



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201729233 A

(43)公開日：中華民國 106 (2017) 年 08 月 16 日

(21)申請案號：105135294

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 01 日

(51)Int. Cl. : *H01J37/12 (2006.01)*

H01J37/147 (2006.01)

(30)優先權：2015/11/20 美國

14/947,241

(71)申請人：I C T 積體電路測試股份有限公司 (德國) ICT INTEGRATED CIRCUIT TESTING
GESELLSCHAFT FUR HALBLEITERPRUFTECHNIK MBH (DE)

德國

(72)發明人：庫克 班傑明約翰 COOK, BENJAMIN JOHN (GB) ; 溫克勒 迪特 WINKLER,
DIETER (DE)

(74)代理人：李世章；彭國洋

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：20 項 圖式數：10 共 52 頁

(54)名稱

靜電多極元件、靜電多極裝置及製造靜電多極元件的方法

ELECTROSTATIC MULTIPOLE DEVICE, ELECTROSTATIC MULTIPOLE ARRANGEMENT, AND
METHOD OF MANUFACTURING AN ELECTROSTATIC MULTIPOLE DEVICE

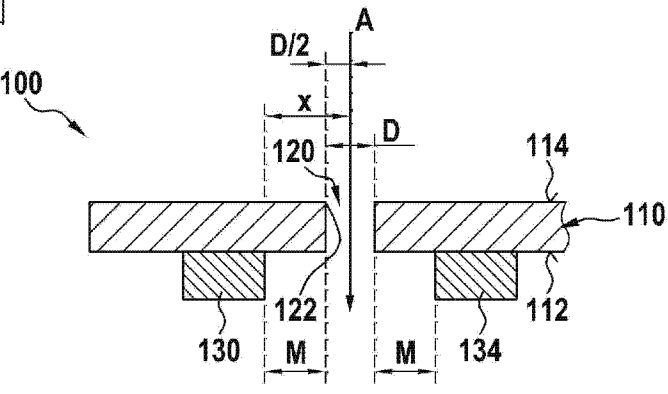
(57)摘要

本案描述一種靜電多極元件，該靜電多極元件用於影響沿一光軸傳播的一帶電粒子束。該靜電多極元件包含一基板，該基板具有用於該帶電粒子束的至少一孔徑開口及形成在該基板之一第一主表面上的四或更多個電極，該帶電粒子束沿該光軸延伸通過該基板，該四或更多個電極用於影響通過該孔徑開口傳播的該帶電粒子束，其中該四或更多個電極之各者經排列在離該孔徑開口之一射束限制邊緣為一徑向距離處。進一步，本案描述一種製造靜電多極元件的方法。

An electrostatic multipole device for influencing a charged particle beam propagating along an optical axis is described. The electrostatic multipole device comprises a substrate with at least one aperture opening for the charged particle beam, which extends along the optical axis through the substrate, and four or more electrodes which are formed on a first main surface of the substrate to influence the charged particle beam propagating through the aperture opening, wherein each of the four or more electrodes is arranged at a radial distance from a beam limiting edge of the aperture opening. Further, a method of manufacturing an electrostatic multipole device is described.

指定代表圖：

第1圖



符號簡單說明：

- 100 . . . 靜電多極元件
- 110 . . . 基板
- 112 . . . 第一主表面
- 114 . . . 第二主表面
- 120 . . . 孔徑開口
- 122 . . . 射束限制邊緣
- 130 . . . 電極
- 134 . . . 電極
- A . . . 光軸
- D . . . 孔徑開口的最小直徑
- M . . . 射束限制邊緣及電極之間的徑向距離
- X . . . 電極及光軸之間的徑向距離



201729233

E 申請日: 105/11/01

I IPC分類: H01J 37/12 (2006.01)
H01J 37/147 (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】靜電多極元件、靜電多極裝置及製造靜電多極元件的方法

【英文發明名稱】ELECTROSTATIC MULTIPOLE DEVICE,

ELECTROSTATIC MULTIPOLE ARRANGEMENT, AND METHOD OF
MANUFACTURING AN ELECTROSTATIC MULTIPOLE DEVICE

【中文】

本案描述一種靜電多極元件，該靜電多極元件用於影響沿一光軸傳播的一帶電粒子束。該靜電多極元件包含一基板，該基板具有用於該帶電粒子束的至少一孔徑開口及形成在該基板之一第一主表面上的四或更多個電極，該帶電粒子束沿該光軸延伸通過該基板，該四或更多個電極用於影響通過該孔徑開口傳播的該帶電粒子束，其中該四或更多個電極之各者經排列在離該孔徑開口之一射束限制邊緣為一徑向距離處。進一步，本案描述一種製造靜電多極元件的方法。

【英文】

An electrostatic multipole device for influencing a charged particle beam propagating along an optical axis is described. The electrostatic multipole device comprises a substrate with at least one aperture opening for the charged particle beam, which extends along the optical axis through the substrate, and four or more electrodes which are formed on a first main surface of the substrate to influence the charged particle beam propagating through the aperture opening, wherein each of the four or more electrodes is arranged at a radial distance from a beam limiting

edge of the aperture opening. Further, a method of manufacturing an electrostatic multipole device is described.

