束的質量中心與該所在處之未遮沒小束的位置實質相同。遮末小束之偏轉方向亦可動態改變，使得在一束停止器陣列的所在處之該等遮末小束的質量中心與該所在處之未遮沒小束的位置實質相同。

【0027】 根據本發明之還有一個觀點，提出一種運用複數個小束以曝光目標之帶電粒子多小束系統，該種系統包含：一或多個具有形成於板中之一陣列的孔的板，該一陣列的孔用於形成該等小束；及，一包含一或多個板與一或多個陣列的投影透鏡的投影透鏡配置，各個板具有形成於其中之一陣列的隙孔且該等投影透鏡為形成在該等隙孔之位置，該一或多個陣列的投影透鏡形成一陣列的投影透鏡系統，各個投影透鏡系統包含形成在該一或多個陣列的投影透鏡之對應點的該等投影透鏡之一或多者；其中，投影透鏡系統之數目小於小束之數目，使得各個投影透鏡系統投射複數個小束至該目標。

【圖式簡單說明】

【0028】 本發明之種種的觀點參照顯示於圖式之實施例而進一步解說，其中：

圖 1 是一種帶電粒子多小束平版印刷系統之一個實例的簡化示意概念圖；

圖 2 是圖 1 之平版印刷系統之一末端模組的簡化示意概念側視圖；

圖 3 是一種包括一群偏轉陣列的平版印刷系統的簡化示意圖；

圖 4 是一更包括一成形隙孔陣列的圖 3 之系統的簡化示意圖，；

圖 5 是一包括二個聚光器陣列與一成形隙孔陣列的替代實施例，；

圖 6 是另一個包括單一聚光器陣列與一成形隙孔陣列的實施例，；

圖 7 是一包括一群偏轉陣列的簡化實施例，；

圖 8 至 10 是針對於每個投影透鏡為單一小束的圖 4 之實施例的替代實施例；

圖 11A 與 11B 是說明每個投影透鏡為多個小束之概念的概念圖，；

圖 12、12A 與 12B 是說明本發明之第二個簡化實施例；

圖 13A 與 13B 是說明每個投影透鏡配置為多個小束之優點；

圖 14 與 15 是另外允許未修改或相當簡單的源與投影透鏡系統之運用的實施例；

圖 16 是一顯示針對於一小束遮沒器陣列 6 之可能佈局圖；

圖 17 是一說明結合一小束遮沒器陣列 6 之孔隙陣列；

圖 18A 與 18B 是針對於一群偏轉器陣列或束遮沒器陣列的偏轉器之一實施例的示意圖；及

圖 19A 與 19B 是針對於一群偏轉器陣列或束遮沒器陣列的偏轉器之替代實施例的示意圖。

【實施方式】

【0029】 下文是本發明之種種實施例的說明，僅作為舉例且參照圖式而提出。

【0030】 圖1顯示一種帶電粒子多小束平版印刷系統之一個實施例的簡化示意圖，該種系統基於一電子束光學系統而不具有所有的電子小束之一共同交越。舉例而言，該種平版印刷系統描述於讓渡給本發明所有權人之美國專利第6,897,458號、第6,958,804號、第7,084,414號與第7,129,502號，此等專利以參照方式而整體納入於本文。於圖1所示的實施例，該種平版印刷系統包含一電子源1，用於產生一均質、展開的電子束20。束能量較佳維持為相當低而於約1至10千電子伏特之範圍。欲達成此，加速電壓較佳為低，電子源較佳為相關於在接地電位之目標而保持在於約-1至-10千伏特之間，雖然其他設定亦可運用。

【0031】 來自電子源1之電子束20通過一雙重八極2且隨後通過用於準直該電子束20之一準直透鏡3。隨後，電子束20撞擊一隙孔陣列4，其阻斷該束之部分者且允許複數個小束21以通過該隙孔陣列4。隙孔陣列較佳為包含具有通孔之一板。因此，產生複數個平行電子小束21。該種系統產生大量的小束21，較佳為約10,000至1,000,000個小束，雖然運用較多個或較少個小束誠然為可能。注意的是：其他的已知方法亦可運用以產生準直的小束。

【0032】 複數個電子小束21通過一聚光透鏡陣列5，其將該等電子小束21之各者聚焦於一小束遮沒器陣列6之平面。此小束遮沒器陣列6較佳為包含複數個遮沒器，其各者能夠偏轉該等電子小束21之一或多者。該聚光透鏡陣列5與小束遮沒器陣列6更為詳細描述於下文。

【0033】 隨後，該電子小束21進入末端模組7。該末端模組7較佳為構成包含種種構件之一可插入、可更換單元。於此實施例，該末端模組包含一束停止器陣列8、一束偏轉器陣列9與一投影透鏡配置10，雖然並非所有此

等者須為納入於末端模組且其可以不同方式所配置。除了別的功能以外，末端模組7將提供約為25至500倍之縮小，較佳為於50至200倍之範圍。於產生圖案化的小束之系統中需要一稍微較少的縮小。該末端模組7較佳為如下所述而偏轉該等小束。在離開該該末端模組7之後，小束21撞擊於定位在一目標平面之一目標11的一表面。針對於平版印刷應用，該目標通常為包含設有一帶電粒子敏感層或抗蝕層之一晶圓。

【0034】 於該末端模組7，該電子小束21首先通過束停止器陣列8。此束停止器陣列8主要為確定該等小束之開口角度。於此實施例，該束停止器陣列包含用於允許小束通過之一陣列的隙孔。於其基本形式中，束停止器陣列包含一設有通孔基板，該通孔典型為圓孔，雖然其他的形狀亦可運用。於一個實施例，束停止器陣列8之基板由一矽晶圓所形成而具有一固定間隔陣列的通孔，且可以一金屬之表面層塗覆以防止表面充電。於一個實施例，該金屬未形成一天然氧化物的表層之一種型式者，諸如：CrMo。

【0035】 於一個實施例，該束停止器陣列8之通路對準於該小束遮沒器陣列6之元件。該小束遮沒器陣列6與束停止器陣列8一起操作以阻斷小束21或令該等小束21通過。若小束遮沒器陣列6偏轉一小束，其將未通過於束停止器陣列8之對應的隙孔，而是將由束停止器陣列8之基板所阻斷。但是若小束遮沒器陣列6未偏轉一小束，則其將通過於束停止器陣列8之對應的隙孔且接著投射以作為於目標11之表面上的一光點。以此方式，個別的小束可有效接通及切斷。

【0036】 其次，該等小束通過一束偏轉器陣列9，其提供各個小束21於X及/或Y方向偏轉，實質為垂直於未偏轉的小束21之方向。其次，小束21

通過投影透鏡配置10且為投射至於一目標平面之一目標11，典型為一晶圓。

【0037】 針對於目標的一投射光點內以及投射光點間的電流與電荷之一致性與均質性，且由於束停止器陣列8主要確定一小束之開口角度，於束停止器陣列8之隙孔的直徑較佳為小於該等小束在其到達該束停止器陣列時的直徑。於一個實施例，於束停止器陣列8之隙孔具有一直徑為於5至20微米之範圍，而於所述實施例之撞擊於束停止器陣列8之小束21的直徑典型為於約15至75微米之範圍。

● 【0038】 於本實例之束停止器陣列8之隙孔的直徑限制一小束之橫截面(否則為於30至75微米之範圍內的一直徑值)至於5至20微米之範圍內的上述值，且更佳為於5至10微米之範圍內。以此方式，一小束僅有一中央部分者允許通過束停止器陣列8以供投射至目標11。一小束之此中央部分者具有一相當均勻的電荷密度。由束停止器陣列8之一小束的一圓周截面之該種截止亦主要確定於系統之末端模組7之一小束的開口角度以及在目標11之電流的量。於一個實施例，於束停止器陣列8之隙孔是圓形，造成其具有概括均勻的開口角度之小束。

● 【0039】 圖2更詳細顯示末端模組7之一個實施例，顯示將一電子小束投射至一目標11的束停止器陣列8、偏轉陣列9與投影透鏡配置10。小束21投射至目標11，較佳為造成於直徑為約10至30奈米之一幾何光點尺寸，且更佳為約20奈米。於該種設計之投影透鏡配置10較佳提供約100至500倍之縮小。於此實施例，如於圖2所示，一小束21之一中央部分者首先通過束停止器陣列8(假設並未由小束遮沒器陣列6所偏轉)。然後，該小束通過束偏轉器陣列9之一偏轉器或其配置於一序列以形成一偏轉系統之一組偏轉器。該小