【指定代表圖】第（ 1 ）圖。

【代表圖之符號簡單說明】

1 0 0 靜電多極元件

1 1 0 基板

1 1 2 第一主表面

1 1 4 第二主表面

1 2 0 孔徑開口

1 2 2 射束限制邊緣

1 3 0 電極

1 3 4 電極

A 光軸

D 孔徑開口的最小直徑

M 射束限制邊緣及電極之間的徑向距離

X 電極及光軸之間的徑向距離

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】靜電多極元件、靜電多極裝置及製造靜電多極元件的方法

【英文發明名稱】ELECTROSTATIC MULTIPOLE DEVICE,

ELECTROSTATIC MULTIPOLE ARRANGEMENT, AND METHOD OF
MANUFACTURING AN ELECTROSTATIC MULTIPOLE DEVICE

【技術領域】

【0001】 本說明書描述的實施例有關於用於影響帶電粒子束（例如電子束）的靜電多極元件，例如用於檢測系統之應用、測試系統之應用、缺陷檢查或臨界尺寸（critical dimensioning）之應用、表面成像應用（SEM）或類似者，還有製造靜電多極元件的方法。本案實施例亦關於包括二或更多個靜電多極元件的靜電多極裝置。按照本說明書揭示之實施例的靜電多極元件及靜電多極裝置可經使用在經配置為多射束系統的帶電粒子束元件中。進一步實施例有關於製造靜電多極元件的方法。

【先前技術】

【0002】 現代的半導體科技已產生對於在奈米或甚至次奈米規模中建構及探測試樣的高需求。微米及奈米規模的製程控制、檢測或結構，經常以帶電粒子束（例如電子束）來完成，該些帶電粒子束是在帶電粒子束元件（像是電子顯微鏡或電子束圖案產生器）中產生、成形、偏向及聚焦。為檢測之目的，帶電粒子束因為其波長比光束的波

長短，因此比起（例如）光子束提供了更卓越的空間解析度。

【0003】 利用帶電粒子束的檢測元件（像是掃描式電子顯微鏡，SEM）在複數個產業領域有許多功能，包括（但不限於）製造期間的電子電路檢測、微影製程用的曝光系統、偵測元件、缺陷檢測工具、及用於積體電路的測試系統。在該粒子束系統中，能夠利用具有高電流密度的精密探測器。舉個例，在SEM的情況中，原始電子（PE）束產生像是二次電子（SE）及/或背散射電子（BSE）的粒子，該些粒子能夠被用來成像及分析試樣。

【0004】 基於電子束的系統的一個缺點是在聚焦點之內有限的探測電流。隨著增加的解析度（減少的點尺寸），由於被需要以控制像差的孔徑角度減少，探測電流亦進一步減少。因為電子間的交互作用，較高亮度的來源能對探測電源僅提供有限的改善。為減少電子束系統中的電子間交互作用已有採取多種作法，像是減少柱長度及/或提高柱能量並結合以將電子束的減速至最後著陸能量（landing energy）延遲到剛好在該樣品前。然而，以所需的解析度改善單一電子束的產出量變得越來越有挑戰性。解決此類問題的一種做法是利用多個射束，其可由單一來源在一個柱內產生，藉射束的個數減少產出量。

【0005】 然而，個別地導向、偏向、成形、校正、及聚焦此一多射束系統的個別小射束是困難的。靜電多極偏向器及校正器（像是靜電八極元件）可用於此。然而，要足

夠地微型化靜電多極元件、且同時維持優越的射束影響屬性、及電場屬性，是困難的。雖然可以可控的勞力來製造出微型化靜電偶極元件（例如對照元件（blanking device）），但要提供適合用於產生優越電場品質的微型化多極元件（像是四極或八極元件）特別困難。

【0006】 還有，另外用於單一帶電粒子束系統的多極元件可能遭受靜電場的質量不足，此可導致增加的點尺寸並損及帶電粒子束元件可達成的空間解析度。據此，需要可提供優越之電場品質的靜電多極元件，以供用於偏向及/或校正帶電粒子束。

【發明內容】

【0007】 鑒於以上，按照本案之獨立項，提供了一種用於影響沿一光軸傳播之一帶電粒子束的靜電多極元件及一種具有兩個以上靜電多極元件的靜電多極裝置。按照進一步的態樣，提供了製造用於影響帶電粒子束之靜電多極元件的方法。從附屬請求項、說明書及隨附圖式將顯而易見實施例的進一步態樣、優點及特徵。

【0008】 按照本說明書所述實施例，提供了一種用於影響沿一光軸傳播之一帶電粒子束的靜電多極元件，該靜電多極元件包括：一基板，該基板具有用於該帶電粒子束的至少一孔徑開口，該帶電粒子束沿該光軸延伸通過該基板；及形成在該基板之一第一主表面上的四或更多個電極，該四或更多個電極用於影響通過該孔徑開口傳播的該

帶電粒子束，其中該四或更多個電極之各者經排列在離該孔徑開口之一射束限制邊緣為一徑向距離處。

【0009】 按照本說明書所述的進一步態樣，提供了一種靜電多極裝置，該靜電多極裝置用於個別地影響至少一第一帶電粒子小射束及一第二帶電粒子小射束，該第一帶電粒子小射束沿一第一光軸傳播，該第二帶電粒子小射束沿一第二光軸傳播，該靜電多極裝置包括：一基板，該基板具有用於產生該第一帶電粒子小射束的一第一孔徑開口及用於產生該第二帶電粒子小射束的一第二孔徑開口，該第一帶電粒子小射束沿該第一光軸延伸通過該基板，該第二帶電粒子小射束沿該第二光軸延伸通過該基板；形成在該基板之一第一主表面上的四或更多個第一小射束電極，該四或更多個第一小射束電極用於影響該第一帶電粒子小射束，其中該四或更多個第一小射束電極之各者經排列在離該第一孔徑開口之一射束限制邊緣為一徑向距離處；及形成在該基板之該第一主表面上的四或更多個第二小射束電極，該四或更多個第二小射束電極用於影響該第二帶電粒子小射束，其中該四或更多個第二小射束電極之各者經排列在離該第二孔徑開口之一射束限制邊緣為一徑向距離處。

【0010】 按照本說明書所述的進一步態樣，提供了一種製造用於影響一帶電粒子束之一靜電多極元件的方法，該帶電粒子束沿一光軸傳播，該方法包括下列步驟：提供一多層基板，該多層基板具有一絕緣體層及經排列在該絕緣

體層頂上的一導體或半導體層；形成用於該帶電粒子束的至少一孔徑開口，該帶電粒子束沿該光軸通過該多層基板延伸；及部分地移除該導體或半導體層，使得該導體或半導體層的剩餘部分形成在該絕緣體層之一第一主表面上的四或更多個電極，以影響通過該孔徑開口傳播的該帶電粒子束，其中該四或更多個電極之各者經排列在離該孔徑開口之一射束限制邊緣為一徑向距離處。

【0011】 本案實施例亦針對用於實施所揭示之方法的設備，並包括用於實施個別方法動作的設備部件。此方法可藉由硬體組件、由適當軟體所程式化的電腦、上述兩者之任意組合或任何其他方式來實施。此外，按照本發明的實施例亦針對操作所述設備的方法。

【0012】 從附屬請求項、說明書及圖式可顯而易見本案所述實施例能連帶的進一步態樣、優點及細節。

【圖式簡單說明】

【0013】 因此，以能夠詳細了解本發明的上述特徵的方式，以下將參照實施例提供本發明更特定的說明（如上簡短概述者）。隨附的圖式乃關於一或更多個實施例且如以下說明。

【0014】 第1圖顯示按照本說明書所述實施例的靜電多極元件的示意截面圖；

【0015】 第2A圖顯示按照本說明書所述實施例的靜電多極元件的示意截面圖；

【0016】 第2B圖顯示第2A圖之靜電多極元件的前視圖；

【0017】 第3A圖以示意截面圖顯示按照本說明書所述實施例的靜電多極元件；

【0018】 第3B圖顯示第3A圖之靜電多極元件的前視圖；

【0019】 第3C圖顯示第3A圖之靜電多極元件的後視圖；

【0020】 第4A圖顯示按照本說明書所述實施例的靜電多極元件的示意截面圖；

【0021】 第4B圖顯示第4A圖之靜電多極元件的前視圖；

【0022】 第4C圖顯示第4A圖之靜電多極元件的後視圖；

【0023】 第5圖顯示按照本說明書所述實施例的靜電多極元件的示意截面圖；

【0024】 第6圖顯示按照本說明書所述實施例的靜電多極元件的示意截面圖；

【0025】 第7圖顯示按照本說明書所述實施例的靜電多極裝置的示意前視圖；

【0026】 第8圖顯示按照本說明書所述實施例的靜電多極裝置的示意截面圖；

【0027】 第9圖顯示一個具有按照本說明書所述實施例之靜電多極裝置的帶電粒子束元件的示意圖；及

【0028】 第10A圖～第10E圖圖示製造按照本說明書所述實施例之靜電多極元件的方法之各種程序。

【實施方式】

【0029】 現將詳細參照說明本發明之各種實施例，而這些實施例的一或更多例子描繪在圖式中。在以下的圖式說明中，相同的參考元件符號指稱相同的組件。一般來說，僅說明相對於個別實施例的差異。提供了各個例子作為解釋，而非意圖當作限制。進一步，經圖示或描述為一實施例之部分的特徵能被利用在其他實施例上或結合以其他實施例，以產生又進一步的實施例。本說明書意圖包括此類修改及變異。