束21隨後通過投影透鏡配置10之一電光系統且最後撞擊於目標平面之一目標11。

【0040】 於圖2所示的實施例之投影透鏡配置10具有依序配置之三個板12、13與14，用以形成一陣列的靜電透鏡。板12、13與14較佳為包含具有形成於其中的隙孔之板或基板。隙孔較佳為形成為透過基板之圓孔，雖然其他的形狀亦可運用。於一個實施例，基板由矽或運用眾所週知於半導體晶片產業之製程步驟所處理的其他半導體所形成。舉例而言，隙孔可運用於半導體製造產業所習知的平版印刷術與蝕刻技術而便利形成於基板。運用的平版印刷術與蝕刻技術較佳為充分精確控制以確保於隙孔之位置、尺寸與形狀的均勻性。此均勻性允許免除對於個別控制各個小束之焦點與路徑的需求。

【0041】 於隙孔之定位的均勻性(即：隙孔之間的均勻距離(間距)及隙孔在基板表面上的均勻配置)允許一種具有密集的小束的系統建構，其產生於目標之一均勻的柵格圖案。於一個實施例，當介於隙孔之間間距為於50至500微米之範圍，於間距之偏差較佳為100奈米或更小。再者，於運用多個板之系統，對準於各個板之對應的隙孔。於諸板間的隙孔之未對準可能引起於沿著不同軸之焦距的差異。

【0042】 於隙孔之尺寸的均勻性致能形成在隙孔的位置之靜電投影透鏡的均勻性。於隙孔之尺寸的偏差將造成於聚焦之偏差，使得一些小束將聚焦於目標平面而其他者將為否。於一個實施例，當該等隙孔之尺寸為於50至150微米之範圍，於尺寸之偏差較佳為100奈米或更小。

【0043】 於隙孔之形狀的均勻性亦重要。當運用圓孔，於孔之圓度的

均勻性造成於二軸中合成透鏡之焦距為相同。

【0044】 該基板較佳為塗覆一導電塗層以形成電極。導電塗層較佳為形成於各個基板之單一電極，其覆蓋板的二個表面而環繞隙孔且在諸孔之內側。具有導電的天然氧化物之一金屬較佳為用於電極，諸如：鋁，舉例而言，運用眾所週知於半導體製造產業之技術而沉積於該板。一電壓施加至各個電極以控制形成在各個隙孔之位置的靜電透鏡之形狀。各個電極由針對於整個陣列之單一個控制電壓所控制。因此，於顯示為具有三個電極的透鏡之實施例，針對於所有數千個透鏡將具有僅為三個電壓。

【0045】 圖2係顯示板12、13、與14，其具有分別為施加至其電極之電壓 V_1 、 V_2 與 V_3 。於板12與13的電極之間及於板13與14之間的電壓差異在於諸板的各個隙孔之位置產生靜電透鏡。此產生一“垂直”組的靜電透鏡在於陣列的隙孔之各個位置，相互對準，產生一陣列的投影透鏡系統。各個投影透鏡系統包含形成在各板之陣列的隙孔的對應點之該組的靜電透鏡。形成一投影透鏡系統之各組的靜電透鏡可視作為單一有效的投影透鏡，其聚焦且縮小一或多個小束，且具有一有效的焦距與一有效的縮小。於僅運用單一板之系統，單一電壓可連同於一接地面而運用，使得靜電透鏡形成在於該板之各個隙孔的位置。

【0046】 於隙孔之均勻性的變化將造成形成在該等隙孔的位置之靜電透鏡的變化。該等隙孔之均勻性造成均勻的靜電透鏡。因此，三個控制電壓 V_1 、 V_2 與 V_3 產生一陣列之均勻的靜電透鏡，其聚焦且縮小諸多個電子小束21。靜電透鏡之特性由三個控制電壓所控制，使得所有的小束之聚焦及縮小的量可藉由控制此等三個電壓所控制。以此方式，可運用單一共同

控制訊號控制整個陣列的靜電透鏡以用於縮小及聚焦極多個電子小束。可提供一共同控制訊號用於各個板或作為於二或多個板之間的一電壓差。可變化運用於不同的投影透鏡配置之板的數目，且亦可變化共同控制訊號之數目。當該等隙孔具有充分均勻的置放與尺寸，此運用一或多個共同控制訊號以致能電子小束之聚焦及電子小束之縮小。於圖2之實施例，包含三個控制電壓V1、V2與V3之三個共同訊號因此運用以聚焦及縮小所有的小束21。

【0047】 該種投影透鏡配置較佳為形成所有聚焦機構，用於聚焦小束至目標表面。此由於投影透鏡之均勻性而可能作成，該等投影透鏡提供小束之充分均勻聚焦及縮小，使得不需要個別電子小束的焦點及/或路徑之任何修正。此藉由簡化系統之架構、簡化系統之控制與調整且大為減小系統之尺寸而顯著降低整體系統之成本與複雜度。

【0048】 於一個實施例，控制投影透鏡形成處之隙孔的置放與尺寸於一容許度之內，充分以致能電子小束之聚焦，運用一或多個共同控制訊號以達成較0.05%為佳的焦距均勻性。該等投影透鏡系統以一標稱間距隔開，且各個電子小束聚焦以形成於目標表面的一光點。較佳為控制於諸板之隙孔的置放與尺寸於一容許度之內，充分以達成於目標表面的光點之空間分佈變化，其為小於標稱間距之0.2%。

【0049】 該投影透鏡配置10以彼此接近而緊密的方式定位板12、1314，使得雖然運用於電極的電壓相當低(相較於典型運用於電子束光學器件之電壓)，其可產生極高的電場。此等高電場產生具有一小焦距之靜電投影透鏡，由於針對於靜電透鏡，可估計焦距與束能量除以於電極之間的靜電場強度成比例。有關於此，當先前10千伏特/毫米可實現，本實施例較佳

為施加於25至50千伏特/毫米之範圍內的電位差於第二板13與第三板14之間。較佳地設定此等電壓V1、V2與V3使得於第二與第三板(13與14)之間的電壓差大於第一與第二板(12與13)之間的電壓差。此造成較強的透鏡形成於板13與14之間，使得各個投影透鏡系統之有效透鏡平面位於於板13與14之間，如於圖2於透鏡開口處藉由板13與14之間的彎曲虛線所指出。此置放有效透鏡平面為較接近目標且致能該等投影透鏡系統具有較短的焦距。進而注意的是：為了簡化，儘管於圖2之小束顯示為如同自偏轉器9所聚焦，小束21之聚焦的更為準確代表(例如：如同於示蹤射線實例)將指出的是，透鏡系統10之實際的透鏡平面於板13與14之間。亦應為注意的是：於此設計中於最低板14與目標平面11之間的距離應為極小以允許短焦距。

【0050】 較佳地設定電極電壓V1、V2與V3使得電壓V2相較於電壓V1而為較接近於電子源1之電壓，致使於小束21的帶電粒子之減速。於一個實施例，該目標是0伏特(接地電位)且該電子源相對於該目標為約-5千伏特，電壓V1約-4千伏特，且電壓V2約-4.3千伏特。電壓V3相對於目標為約0伏特，以避免於板14與目標之間的一強電場，其若該目標之形貌構造為非平坦而可引起小束之擾動。於諸板(及投影系統的其他構件)之間的距離較佳為小。藉著此配置，實現一聚焦且縮小的投影透鏡，並且實現於小束之抽出帶電粒子速度的降低。藉著電子源為約-5千伏特之一電壓，帶電粒子是由中央電極(板13)所減速，且隨後由具有接地電位的電壓之底部電極(板14)所加速。此減速允許較低的電場運用於電極而仍然達成針對於該種投影透鏡配置之期望的縮小與聚焦。具有控制電壓V1、V2與V3的三個電極而非為僅具有電壓V1與V2的二個電極(如同於先前系統所運用)之一優點在於：小束的聚焦

之控制自小束加速電壓之控制解耦合至某個程度。此解耦合發生，因為該投影透鏡系統可藉由調整於電壓V2與V3之間的電壓差所調整而無須改變電壓V1。因此，於電壓V1與源電壓之間的電壓差多半未改變，使得加速電壓本質維持為固定，縮減於該柱之上部的對準結果。

【0051】 圖2亦說明一小束21藉由偏轉陣列9於Y方向偏轉，於圖2所示為小束自左至右的偏轉。於圖2之實施例，於偏轉陣列9之一隙孔顯示為針對於一或多個小束以通過，且電極設於隙孔之相反側，該等電極供給一電壓 $+V$ 與 $-V$ 。提供一電位差於該等電極致使通過隙孔之該一或多個小束的偏轉。動態改變電壓(或電壓的正負號)將允許該等小束以一掃描方式而掠過，在此於Y方向。

【0052】 以如同針對於Y方向的偏轉之相同方式，於X方向的偏轉亦可往復實行(於圖2，X方向係進出紙面之方向)。於所描述的實施例，運用一掃描模組或掃描台，可於一基板之表面上運用一個偏轉方向以掃描該等小束而同時該基板平移於另一個方向。平移之方向較佳為於Y方向橫向且為於X方向重合。

【0053】 如所描述，該末端模組7的偏轉器與透鏡之相關於彼此的配置是不同於粒子光學器件技術中所普遍預期者。典型而言，一偏轉器位在該投影透鏡之後，使得首先達成聚焦且然後偏轉該聚焦的小束。如同於圖2與3之系統，首先偏轉一小束且然後將其聚焦造成該小束以離軸方式且相關於投影透鏡之光軸的一角度而進入該投影透鏡。對於熟悉此技術人士為明顯的是：後者的配置可能引起於偏轉小束之相當大的離軸像差。

【0054】 於平版印刷術的該投影系統之應用，一小束應以超高精密度

聚焦及定位，其具有數十奈米之光點尺寸、具有於奈米之尺寸的準確度及於奈米之階層的位置準確度。本發明人瞭解的是：偏轉一聚焦小束(例如：遠離自一小束之光軸為數百奈米)將容易造成一離焦的小束。為了符合準確度要求，此將嚴重限制偏轉之量或該小束將在目標11之表面而迅速成為離焦。

【0055】 如上所論，為了達成運用於平版印刷系統之目的之投影透鏡配置，投影透鏡系統之有效焦距是短，且投影透鏡系統之透鏡平面定位為極接近於目標平面。因此，於投影透鏡與目標平面之間保留極小的空間為用於一小束偏轉系統。本發明人認知的是：焦距應為如此限制的大小以使得任何偏轉器或偏轉器系統應位在投影透鏡之前，儘管關於該種配置的離軸像差明確發生。

【0056】 於圖1與2所顯示之偏轉器陣列9在上游且投影透鏡配置10在下游的配置進而允許小束21之強聚焦，特別是於各個投影透鏡系統聚焦僅有一個小束(或很少個小束)之系統而允許該等小束之尺寸減小(縮小)為至少約100倍，且較佳為約350倍。於各個投影透鏡系統為聚焦一群的小束(較佳為自10至100個小束)之系統，各個投影透鏡系統提供至少約25倍之縮小，且較佳為約50倍。此高倍的縮小具有另一個優點在於：關於在投影透鏡配置10之前(上游)的隙孔與透鏡之精密度的要求降低許多，因而致能降低成本以建構該種平版印刷裝置。此配置之另一個優點在於：整體系統的柱長度(高度)可大為降低。有關於此，亦較佳地令該投影透鏡之焦距為小且縮小倍數為大，藉以達成限制高度之一投影柱，自目標至電子源較佳為小於一公尺，且更佳高度於約150與700毫米之間。具有一短柱之此設計使得平版印刷系統

為容易安裝及收藏，且歸因於受限制的柱高度與較短的小束路徑而亦降低該等分離的小束之漂移效應。較小的漂移降低小束對準問題且致能運用較簡單及較低成本的设计。然而，此配置加諸另外的要求於末端模組之種種構件。

【0057】 對於位在一投影系統之上游的一種偏轉系統，偏轉的小束將不再通過於其光軸處的投影系統。因此，聚焦於目標平面之一未偏轉的小束當偏轉時而將在目標平面離焦。為了限制歸因於小束的偏轉之離焦效應，於一個實施例之末端模組，偏轉陣列9定位為儘可能接近投影透鏡陣列10。以此方式，偏轉的小束當其通過投影透鏡陣列時仍然相當接近於其未偏轉的光軸。較佳而言，該偏轉陣列定位在離該投影透鏡陣列10為約0至5毫米，或較佳為儘可能接近而且維持與投影透鏡之隔離。於一種特別的设计，0.5毫米之一距離可運用以容納接線。

【0058】 對於如上所述之一種配置，該投影透鏡系統10之主透鏡平面較佳為位於二個板13與14之間。如先前所述，於根據上述實施例之系統的帶電粒子之整體能量保持相當低。舉例而言，針對於一電子束，能量較佳為於高達約10千電子伏特之範圍。以此方式，降低於目標之熱量的產生。然而，對於帶電粒子之如此低的能量，提高於系統之色像差。此需要特定措施以抵消此不利的效應。此等措施之一者是於投影透鏡配置10之已述的相當高的靜電場。一高的靜電場造成於形成具有低焦距的靜電透鏡，使得該等透鏡具有低的色像差。

【0059】 色像差概括與焦距成比例。為了降低色像差且提供電子束之適當投射至目標表面，光學系統之焦距較佳為限制至一毫米或更小。再者，

根據本發明之透鏡系統10的最後板14作成極薄以致能一小焦距而未有聚焦平面在透鏡之內側。板14之厚度較佳為於約50至200微米之範圍內。

● **【0060】** 針對於上述的理由期望將加速電壓保持相當低，以得到相當強的縮小且將像差儘可能維持低。為了符合此等矛盾的要求，構想一種配置令投影透鏡系統之透鏡以緊密一起定位。此新概念要求較佳地提供投影透鏡之下方電極14以儘可能接近於目標平面，具有效應在於：該偏轉器較佳為位在投影透鏡之前。欲減輕由末端模組7之配置所引起的像差之另一個措施是於最小的相互距離處定位偏轉器9與投影透鏡配置10。

● **【0061】** 如上文所指出，於透鏡陣列之相互距離是極為小型化的性質。有關於此，於板12、13與14之間的相互距離是如同板13之厚度的相同大小階層。於一較佳實施例，此等相互距離於約100至200微米之一範圍。自最後板14至目標平面的距離較佳為小於諸板之間的距離以允許一短焦距。然而，於板14的下表面與晶圓的表面之間需要一最小距離，以提供針對於晶圓之機械移動的允許。於目前示範的實施例，自最後板14至目標平面的距離約50至100微米。於一個實施例，於板13與14之間的距離約200微米，且於板14與目標平面之間的距離約50微米。此等距離關於電壓V1、V2與V3、及板12、13與14之透鏡的隙孔18之尺寸，用於允許偏轉的小束通過而且聚焦一或多個小束。

【0062】 於如圖所示的一末端模組7之設計，板12、13與14之透鏡的隙孔之直徑大於束停止器陣列8的同軸對準隙孔之直徑(其較佳具有直徑為約5至20微米)為若干倍。該等隙孔之直徑較佳為於約50至150微米之範圍。於一個實施例，該直徑係約100微米，且束停止器陣列的隙孔之直徑係約15

微米。

【0063】 甚者，於本設計，板13之中央基板具有最大的厚度，較佳為於約50至500微米之範圍。針對於板12之基板的厚度相對為較小，較佳為約50至300微米，且針對於板14相對為最小，較佳為約50至200微米。於一個實施例，針對於板13之基板的厚度約200微米，針對於板12約150微米，且針對於板14約150微米。

【0064】 欲達成一特定產量(即：每小時曝光之特定數目的晶圓)所需的小束之總電流取決於所需的劑量、晶圓的面積與負擔時間(例如：移動新晶圓至用於曝光的位置之時間)。除了別的因素以外，於此等散粒雜訊受限制系統之所需的劑量取決於所需的特徵尺寸與均勻度以及束能量。

【0065】 欲得到運用電子束平版印刷術之抗蝕層(resist)的某個特徵尺寸(臨界尺寸(critical dimension, CD))，需要某個解析度。此解析度由三個因素所決定：束尺寸、於抗蝕層之電子的散射與其結合酸擴散之二次電子平均自由路徑。此三個因素以平方關係相加來決定總光點尺寸。在此三個因素之中，束尺寸與散射視加速電壓而定。欲解析於抗蝕層之一特徵，總光點尺寸應如同期望特徵尺寸之相同大小等級者。不僅是CD，而且CD均勻度於實際應用亦重要，且此後者需要將決定實際所需的光點尺寸。