【0030】 靜電多極元件（像是靜電四極元件或靜電八極元件）可經用以校正帶電粒子束的像差。例如，在一例示性幾何排列中，可將八個電極排列在（例如）圍繞該帶電粒子束之傳播路徑的一環形的圓周上。例如，該等電極可彼此相同間隔 45° 。依對該帶電粒子束的所欲影響而異，可交替地對該等電極施加 $+V$ 及 $-V$ 的電位以提供一八極場，來校正該帶電粒子束的散光。替代地，可對該等電極在圓周方向中以例如以下順序施加電壓： $+V$ 、 $+\sqrt{2}/2V$ 、 0 、 $-\sqrt{2}/2V$ 、 $-V$ 、 $-\sqrt{2}/2V$ 、 0 、 $+\sqrt{2}/2V$ ，以提供適合用於偏向該帶電粒子束的一偶極場。在另一例中，可將四個電極排列在（例如）圍繞帶電粒子束之傳播路徑的一環的圓周上。例如，該等電極可彼此相等間隔

90°以提供一靜電四極元件。可交替地對該等電極施加 +V 及 -V 的電位以提供一四極場。

【0031】 靜電多極元件的建構可藉由施加由導電材質製成的電極至一支撐結構，該支撐結構由（例如）絕緣材質製成。例如，藉由排列兩平板電極或彎曲電極在該帶電粒子束的相對側上，可製成精簡的偶極元件，此種方式在該等偏向器電極之間為該帶電粒子束提供了足夠的空隙。因此，能對該帶電粒子束施加良好品質偏向電場，以供相對於該光軸將該帶電粒子束偏向一預先決定的偏向角。

【0032】 在一些情形中，提供一個偶極元件可能不夠。例如，可能需要四極元件或八極元件來校正射束像差（像是球面像差或散光）。然而，要製造具有小的橫向尺寸之四極元件或其他更高階多極元件可能是困難的，因為該等電極將被排列在相對於該帶電粒子束例如在圍繞光軸延伸的一環形線上的不同角位置處。帶電粒子束的帶電粒子可能靠近該等電極之一傳播且傳播通過該校正電場（electric correction field）的邊緣區域，在該邊緣區域處的電場品質可能遜於靠近光軸處的電場品質。

【0033】 為了確保帶電粒子將僅進入該等電極之間的中心區域，可在該靜電多極元件的上游處置放具有小孔徑開口的一孔徑平板，以供相對於排列在該孔徑平板下游處的該等電極置中該帶電粒子束。然而，在微型化元件的情況中因空間尺寸小所致，該孔徑平板及該多極元件的相對

排列方式可能困難。為了解決上述問題，按照本說明書所述實施例，提供了一種靜電多極元件，其既易於以微型化形式製造且同時經配置以在該等電極之間的中心區域提供高品質的電場。進一步，該些帶電粒子在系統中的位置（特別是相對於該些電極）可得以控制。

【0034】 第1圖中顯示了按照本說明書所述實施例的一靜電多極元件100的示意截面圖。靜電多極元件100經配置以影響通過一孔徑開口120沿光軸傳播的一帶電粒子束（例如電子束）。靜電多極元件100包括一基板110及四或更多個電極130、132、134、136，基板110具有用於帶電粒子束的至少一孔徑開口120，該帶電粒子束沿光軸A延伸通過該基板，該四或更多個電極形成在該基板的一第一主表面112上以影響通過孔徑開口120傳播的該帶電粒子束。該四或更多個電極中之二者（130、134）可經排列在孔徑開口120的相對側上，如第1圖的截面圖顯示。

【0035】 該四或更多個電極分別經排列在離該孔徑開口之一射束限制邊緣122一徑向距離（M）處。換句話說，不是該等電極自身形成針對該帶電粒子束的射束限制邊緣，而是該等電極被排列在相對於該孔徑開口之射束限制邊緣的徑向外側。因此，平行於該光軸通過該孔徑開口傳播的該帶電粒子束，其帶電粒子離該等電極一距離處經過。因此，該等帶電粒子不會通過該電場之邊緣區域傳播，在該電場的邊緣區域的電場偏離於該光軸上的電場。

該孔徑開口的射束限制邊緣 122 可為該孔徑開口之最小淨寬度 (clear width) 的一部分或最小淨直徑 (clear diameter) 的一部分，射束限制邊緣 122 限制了通過該孔徑開口傳播的該帶電粒子束的徑向延伸度。

【0036】 例如，孔徑開口 120 可以一基本上恆定的寬度或直徑 D 延伸通過基板 110，如第 1 圖中所示。在此例中，該孔徑開口的射束限制邊緣 122 對應於孔徑開口 120 的一入口邊緣，因為平行於該光軸傳播之準直帶電粒子束的寬度在進入至孔徑開口 120 之時受到限制。射束限制邊緣 122 及電極 130 之間的徑向距離 M 對應於連接該射束限制邊緣及該電極的一連接線的徑向組分的長度。本說明書中所述「徑向方向」可指從該光軸以相對於該光軸的垂直方向朝外徑向延伸的方向。