【0066】 針對於電子束系統，最大的單束電流是由光點尺寸所決定。針對於小的光點尺寸，電流亦為極小。欲得到一良好的CD均勻度，所需的光點尺寸將限制該單束電流至遠小於欲得到一高產量所需的電流。因此，需要很多個小束(針對於每小時10片晶圓之產量典型為超過10,000個)。針對於一電子束系統，透過一個透鏡之總電流由電子間的庫侖(Coulomb)交互作用

所限制，使得一有限數目的小束可透過一個透鏡及/或一個交越點傳送。因此意指的是：於一高產量系統之透鏡的數目亦必須為大。

【0067】 於一較佳實施例，達成很多個低能量小束之一極密集配置，使得多個小束可塞進至一可與典型晶圓曝光場域的尺寸相比的尺寸之區域。

【0068】 於投影透鏡之板12、13與14的隙孔之間距較佳為儘可能小，以於一小區域作成儘可能多的靜電透鏡。此致能一高密度的小束。於高密度配置中彼此相隔緊密的很多個小亦降低該等小束必須掃描跨過目標表面之距離。然而，針對於既定鑽孔尺寸之隙孔的間距之降低是受限於當該板因隙孔間的小距離而變得太脆弱所引起之製造與結構問題，且受限由相鄰透鏡的邊緣場所引起之於一透鏡的可能像差。

【0069】 設計多小束帶電粒子系統以顯著降低光點尺寸而且同時顯著提高系統所產生的電流。此舉亦藉由提高系統之電流，該目標之總電流亦提高以限制散粒雜訊之發展而實現。然而，同時，每平方臨界尺寸(即：每平方CD的單位面積)之撞擊於目標表面的電子數目應維持固定。此等需求需要對於該種帶電粒子系統之設計的修改，如為詳細論述於下文，且針對於最佳性能，需要具有相當高敏感度的抗蝕層之一目標，作為舉例，典型為自目前實行的30毫米/平方公分至該值之雙倍。在此注意的是：作為一個較易於思及的術語，於本文其餘部分，光點尺寸實際對應於(且為)用於代替“點散佈函數”。根據本發明之概念的另一個實際觀點在於：光點尺寸大小等級為相當於CD尺寸。

【0070】 不僅是降低的光點尺寸為需要以達成期望性能，而且小束之

降低的點散佈函數亦需要以維持充分的曝光寬容度。充分的曝光寬容度需要自一小束於目標的尖峰曝光位準相較於相鄰小束的周邊高斯部分所通常引起之曝光的基本或背景位準之一相當高比值。然而，設計一種系統以產生其具有較小的點散佈函數之小束顯著降低其可為由各個小束所施加至目標之帶電粒子電流。無關於所運用的帶電粒子源之亮度，降低的光點尺寸、提高的電流與降低的點散佈函數之前述需要意指於該系統的小束數目之顯著超過線性的提高，相較於在相同晶圓產量之於臨界尺寸的降低。

【0071】 針對於系統之小束數目的顯著增加之需求產生一個實際問題，歸因於多小束平版印刷系統之投影光學器件的有限實際尺寸。於該等系統之投影光學器件典型於尺寸為受限以順應於例如將由系統所曝光之目標的場域。實際設計具有對於可實際實現於投影光學器件(即：末端投影模組)可佔有之一相當小面積內的透鏡數目之一限制。於欲達成之降低的臨界尺寸，運用已知技術而可為構成於此等尺寸內的透鏡數目顯著小於其所需以達成期望晶圓產量之小束數目。

【0072】 一個解決方式運用一聚光透鏡或聚光透鏡組以縮減隙孔陣列4之影像，因而亦減小該等小束之間距。然而，此解決方式典型為造成所有小束之一共同交越，其引起一顯著量的像差。此是不合意，特別是鑒於目前的需要，且將使得系統進一步複雜化以抵消此像差。本發明避免該等小束之一共同交越且因此避免此缺點，藉由將隙孔陣列4之影像的所需縮減為分割於多個交越，因此限制於各個交越之能量。此具有效應為超過比例限制於系統的像差量。此藉由加入陣列操縱器至系統而達成，例如：一群偏轉器陣列或一聚光透鏡陣列，用於指引複數個小束朝向單一個投影透鏡

系統以供投射至目標。

【0073】 於前述段落所介紹的主要解決方式將說明於下文的種種實例。主要解決方式允許運用其對應於應用於圖1之概念的技术，使得於系統的像差為最小而且允許於系統的小束數目之不成比例的提高。運用每個投影透鏡為多個小束之此主要解決方式是在確認以下事實後而得知：藉著於末端模組7之偏轉器陣列9的偏轉作用，建立偏轉小束之一虛擬的起源點，使得想像一虛擬小束。此概念導致以下想法：該虛擬的小束可同樣為由一實際小束或複數個實際小束所取代。實際上，透過單一個投影透鏡系統之多個實際小束的應用似乎為可能而未干擾像差量，特別是在系統之總小束為分佈於多個投影透鏡系統。

【0074】 因為指向通過至各個投影透鏡系統之複數個小束的部分或全部者可遮沒於操作期間的任何時間點，根據本發明之系統亦稱為一種圖案化(patterned)小束系統。此圖案化小束系統亦可視作為並排配置之多個小型化成像系統。

【0075】 圖3說明根據本發明之一種設計的一個實施例，用於致能於系統之一增大數目的小束，且允許在晶圓的增大電流或縮小光點尺寸或是二者。於此實施例，一群偏轉器陣列6G設在圖1之系統的小束遮沒器陣列6之上方而於聚光透鏡陣列5與小束遮沒器陣列6之間，雖然群偏轉器陣列6G亦可位在陣列6之下方。群偏轉器陣列6G包含一陣列的偏轉元件，其偏轉諸群的小束朝向該末端模組(投影模組)7，透過於束停止器陣列8的開口且透過形成在各個開口之下的對應投影透鏡系統。

【0076】 該群偏轉器陣列6G較佳為包含一或多個板，具有形成於其

中之一陣列的隙孔對應於隙孔陣列4、聚光透鏡陣列5與小束遮沒器陣列6的隙孔之位置。電極形成在各個隙孔之位置，如更詳細顯示於圖18與19。操作該群偏轉器6G之各個元件以偏轉一或多個小束21朝向於該末端模組7之陣列的投影透鏡系統之一特定投影透鏡。圖3顯示由偏轉器陣列6G所偏轉之三群的三個小束，使得三個小束指向透過於末端模組7之各個投影透鏡系統。於此實施例，於隙孔陣列4、聚光透鏡陣列5、群偏轉器陣列6G與小束遮沒器陣列6因此相較於形成於末端模組7之投影透鏡系統而具有三倍多個隙孔。

【0077】 雖然每個投影透鏡系統為三個小束顯示於圖3，每個投影透鏡系統為其他數目的小束亦可運用，且高達100個小束或更多者之群可指向透過各個投影透鏡系統。於一較佳實施例，於一7乘7之陣列的49個小束之群指向透過各個投影透鏡系統。

【0078】 雖然圖3顯示陣列4、5、6G與6為如同末端模組7之大約相同尺寸，該等陣列可為較大，特別是針對於具有每個投影透鏡系統為很多個小束之設計，於陣列4、5、6G與6是相較於末端模組7而需要更多個隙孔。

【0079】 較佳而言，於束停止器陣列8之隙孔(界定小束開口角度)如同限制僅有單一個小束而為相當小。較大的隙孔將需要較大的偏轉路徑，將為較容易受到由一遮沒小束之僅為部分遮沒所引起的“尾端”效應所影響，且將進而減少可用於束停止器陣列8以供遮沒小束之有限空間。

【0080】 原則上，各群的小束可聚集(即：指向至其為相交且跨越之單一點)在束停止器陣列8之相關隙孔或在相關投影透鏡系統之有效透鏡平面。實際上，聚集將為於此二個點之間的某處(雖然未明確顯示於圖式)，由

於聚集小束在該束停止器陣列將產生一透鏡誤差而聚集小束在投影透鏡之有效透鏡平面將引起一劑量誤差。

【0081】 於此設計，藉著多個小束為通過各個投影透鏡系統，帶電粒子光學狹縫非為由一正規陣列的小束而是一正規陣列的小束群所組成。注意的是：該等小束亦可在通過群偏轉器陣列6G之後而為由小束遮沒器陣列6所偏轉。在任何瞬間，於一群之一些束可指引通過於束停止器陣列8之一對應開口且投射至目標，而其他小束由小束遮沒器陣列6所偏轉一附加量。此附加的偏轉致使此等小束為未擊中於束停止器陣列8之開口，故其為阻斷而未到達目標，且因而為遮沒或“切斷”，如先前所述。因此，各個小束群曝光由束遮沒器陣列6所決定的一圖案，且各群可視為單一個圖案化的小束。

【0082】 圖11A與11B是於末端模組7之小束路徑的示意圖，以說明其構成小束之群組化的基礎概念與見解。圖11A顯示具有每個投影透鏡系統為單一個小束之一種系統。單一個小束21通過於束停止器陣列8之一隙孔，為由偏轉器陣列9所偏轉，且為由一投影透鏡配置10所聚焦。偏轉的小束可視為自相較於實際小束21之一不同起源且於一傾斜角度所到達之一單獨的“虛擬”小束。舉例而言，當小束21偏轉至左側，則可視為源自小束21之實際起源的右側位置之一虛擬小束21V，同理，當小束21係偏轉至右側，則可視為源自小束21之實際起源的左側位置之一虛擬小束21V。圖11B顯示具有每個投影透鏡系統為三個小束之一種系統，各個小束源自一單獨點且為於不同角度而通過一投影透鏡系統。淨效應相同於單一個偏轉的小束，除了：於圖11B之系統的電流較大為三倍。在偏轉器陣列9之上方的隙孔板8可包含

多個隙孔23 (如圖所繪)、或具有單一個相當大的隙孔、或具有一特定形狀之一圖案化的開口，以容納該多個小束。

【0083】 圖13示意圖，說明其具有每個投影透鏡系統為多個小束之所述配置的一個優點。圖13A顯示大小 W_s 之一方形偏轉場域，實際上，大小 W_s 典型可為約2微米，且具有幾何光點尺寸直徑為10奈米之一典型的高斯小束光點16A。運用此小束光點以曝光該偏轉場域，偏轉場域之大約僅為百萬分之20曝光於任何瞬間。

【0084】 圖13B係顯示其具有日前提議的設計之偏轉場域，該偏轉場域係由一圖案化的小束16B所曝光。理論上，偏轉場域之高達約為20%係可同時為由圖案化的小束所曝光。實際上，可達成高達200倍的改良，如由圖13B所示意描繪。於此實例，顯示16乘16個相當小的光點之一陣列(陣列之表示係為了明瞭而呈現於圖式為不成比例地大)。可為由一個投影透鏡所同時寫入的小束之數目的倍增、連同改良的小束強度造成維持在相當先進技術節點之系統的甚至提高產量，例如：由投影的臨界尺寸之度量所表示。

【0085】 圖18A與18B針對於圖3的群偏轉器陣列6G及/或束遮沒器陣列6之偏轉器的一個實施例的示意圖。形成一陣列的隙孔，較佳為圓孔，穿過一板。該板由矽或其他半導體材料所形成，運用眾所週知於半導體產業之處理步驟所處理。舉例而言，該等隙孔係可運用習知於半導體產業之平版印刷術與蝕刻技術而形成。類似於投影透鏡配置10之板，所運用的平版印刷術與蝕刻技術係較佳為充分精密控制以確保於隙孔之位置、尺寸與形狀的均勻度。圖18A顯示包含一束遮沒器陣列6或群偏轉器陣列6G之一個元件的單一個偏轉器30A。

【0086】 偏轉器30A形成於尺寸 W_0 乘 W_0 之預定方形區域。該偏轉器組件包含一切換電極32與一接地電極34，配置為環繞一通孔33，將為偏轉之一小束可通過該通孔33。於此實施例，該等電極顯示為簡單的矩形，切換電極32是直型元件而接地電極34形成於U狀。然而，符合通孔33的形狀之圓形或至少為凹面形狀是較佳。該種圓邊設計允許一較為緊密的設計，且利於偏轉器組件之配置於一陣列，且亦為利於其可為運用於一些實施例的切換電極之納入。

● 【0087】 切換電極32接收一電氣訊號，其產生足以偏轉通過隙孔33的小束之一電磁場，使得小束通過於束停止器陣列8之一對應隙孔，且接著通過對應的投影透鏡系統(除非束遮沒器陣列6亦偏轉該小束而使得其未擊中於束停止器陣列8之隙孔且為遮沒)。

● 【0088】 於另一個實施例，該二個電極可設計為二個相同的鏡像的電極，且運用切換電子器件以致能該二個電極之任一者以設定為切換電極而另一者操作為接地電極。此特別為有利於具有一種組合的群偏轉器與束遮沒器陣列之實施例，於一些情形，“向後”而非“進一步向前”偏轉可為有益。舉例而言，該二種型式的偏轉器可混合為具有其“進一步向前”偏轉以供小束遮沒之於該群偏轉器/束遮沒器陣列的一中央群及其“向後”偏轉以供遮沒的一周邊群。

● 【0089】 圖18B顯示一陣列的偏轉器元件30A之一部分者的示意圖。個別的電氣連接形成至各個偏轉器組件之各個切換電極32。可作成此等接線連接，舉例而言，藉由運用習用平版印刷術與蝕刻技術以形成如同導電結構之電氣控制線路35於群偏轉器陣列之板的表面。於圖示的實例，一群

的7乘7個偏轉器將需要49條電氣控制線路35。如圖所示，控制線路係較佳為行進朝向一偏轉器群之相對側。

【0090】 圖19A與19B是圖3的群偏轉器陣列6G及/或束遮沒器陣列6之一個替代實施例的示意圖。圖19A顯示單一個偏轉器30B，其包含一束遮沒器陣列6或群偏轉器陣列6G之一個元件。於此實施例，利用於尺寸為 W_0 乘 W_0 之侷限內的可用空間以形成一控制線路36A與一橫向方位的控制線路36B。一記憶體單元31較佳為形成在此等控制線路之相交處。該記憶體單元可運用種種習知的結構，且可運用眾所週知於半導體產業的技術而形成。該記憶體單元係連接至切換電極32，使得儲存於該記憶體單元之一電氣訊號只要其維持於該記憶體單元而將施加至該切換電極。

【0091】 圖19B顯示一陣列的偏轉器組件30B之一部分者。控制線路延伸為垂直與水平的導電匯流排線路，較佳為運用習用平版印刷術與蝕刻技術而形成於群偏轉器6G之板的表面。於圖示的實例，一群的7乘7個偏轉器將需要一柵格的7乘7條控制線路，總共為14條控制線路。控制線路36較佳為行進於朝向該偏轉器群的相關側邊之橫向方向。於陣列之各個記憶體單元可藉由施加電氣訊號至針對於對應列與行之匯流排線路而定址，運用如同用於DRAM或其他半導體記憶體技術之一種位元線與字組線的定址方法。因此儲存於各個記憶體單元之訊號將控制通過對應於該記憶體單元之隙孔33的小束之偏轉。

【0092】 該群偏轉器陣列6G運用具有非均勻偏轉作用的個別偏轉器組件之一種群式配置。該等小束是非均勻偏轉於單一個方向，如同藉由拂掠或掃描偏轉器陣列9或小束遮沒器陣列6。於各群之內的小束偏轉至單一

個會聚點，且各群指引朝向一不同的會聚點。

● **【0093】** 於替代實施例，該群偏轉器陣列6G與束遮沒器陣列6係可組合為一個整體單元。於此實施例，操作組合的群偏轉器/遮沒器以偏轉於各群之未遮沒的小束至於束停止器陣列8之一特定開口，而稍微較強(或弱或於一變更方向)偏轉於各群之將為遮沒的小束以使得撞擊束停止器陣列8，較佳為接近針對於該群的小束之相關開口。可設定群偏轉器/遮沒器，使得其若無訊號為施加而將遮沒小束，且當一訊號為施加時而將聚集小束為朝向該末端模組。然而，此將需要維持某電壓電位於組合的群偏轉器/遮沒器之訊號線路以維持針對於一群的小束之繼續偏轉。因此，令群偏轉器陣列6G與束遮沒器陣列6構成為單獨控制的陣列是較佳，但是較佳配置為緊鄰於彼此。此允許一種配置，其中，一容易維持的接地電壓施加於控制線路至束遮沒器(藉以令小束通過(即：“常關(normally off)”束遮沒器陣列))及該群偏轉器，其為維持在特定單一電壓以維持該等小束群之偏轉通過投影透鏡系統。