【0037】 在一些實施方式中，孔徑開口 120 的寬度可從該孔徑開口的上游側到該孔徑開口的下游側以漸進或持續的方式至少部分地變化（例如增加）。一些例子如第 3A、5、及 6 圖中所示。同時在此例中，該孔徑開口的射束限制邊緣 122 可對應於該孔徑開口的一入口邊緣，因為該帶電粒子束的寬度在進入至孔徑開口 120 之時受到限制。射束限制邊緣 122 及電極 130 之間的徑向距離 M 對應於連接該射束限制邊緣及該電極的一連接線的徑向組分的長度。因此，平行該光軸通過該孔徑開口傳播的帶電粒子在離各個電極一距離處經過。

【0038】 為了確保帶電粒子僅通過該等電極之間的中心區域傳播(在該中心區域處電場比徑向外側之邊緣區域的電場品質更佳),距離M可為 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上,特定為 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上,更特定為 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上,或甚至 $500\text{ }\mu\text{m}$ 以上。在一些實施方式中,在該電極及該光軸之間的徑向距離為一距離X,對於該等電極之各者而言距離M及距離X之間的比例(M/X)可在0.5以上,特別是0.6以上,更特定為0.8以上。

【0039】 按照一些實施例,基板110同時經配置來提供用於該帶電粒子束的孔徑開口120以及來維持該等電極在其第一主表面上,該第一主表面在該孔徑開口的下游處。由於該孔徑開口及該等電極之間固定的空間關係所致,帶電粒子束經自動地置中於兩相對電極之間。因此,無須調整孔徑平板及該等電極之間的相對空間排列方式,因為提供了包含孔徑開口及電極的單一模組。在一些實施方式中,該等電極被固定至該基板的第一主表面,例如以黏合連接方式。在一些實施方式中,該等電極與該基板為整體製造。

【0040】 四或更多個電極130、132、134、136可排列在基板110的第一主表面上相對於該光軸對應角位置處。若該靜電多極元件被提供為一四極元件,該等電極可經排列於下列角度: 0° ($+/-5^{\circ}$)、 90° ($+/-5^{\circ}$)、 180° ($+/-5^{\circ}$)、及 270° ($+/-5^{\circ}$),而該光軸經排

列於中心位置。兩電極可經分別排列在孔徑開口120的相對側上，如第1圖中所示。

【0041】該基板可為平坦平板基板，例如晶圓（像是多層晶圓）。例如，該基板可為具有至少一絕緣體層的多層基板，該等電極經形成在該至少一絕緣體層上。

【0042】在一些實施例（可與本說明書所揭示之其他實施例結合）中，該孔徑開口可具有圓形或環形截面形狀。因此，能藉由將一寬角度帶電粒子束導向為沿該光軸通過該孔徑開口來產生一圓形或環形帶電粒子小射束。孔徑開口具有的最小直徑 D （淨直徑）可在1 mm以下，特別是500 μm 以下，更特定為200 μm 以下，或甚至100 μm 以下。

【0043】在一些實施方式中，該孔徑開口的最小半徑（ $D/2$ ）可更小，特別是小於光軸A及該四或更多個電極之間的徑向距離 X 的 $1/2$ ，更特別是小於徑向距離 X 的 $1/3$ ，更特定為小於徑向距離 X 的 $1/5$ 。在一些實施方式中，該四或更多個電極的內電極表面可經排列在圍繞光軸A延伸之一環形線上，其中該環形線的半徑可大於該孔徑開口之最小半徑（ $D/2$ ）的兩倍。在一些實施方式中，孔徑開口120的最小直徑 D 可小於該四或更多個電極中分別被排列在該孔徑開口120之相對側上的二電極130、134之間的最小距離。在一些實施方式中，對於該等電極之各者來說距離該光軸的徑向距離 X 是相同的。

【0044】 當該些電極之部分或全部包含（例如）矽或摻雜矽（doped silicon）時，按照本說明書揭示之實施例的靜電多極元件100之製造能被簡化。排列在平坦基板頂上的矽電極可以尤其簡單的方式以微型化形式形成自一SOI基板（矽晶絕緣體，Silicon-on-Insulator）。進一步，晶態矽或摻雜矽的導電性可能足夠自其形成靜電多極元件的電極。不一定需要從甚至更高導電性的材質（例如金屬）所製成的電極。在其他實施方式中，該等電極能包含金屬或由金屬製成。不過，還有其他材質系統可能適合提供具有絕緣體或半導體的、類似於SOI晶圓的多層晶圓結構。

【0045】 第2A圖是按照本說明書所述實施例之一靜電多極元件200的示意截面圖。第2B圖顯示靜電多極元件200的前視圖，其中圖示了靜電多極元件200的下游側。靜電多極元件200基本上對應於第1圖顯示的靜電多極元件100，於是可參照以上之解釋而無須在此重複。以下將僅詳細說明相較於第1圖之實施例的差異。