● **【0094】** 圖4說明對於圖3之實施例的一個替代者，其包括群偏轉器陣列6G且另外包括一成形隙孔陣列18。成形隙孔陣列18較佳為包含一或多個板或基板，其具有在對應於陣列4、5、6G與6的隙孔之位置而形成於其的成形隙孔。類似於其他的陣列，成形隙孔陣列18較佳為由矽或其他半導體材料所作成，該等隙孔係較佳為運用平版印刷術與蝕刻技術而形成，且此等技術較佳為充分精密控制，以確保於該等隙孔之位置、尺寸與形狀的均勻度。於成形隙孔陣列18之隙孔可為圓形、方形或其他形狀。成形隙孔陣列18可為塗覆具有一金屬之一表面層以防止表面充電，且於一個實施例，該

金屬並未形成一天然氧化物的表層之一種型式者，諸如：CrMo。

【0095】 運作此等隙孔以成形各個小束，藉由切除撞擊該等隙孔之小束的一周邊部分。結果成形的小束將呈現較均勻的劑量分佈。成形隙孔陣列18允許該等隙孔之成像而不是束源1之一虛擬影像。藉此附加者，系統成為較不相依於藉由聚焦該等小束於束遮沒器陣列6之平面所產生的光點之位置與大小。此造成該系統為較不易受到在束遮沒器陣列6之前的透鏡系統陣列的變化或誤差所影響。然而，該系統因而成為較易受到於小束之劑量變化所影響。

【0096】 成形隙孔陣列18較佳為定位於緊鄰於束遮沒器陣列6，在陣列6之前或較佳為在陣列6之後，且其可為運用於不具有群偏轉器陣列6G之一系統。

【0097】 圖5說明於圖3與4之系統所說明的相同原理之又一個實施例。於此實施例，該隙孔陣列4製造以產生較大的子束20A。子束20A由第一聚光透鏡陣列5A所縮小，第一聚光透鏡陣列5A聚焦該等子束於一共同平面19且產生在平面19之每個子束之一交越。較佳為位於緊接在平面19之後方的第二聚光透鏡陣列5B產生聚焦朝向末端模組7之聚焦後的子束20B。應為注意的是：於任一個實施例之種種聚光透鏡陣列係可包含單一個聚光透鏡陣列或一組的聚光透鏡陣列，如將為熟悉電子光學領域之人士所習知。

【0098】 子束20B由一成形隙孔陣列18所截取，於此實施例，成形隙孔陣列18產生自各個子束20B之複數個投影小束21。此等小束21通過小束遮沒器陣列6，且遮沒的小束由束停止器陣列8所阻斷。於各群之未遮沒的小束通過於束停止器陣列8之對應開口且隨後為由投影透鏡配置10所投射於

目標。

【0099】 於圖5所示的實施例具有優點在於：透鏡5A與5B之組合可為一相當弱的透鏡(允許於聚光透鏡陣列5B與末端模組7之間的相當長的距離)而透鏡5A與5B可個別為相當強。透鏡5A與5B是強，舉例而言，若小束能量降低於聚光透鏡陣列5B與末端模組7之間，此舉有益於小束遮沒器6之強度。於另一個實施例，一陣列的隙孔置放在平面19以提供又一個自由度以控制小束20B之開張角度。

● 【00100】 圖6說明又一個實施例，其為圖5之系統的一變化，其中，子束20A由聚光透鏡陣列5所直接聚焦朝向末端模組7。相較於圖5之實施例，此實施例具有優點在於：較少的構件(省略額外的聚光透鏡陣列5B)、稍微較短的柱長度及較少的色像差，歸因於子束20A之交越的不存在。然而，此實施例欠缺圖5之實施例於決定小束開口角度的增加自由度之優點。

【00101】 圖7說明該種系統之一個更簡化的形式，其包含一隙孔陣列4、且緊接著後續為一群偏轉器陣列6G與一小束遮沒器陣列6，或反之亦然。

● 【00102】 圖8至10說明具有非圖案化的小束之種種替代實施例，即：每個投影透鏡系統為單一個小束。圖8包含如於圖1所示的系統且附加其位於小束遮沒器陣列6之附近(之前或之後)的一成形隙孔陣列18。圖9包含如於圖5所示的系統且二個聚光透鏡陣列5A與5B為分別聚焦子束20A與20B。然而，僅有單一小束21自各個子束20B由該成形隙孔陣列18所形成。圖10包含如於圖6所示的系統且單一個聚光透鏡陣列5為聚焦子束20A於末端模組7。然而，僅有單一小束21自各個子束20A由該成形隙孔陣列18所形成。

【00103】 圖12說明再一個實施例，其具有用於產生子束20A之隙孔陣

列4A與用於產生小束21之隙孔陣列4B。將一聚光透鏡陣列5(或一組的聚光透鏡陣列)納入在產生子束的隙孔陣列4A之後方，用於聚焦子束20A為朝向於末端模組7之束停止器陣列8的一對應開口。產生小束的隙孔陣列4B較佳為納入以組合於一小束遮沒器陣列6，即：緊密配置為連同陣列4B在陣列6之前方或相反方向的其他方式。

【00104】 如於圖12A所單獨顯示，聚光透鏡5聚焦子束20A入或朝向於末端模組7之束停止器陣列8的一對應開口。於此實例，隙孔陣列4B產生自子束20A之三個小束，其撞擊束停止器陣列8在一對應開口，使得該三個小束由於末端模組7之投影透鏡系統所投射至目標。實際上，針對於末端模組7之各個投影透鏡系統，更多個小束可由隙孔陣列4B所產生。於一個實際的實施例，典型為約50個小束可指引透過單一個投影透鏡系統，且此可增大至200個或更多者。如於圖12B所顯示，小束遮沒器陣列6可在某些時間而偏轉於一小束群之個別小束21，藉以將其遮沒。此由遮沒的小束22所說明，其已經偏轉至於束停止器陣列8之接近而並未在一開口的一位置。

【00105】 於圖12的實施例之未描繪的變化者，隙孔板4A與4B較佳為整合於一整體隙孔板以產生多群的小束21。聚光透鏡陣列5係較佳為位在整體隙孔板之後方。此設計有利為提供一種簡單且經濟的方式以實現每個投影透鏡系統為多個小束。

【00106】 圖14與15設計以降低該準直器3的色像差問題之系統的示意圖。一個解決方式應用如本申請案的申請人之美國公開專利申請案第2004/232349號所揭示的技術，該件美國公開專利申請案以參照方式而整體納入於本文。根據此解決方式，一透鏡陣列納入於系統而於源1與準直器3

之間，以聚焦子束於準直器3之主要平面。此種措施之第一效應在於：準直器之色像差未造成虛擬源之模糊。反而，一“頂帽(top hat)”開口角度迴旋於一像差角度。第二效應係在於：若該等子束藉著充分的縮小而成像於準直器主要表面，開口角度是大，且因此該像差角度是相對於開口角度而為小。不可用或至少為不利的角度可接著為由下游之一隙孔所移除。

【00107】圖14說明一種解決方式，其中，虛擬源運用單一聚光透鏡陣列5而成像於目標。此聚光透鏡陣列5納入於一發散束部分，緊鄰於第一隙孔陣列4A且在其後方。因此產生之聚焦的子束投射至一準直器陣列15之一主要平面，自此，子束是於準直方式(在此為具有平行中心軸)而發散至第二隙孔陣列4B。第二隙孔陣列4B構成且/或定位以截去該等準直子束之周邊部分。此等準直子束之一中央部分(顯示一最為均勻的電流分佈)繼續至第三隙孔陣列4C，其最後產生小束21為投射於目標11 (除非為由小束遮沒器陣列6所遮沒)。一群偏轉器陣列6G與小束遮沒器陣列6位在如上所述的最終隙孔陣列4C之後方，以指引由最終隙孔陣列所產生的小束群為朝向末端模組7。