【0046】 靜電多極元件200包括一多層基板110，該多層基板110包含至少一絕緣體層212，四或更多個電極130、132、134、136形成在該至少一絕緣體層212上。該等電極自一材質形成，該材質比較起絕緣體層212之材質有更高導電性。例如，電極130、132、134、136形成自一導體或半導體材質（像是金屬或矽），該材質經排列在該絕緣體層的一第一主表面112上。

【0047】 該等電極可經配置以可連接至一相應的電位。例如，可提供一電壓供應器來對各電極連接一相應電壓。在一些情形中，各電極可與一對應連接線175連接，以將該電極與該電壓供應器連接。該連接線可至少部分地整合在絕緣體層212中。在一些實施例中，連接線175可至少部分地被提供在該基板的第一主表面112上，在該處亦形成該等電極（如第2A圖中所指示）。例如，用於將該等電極連接以一相應電位的連接線175乃自與該等電極相同的材質製成，及/或從該絕緣體層頂上（亦即在該基板的該第一主表面上）的電極往外徑向延伸。

【0048】 如第2B圖中所示，四個電極130、132、134、136經排列在一平坦基板110的第一主表面112上相對於光軸A之對應角位置處，以提供一四極元件。該四極元件可被用來進行以下至少一者：相對光軸A偏向該帶電粒子束及校正該帶電粒子束之像差。進一步，如第2B圖中所示，四個電極130、132、134、136之各者形成於離光軸A相等距離X處，其中距離X大於該孔徑開口120的最小半徑。換句話說，該四或更多個電極之各者被排列於離孔徑開口120之射束限制邊緣122一徑向距離M處。距離X可能大於該孔徑開口之最小半徑的兩倍，以確保該帶電粒子束將於離該等電極一距離處傳播。

【0049】 第2A圖中顯示的實施例中，基板110包括絕緣體層212，在絕緣體層212頂上形成有該等電極，而該基板包括具有半導體或導體材質的一進一步層214，其中

該進一步層經排列在絕緣體層212下方。進一步層214可經排列在絕緣體層212相對於第一主表面112的相對側上，該等電極形成在第一主表面112上。進一步層214可包含該基板的一第二主表面114，該第二主表面朝向靜電多極元件200的上游側。

【0050】 可用比絕緣體層212具更高導電性的材質來製成進一步層214，例如金屬或半導體，特別是矽。在一些實施方式中，該等電極及該進一步層都可由矽製成，而該絕緣體層可包括SiO₂或其他絕緣體（像是藍寶石）。當第二主表面114是導體或半導體表面時，撞擊在基板110之第二主表面114上的該帶電粒子束之帶電粒子並不累積在第二主表面114上。

【0051】 可在絕緣體層212之頂上提供電極130、132、134、136當作導體層部分。在絕緣體層212上形成該等電極可藉由在一多層基板上施加一遮罩並移除一最初為均勻頂層之部分，使得該頂層的剩餘部分形成該等電極。

【0052】 該等電極可包含矽或由矽組成。為了製造該些電極，能部分地移除（例如蝕刻）一最初為均勻的矽層（其可為SOI晶元的頂層）使得該矽層的剩餘部分形成該等電極。該等電極在前視圖中可能成梯形形狀，且如第2B圖中所示該等電極能被排列在平均間隔的角位置處。在一些實施方式中，該等電極可具有不同於梯形的形狀。例如，該等電極的內表面可能彎曲。替代地，該等電極可能被提

供做為導線，其可基本上以相對於該光軸的徑向方向延伸。在一些實施例（可與本說明書所述其他實施例結合）中，該等電極可在小於 30° 的一角範圍上延伸，該角範圍特別是小於 15° 。例如，在12極或20極元件的情況中，個別電極可在小於 10° 或小於 5° 之角範圍上延伸。

【0053】 第3A圖顯示按照本說明書所述實施例之靜電多極元件300的示意截面圖。第3B圖顯示靜電多極元件300的前視圖，在圖中圖示了靜電多極元件300的下游側。第3C圖顯示靜電多極元件300的後視圖，在圖中圖示了靜電多極元件300的上游側。靜電多極元件300基本上對應於第2A圖顯示的靜電多極元件，於是可參照以上之解釋而無須在此重複。以下將僅詳細說明相較於第2A圖之實施例的差異。

【0054】 靜電多極元件300經配置成具有共八個電極340的一八極元件，八個電極340被排列於圍繞孔徑開口120之圓周方向平均間隔的角位置處。該八極元件可被用於下列至少一者：將該帶電粒子束偏向一預先決定的偏向角，及校正該帶電粒子束的像差（例如球面像差、散光、或其他更高階射束像差）。替代地，該多極元件可經配置成具有總共12個電極的12極元件或具有總共20個電極的20極元件，其能被用於校正甚至更高階的像差。

【0055】 電極340被形成在基板110之第一主表面112上，該基板110是包括一絕緣體層212及一進一步層

214的多極基板，該等電極340形成在該絕緣體層上，進一步層214包含孔徑開口120的射束限制邊緣122。

【0056】 在一些實施例(能與本說明書中所述其他實施例結合)中，孔徑開口120以一第一直徑延伸通過絕緣體層212，並以小於第一直徑的第二直徑延伸通過進一步層214，以形成該孔徑開口的射束限制邊緣122。因此，通過孔徑開口120傳播的帶電粒子束的帶電粒子不只在離該等電極一距離處傳播，亦在離絕緣體層212一距離處通過。因此，儘管該絕緣體層會曝露於該帶電粒子束，較少的表面電荷累積在該孔徑開口的內表面上。

【0057】 如第3A~3C圖中顯示的靜電多極元件300可如下製造。首先，提供一多層基板，該多層基板具有一絕緣體層212夾在兩進一步層之間，該兩進一步層可為導體或半導體層。該多層基板可為一SOI晶圓，具有絕緣體層212夾在兩矽層之間。藉由(舉例)蝕刻來形成用於該帶電粒子束的至少一孔徑開口，該帶電粒子束沿光軸A延伸通過該多層基板。該兩導體或半導體層中之一者經部分地移除，使得剩餘層部分在該絕緣體層的第一主表面上形成該等電極。該等電極經配置以影響通過該孔徑開口傳播的帶電粒子束。部分地移除該導體或半導體層可包括移除該導體或半導體層之部分，使得該等電極340之各者經排列在離孔徑開口120之射束限制邊緣122一徑向距離處。

【0058】 可選擇地，可從該孔徑開口的一內部分至少部分地移除(例如藉由蝕刻)該絕緣體層，使得該孔徑開口

形成在絕緣體層212中的第一直徑大於該孔徑開口形成在進一步層214中的第二直徑，該進一步層214構成該多極元件的上游層。因此，帶電粒子束的帶電粒子將主要接觸到包含射束限制邊緣的進一步層214，使得得以避免表面電荷累積在絕緣體表面上。

【0059】 因此，藉由從SOI晶圓的排列在絕緣體層212上之一含矽頂層移除材料，可形成該四或更多個電極。因此，該等電極與該絕緣體層整體形成，使得能提供一個非常精巧且強大設定，同時易於製造的多極元件。替代地或額外地，排列在該絕緣體層之上游側上的進一步層214可為SOI晶圓的底層，其亦與絕緣體層212整體形成。

【0060】 按照上述的多極元件製造方法，以最小數量的處理動作（其中有移除材質）來處理SOI晶圓以建立該靜電多極元件的基本結構。例如，一或兩個遮罩及蝕刻動作可能足以從一常見平坦SOI晶圓製造一微型化靜電多極元件。可進行一第一遮罩及蝕刻動作來蝕刻出通過該SOI晶圓的孔徑開口，並可進行一第二遮罩及蝕刻動作以從該SOI晶圓的頂層形成該等電極，以此類推。原則上到此階段可停止。然而，流離電子仍可能遭遇到絕緣體層而將該絕緣體層充電，而致使射束扭曲。

【0061】 為了解決此問題，可以從該孔徑開口的內側表面蝕刻回該絕緣體層。例如，如第3A圖中顯示，可從該孔徑開口的內側來部分地移除絕緣體層212，在該孔徑開

口的內側會呈現一露出的絕緣體表面。因此，電子打擊絕緣體表面的機率能進一步降低。

【0062】 替代地或額外地，在一些實施例（可與本說明書揭示之其他實施例結合）中，該靜電多極元件可在一外表面上至少部分地被塗佈一高電阻層。該高電阻層可至少部分地覆蓋一絕緣表面的露出部分，以避免該絕緣表面的充電。

【0063】 第4A圖、第4B圖、及第4C圖顯示具有高電阻層之靜電多極元件400的例子，該高電阻層是當作基板之外表面上及/或電極上的塗層所提供。靜電多極元件400基本上對應於第3A圖至第3C圖中顯示的靜電多極元件，於是可參照以上之解釋而無須在此重複。經提供的靜電多極元件400具有一高電阻層。

【0064】 在一些實施例中，該高電阻層的第一部分407至少部分地圍繞光軸A分別在兩相鄰電極340之間延伸，且該高電阻層的第一部分407經配置以允許在電極340之間的電流流動。

【0065】 該高電阻層可為至少部分地覆蓋絕緣體層212的第一主表面112在電極340之間的區域的塗層。在一些實施方式中，該高電阻層的第一部分407同時覆蓋了形成在絕緣體層212上的電極340以及該等電極之間絕緣體層212的部分。例如，在第4A至4C圖中所示實施例中，靜電多極元件400的整個下游表面被高電阻層的第一部分407所覆蓋。