【00108】圖15說明對於圖14之一個替代者，包括運用二個聚光器陣列(5C與5)與二個準直器陣列(15A與15B)之一較複雜的配置而提供於整體傳輸性能之改良。如同產生於對應於圖14者之一上方系統部分的小束隨後為由準直器陣列15B所準直，使得由最終隙孔陣列4C所產生的複數個小束21成為平行，即：該等小束之中心軸成為平行。由最終隙孔陣列4C與準直器陣列15B所產生的準直小束由較佳為位在準直器陣列15B之後方的聚光透鏡陣列5所聚焦。在小束遮沒器陣列6之後或之前的群偏轉器陣列6G位於或接近於聚焦且準直的小束之聚焦平面。

【00109】 運用於前述實施例之陣列的某些附加觀點說明於圖16與17。圖16顯示用於一小束遮沒器陣列6之一可能的佈局圖，其具有一偏移列或三角形配置之陣列隙孔。於種種實施例之於聚光透鏡陣列與群偏轉器陣列的隙孔將亦符合於此相同配置，其直接對應於或反映於末端模組7之投影透鏡系統的配置於該系統之所謂的投影狹縫。

【00110】 顯示一小束遮沒器陣列6之一偏轉器區域17，指出相對於在遮沒器陣列之前或之後的一聚光透鏡陣列5之一隙孔的一位置，例如：如同於圖12。由於目前實施例之聚光透鏡典型配置為具有一極高的填充因數，在此為約80%，如同於圖12、12A與12B之隙孔陣列4A的一子束隙孔，或者如同於圖17之一整體隙孔陣列4D的圓形開口將僅為稍微小於如同組合於一遮沒器陣列6所投射在此之聚光透鏡直徑 D_c 者。於此實例，聚光透鏡開口具有一直徑為100微米。於此配置之最大偏轉器區域17由56微米乘56微米之側邊S所決定，導致約為79微米之一直徑或環繞的測量 D_s 。針對於一22奈米技術節點，用於定位系統光點之於一虛擬柵格的像素之一合理數目可為49或7乘7，而光點尺寸之幾何直徑將為24奈米，根據示範於此之一個實施例，在末端模組7之投影透鏡系統的縮小之一典型量可為一因數100。對於系統的小束之三角形定位，定位例如一遮沒器偏轉器之可用區域的間距典型為 W_1 乘 W_2 之一區域，其中，於此實例， W_1 是130微米且 W_2 是150微米。然而，每個透鏡之小束(或者表示光點或子小束)的一實際數目可總計為200或更大者。實際上，此數目作成196個小束，配置於14乘14個小束之一陣列。

【00111】 圖17說明一整體隙孔陣列4D與一小束遮沒器陣列6之一個較佳組合。圖17之上部顯示整體隙孔陣列4D之俯視圖。該整體隙孔陣列設

計為具有如同於圖16之小束遮沒器陣列6之相同尺寸限制，具有尺寸 W_1 乘 W_2 之一場域。各個場域包含49個小束隙孔之一場域，49個小束隙孔示意表示於7乘7之群。圖17之下部顯示整體隙孔陣列4D與小束遮沒器陣列6的側視圖。整體隙孔陣列4D與小束遮沒器陣列6均為根據設有針對於各個小束群之單一個大隙孔的一厚板與其具有針對於各群的各個各別小束之多個較小隙孔的一薄陣列板所構成之更進一步的優先選擇。此等厚與薄板可為二個單獨的連接板或單一個板，其中，大隙孔先形成而隨後為小隙孔。大隙孔較佳為形成環繞較小隙孔群之垂直壁部 V_c ，大隙孔與較小隙孔群較佳為同軸配置，如圖所示。

【00112】 用於小束遮沒器陣列6之薄陣列板包括：切換或遮沒電極。陣列4D之小束顯現隙孔稍微小於小束遮沒器陣列6之隙孔。根據本發明之再一個實施例，隙孔陣列4D與小束遮沒器陣列6整合於單一個陣列。此進一步整合具有優點在於進一步減少於系統柱之內的光學元件數目，但是具有缺點在於較為難以製造而且維持一整體隙孔陣列之高精密度與高均勻度的隙孔。

【00113】 本發明之附加的觀點進而界定於一種無遮罩的平版印刷系統，其運用複數個小束以曝光一目標，該種系統包含：一用於產生複數個小束的小束產生器；一用於可控制遮沒小束的小束遮沒器；一系列用於將小束投射至該目標之一表面的投影透鏡系統；其中，該小束產生器包含：至少一個用於產生一帶電粒子束的帶電粒子源；一界定自該帶電粒子束之複數個子束的子束產生器；及，一界定自該等子束各者之一群的個別小束的小束產生器。該無遮罩的平版印刷系統可更包含：一用於影響該等子束

的子束操縱器陣列。該子束操縱器陣列可為一系列的子束截斷器，用於截斷一子束之第一部分而且令該子束之第二部分為繼續。該截斷器可截斷該子束之一周邊部分，而該子束之一中央部分為繼續。該子束操縱器陣列可包含一準直器陣列，用於準直該等子束。該種系統係可包含其發散直到該準直器陣列之束與子束。

【00114】 該種系統更包含：一附加的準直器陣列，用於準直該等小束。該子束操縱器陣列可包含一聚光透鏡陣列，於該陣列之各個聚光透鏡影響該等子束之一者。該聚光透鏡可操縱該子束以將該子束會聚朝向一共同會聚點。該子束可在分割為小束之後而會聚朝向對應於該等投影透鏡系統之一者的一點。該子束操縱器陣列可適用於將源自一子束的小束群會聚朝向針對於各群的一共同會聚點，該共同會聚點可選用為對應於該等投影透鏡系統之一者的一點。產生自該束之子束的數目可為於5,000與50,000之間的範圍。產生自該等子束之小束的數目可為於2與10,000之間的範圍。該等投影透鏡系統可位在於目標表面之附近，使得於該投影透鏡系統的一源側與小束產生器之間的距離大於該源側與目標表面之間的距離。該隙孔陣列可用於該等子束之產生及該等小束之產生。

【00115】 本發明亦涵蓋一種運用複數個小束以曝光一目標之方法，該種方法包含：產生複數個小束；可控制遮沒小束；投射小束至該目標之一表面；其中，該等小束之產生包含：產生一帶電粒子束；界定自該帶電粒子束之複數個子束；及，界定自該等子束各者之成群的個別小束。該種方法可更包含步驟：光學式操縱該等子束。光學式操縱可包括：將該等子束會聚至一會聚點。該會聚點可在分割該等子束成為個別小束之後而位在一

點，該會聚點針對於產生自該子束的小束群之一共同會聚點且可選用為對應於該等投影透鏡系統之一者的一點。該種方法可更包含步驟：群式操縱產生自單一子束的小束。

【00116】 本發明亦包括一種運用複數個小束以曝光一目標之方法，該種方法包含：產生一帶電粒子束；界定自產生的束之個別的小束或子束；將小束群會聚至針對於各群的一共同會聚點；可控制遮沒小束以產生圖案化的小束；及，投射該等圖案化小束至該目標表面；其中，各個小束群會聚朝向對應於用於投射該等圖案化小束至該目標表面之一投影透鏡系統的一點。

【00117】 本發明已經關於上述某些實施例而描述。將為認知的是：此等實施例容許對於熟悉此技術人士為眾所週知的種種修改與替代形式而未脫離本發明之精神與範疇。是以，雖然特定實施例已經描述，此等特定實施例僅為舉例且並非為限制本發明之範疇，本發明之範疇界定於伴隨的申請專利範圍。

【符號說明】

【00118】

- 1：電子源
- 2：雙重八極
- 3：準直透鏡
- 4、4A、4B、4C、4D：隙孔陣列
- 5：透鏡陣列
- 5A：第一聚光透鏡陣列
- 5B：第二聚光透鏡陣列

- 5C：聚光透鏡陣列
- 6：小束遮沒器陣列
- 6G：群偏轉器陣列
- 7：末端模組
- 8：束停止器陣列
- 9：束偏轉器陣列
- 10：投影透鏡配置
- 11：目標
- 12、13、14：板
- 15、15A、15B：準直器陣列
- 16A：小束光點
- 16B：圖案化小束
- 18：成形隙孔陣列
- 19：平面
- 20：電子束
- 20A、20B：子束
- 21：小束
- 21V：虛擬小束
- 22：遮沒小束
- 23：隙孔
- 30A、30B：單一偏轉器
- 31：記憶體單元
- 32：切換電極
- 33：孔/隙孔
- 34：接地電極

35：電氣控制線路

36、36A、36B：控制線路

Dc：聚光透鏡直徑

Ds：直徑或環繞測量

S：側邊

V1、V2、V3：電壓

W₁、W₂、W₀：尺寸

W_s：偏轉場之大小

●
【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)

發明摘要

※ 申請案號： 104101464 (由 98112444 分割)

※ 申請日： 98.4.15 . ※IPC 分類： H01J 3/18 (2006.01)
H01J 37/10 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

投影透鏡配置

Projection Lens Arrangement

【中文】

本發明是關於一種運用複數個小束以曝光目標之帶電粒子多小束系統。該種系統具有一帶電粒子源、一隙孔陣列、一小束操縱器、一小束遮沒器及一系列的投影透鏡系統。構成該帶電粒子源以產生一帶電粒子束。構成該隙孔陣列以界定將該產生的束分離成小束。構成該小束操縱器以會聚該等小束群朝向針對於各群的一共同會聚點。構成該小束遮沒器以於該等小束群中可控制遮沒之小束。最後，構成該系列的投影透鏡系統以投射該等小束群之未遮沒的小束至該目標之表面。該小束操縱器進而適以將該等小束群之各者朝向對應於該等投影透鏡系統之一者的一點會聚。

【英文】

The invention relates to a charged particle multi-beamlet system for exposing a target using a plurality of beamlets. The system has a charged particle source, an aperture array, a beamlet manipulator, a beamlet blanker, and an array of projection lens systems. The charged particle source is configured to generate a charged particle beam. The aperture array is configured to define separate beamlets from the generated beam. The beamlet manipulator is

configured to converge groups of the beamlets towards a common point of convergence for each group. The beamlet blanker is configured to controllably blank beamlets in the groups of beamlets. Finally, the array of projection lens systems is configured to project unblanked beamlets of the groups of beamlets on to the surface of the target. The beamlet manipulator is further adapted to converge each of the groups of beamlets towards a point corresponding to one of the projection lens systems.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(3)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 1：電子源
- 3：準直透鏡
- 4：隙孔陣列
- 5：透鏡陣列
- 6：小束遮沒器陣列
- 6G：群偏轉器陣列
- 7：末端模組
- 8：束停止器陣列
- 9：束偏轉器陣列
- 10：投影透鏡配置
- 11：目標
- 20：電子束
- 21：小束

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

申請專利範圍

1. 一種運用複數個小束以曝光一目標的帶電粒子多小束系統，該系統包含：

小束產生器，其用於產生複數個小束；

小束遮沒器，其用於可控制地個別遮沒該等小束；以及

一系列的投影透鏡系統，其用於將未遮沒的該等小束投射至該目標之表面；

其中該小束產生器包括：

至少一帶電粒子源，其用於產生帶電粒子束；

子束產生器，其用於從該帶電粒子束界定複數個子束；

子束操縱器陣列，其用於影響該等子束；以及

隙孔陣列，其從該等子束界定小束，

其中該隙孔陣列被配置成用於從該等子束中的各個子束界定個別小束群，從而形成複數個的該個別小束群。

2. 如申請專利範圍第 1 項之系統，其中，該子束操縱器陣列包括一系列的子束截斷器，用於截斷一子束之第一部分而且令該子束之第二部分為繼續。

3. 如申請專利範圍第 2 項之系統，其中，該系列的子束截斷器是一陣列的隙孔，其中該隙孔被配置成截斷該子束之周邊部分。

4. 如申請專利範圍第 1 項之系統，其中，至少一個該帶電粒子源被配置成用於產生發散的帶電粒子束。

5. 如申請專利範圍第 1 項之系統，更包含準直器。

6. 如申請專利範圍第 1 項之系統，其中，該系統包含準直器陣列，其配置成準直該等子束。

7.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中，該子束操縱器陣列適用於將源自於子束的小束群會聚朝向針對每個群的共同會聚點。

8.如申請專利範圍第 7 項之系統，其中，該子束操縱器陣列包含聚光透鏡陣列。

9.如申請專利範圍第 8 項之系統，其中，在該聚光透鏡陣列中的每個聚光透鏡配置成在分成小束之後，操縱該等子束中的一者以朝向對應於該等投影透鏡系統中的一者之一點會聚。

10.如申請專利範圍第 7 項之系統，其中，該共同會聚點對應於該等投影透鏡系統中的一者。

11.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中，該隙孔陣列與該小束遮沒器被整合成單一陣列。

12.如申請專利範圍第 11 項之系統，其中，該隙孔陣列與該小束遮沒器皆以第一板和第二板所建構，其中該第一板設有針對每一小束群之單一隙孔，以及該第二板具有針對在每一群中的各自個別小束之多個較小的隙孔，該第一板是比該第二板還厚。

13.如申請專利範圍第 1 項之系統，更包括含有複數個隙孔的束停止器陣列，該束停止器陣列在該系統運作期間適合與該小束遮沒器一起操作以阻擋或讓該等小束通過。

14.如申請專利範圍第 13 項之系統，其中，在該束停止器陣列中的該等隙孔界定該等小束的開口角度。

15.如申請專利範圍第 13 項之系統，其中，在該束停止器陣列中的該等隙孔是圓形且具有限制通過該隙孔的每個小束的橫截面之直徑。

16.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中，每個投影透鏡系統被配置成將該等個別小束群中的對應的一者投影到該目標。

17.如申請專利範圍第 1 項之系統，更包括設在該小束遮沒器和該系列

的投影透鏡系統之間的束停止器陣列，該束停止器陣列包括設有隙孔陣列的基板，其中該束停止器陣列被配置成阻擋或讓該等小束群中的小束的個別小束通過。

18.如申請專利範圍第 1 項之系統，其中，該小束遮沒器包含具有複數個隙孔於其中的板，該等隙孔具有在該遮沒器的平面中為圓形的橫截面。

19.如申請專利範圍第 18 項之系統，其中，該小束遮沒器包括複數個切換電極，其與該等隙孔關聯以用於偏轉通過該等隙孔的小束，並且用於每個隙孔的該切換電極中的至少一個具有圓形或凹面的形狀。

20.一種運用複數個小束以曝光一目標的帶電粒子多小束系統，該系統包含：

小束產生器，其用於產生複數個小束；

小束遮沒器，其用於可控制地遮沒該等小束；

束停止器陣列，其包含複數個隙孔，該束停止器陣列在該系統運作期間適合與該小束遮沒器一起操作以阻擋或讓該等小束通過；以及

一系列的投影透鏡系統，其用於將未遮沒的該等小束投射至該目標之表面；

其中該小束產生器包括：

至少一帶電粒子源，其用於產生帶電粒子束；

子束產生器，其用於從該帶電粒子束界定複數個子束；

子束操縱器陣列，其用於影響該等子束；以及

隙孔陣列，其從該等子束界定小束，

其中該隙孔陣列被配置成用於從該等子束中的各個子束界定個別小束群；以及

其中該子束操縱器陣列適用於將源自子束的小束群會聚朝向針對對應於該投影透鏡系統的一者之每個群的共同會聚點，在該系統運作期間該共

同會聚點是位在該束停止器陣列的相關隙孔和該相關投影透鏡系統的有效透鏡平面之間。

21. 一種運用複數個小束以曝光一目標的帶電粒子多小束系統，該系統包含：

小束產生器，其用於產生複數個小束；

小束遮沒器，其用於可控制地遮沒該等小束；

束停止器陣列，其包含複數個隙孔，該束停止器陣列在該系統運作期間適合與該小束遮沒器一起操作以阻擋或讓該等小束通過，其中該束停止器陣列中的該等隙孔界定該等小束的開口角度；以及

一系列的投影透鏡系統，其用於將未遮沒的該等小束投射至該目標之表面；

其中該小束產生器包括：

至少一帶電粒子源，其用於產生帶電粒子束；

子束產生器，其用於從該帶電粒子束界定複數個子束；

子束操縱器陣列，其用於影響該等子束；以及

隙孔陣列，其從該等子束界定小束，

其中該隙孔陣列被配置成用於從該等子束中的各個子束界定個別小束群；以及

其中該子束操縱器陣列適用於將源自子束的小束群會聚朝向針對對應於該投影透鏡系統的一者之每個群的共同會聚點，在該系統運作期間該共同會聚點是位在該束停止器陣列的相關隙孔和該相關投影透鏡系統的有效透鏡平面之間。