【0066】 該高電阻層可為一碳層。替代地或額外地，該高電阻層可經配置使得在圓周方向彼此相鄰的兩電極340不完全彼此電隔離。相反地，在被設定在不同電位上的相鄰電極之間可有1 nA以上、特別是10 nA以上、及/或10 μA以下的小電流流動。替代地或額外地，高電阻層407可具有0.1 nm以上，特別是10 nm以上的厚度，及/或100 μm以下，特別是10 μm以下的厚度。替代地或額外地，該高電阻層可經提供有一預先決定的厚度和幾何形狀並以預先決定的材質製成，使得在圓周方向彼此相鄰的兩電極之間可得到大於1 MΩ且小於100 GΩ的電阻，更特定為大於10 MΩ且小於10 GΩ的電阻。

【0067】 在一些實施例(可與本說明書所揭示其他實施例結合)中，在孔徑開口120的內表面上可提供該高電阻層的第二部分406，該內表面尤其是在該孔徑開口中絕緣體層212的露出部分。

【0068】 在一些實施例(可與本說明書所揭示其他實施例結合)中，在排列於絕緣體層212下方的進一步層214的一露出主表面上(即該絕緣體層的上游側上)可提供該高電阻層的一第三部分405。

【0069】 藉著在絕緣體層212頂上提供高電阻層，可避免靜電校正器的絕緣體表面露出，且能在相鄰校正器電極之間達到基本上持續的電位下降或上升。因此，能進一步改善校正電場的空間屬性。

【0070】 第5圖顯示用於影響沿光軸A傳播之帶電粒子束的靜電多極元件500，其中基板110包括一至少部分為錐形的孔徑開口502。該孔徑開口的射束限制邊緣122被安排在該孔徑開口的一入口側，在該處該帶電粒子束可能進入該孔徑開口。該四或更多個電極之各者經排列在離該孔徑開口之射束限制邊緣有一徑向距離M處。徑向距離M可能大於100 μm 及/或可能大於該孔徑開口的最小半徑。

【0071】 第6圖顯示用於影響沿光軸A傳播之帶電粒子束的靜電多極元件600。多極元件600的基板110包括一絕緣體層212及一進一步層214，該等電極經形成在絕緣體層212上，且進一步層214由導體或半導體材質製成，進一步層214包含該孔徑開口的射束限制邊緣122。該孔徑開口以一第一較大直徑通過該絕緣體層延伸，並一第二較小直徑通過進一步層214延伸。在孔徑開口120的內表面上，為了避免表面電荷累積在露出的絕緣體表面上，絕緣體層212在相對於該進一步層的一徑向方向中被移除。在一些實施方式中，該第一直徑可大於兩相對排列之電極之間的距離，使得在該等電極下方提供一底切602。

【0072】 在一些實施例(可與本說明書所述其他實施例結合)中，孔徑開口120可經配置成一射束限制開口。換句話說，在該靜電多極元件上游該帶電粒子束的直徑可能大於孔徑開口120的最小直徑D，使得該射束可能被孔徑開口120的射束限制邊緣122部分地阻隔，且該射束可集中地在離它一徑向距離的該等電極之間進入成為一環形

小射束。校正準確度可能被增加。被排列在絕緣體層212之上游側上的導體或半導體層（進一步層214）可避免被阻隔之射束部分的表面電荷累積在靜電多極元件之第二主表面114上。

【0073】 按照本說明書所述實施例的具有四或更多個電極的靜電多極元件，可經配置以用於校正下列至少一者：一或更多個進一步靜電偏向器所導致的射束像差、帶電粒子束的散光、帶電粒子束的球面像差，及帶電粒子束的六極或更高階像差。

【0074】 第7圖顯示按照本說明書所述實施例之靜電多極裝置700的示意前視圖。靜電多極裝置700經配置以個別地影響沿一主傳播方向並排傳播的至少一第一帶電粒子小射束及一第二帶電粒子小射束。第7圖中顯示的實施例經配置以影響共三個帶電粒子小射束。該等小射束可平行於彼此傳播。在一些情形中，該等小射束可相對於彼此成一角度傳播，例如成小於100毫弧度（ mrad ）的角度，特別是小於20 mrad 。例如，該等小射束可來自單一射束源。在此種情況中，該主傳播方向可對應於射束源的主發射方向。

【0075】 多極裝置700（亦可稱為多極陣列或稱為「多極元件陣列」）包括按照本說明書所述之任意實施例的一第一多極元件702、一第二多極元件704及一第三多極元件706。多極元件702、704、706可包括單一個共同的基板110，該基板110包括通過基板110延伸之數個孔徑

開口。在第7圖中顯示的實施例中，基板110包括總共三個孔徑開口，以預先決定的陣列或圖案被排列在基板110中。

【0076】第一靜電多極元件702可經配置以影響沿一第一光軸A1傳播的第一帶電粒子小射束，第二靜電多極元件704可經配置以影響沿一第二光軸A2傳播的第二帶電粒子小射束，而第三多極元件706可經配置以影響沿一第三光軸A3傳播的第三帶電粒子小射束。

【0077】靜電多極裝置700可包括大於三個靜電多極元件，例如五、十個以上，該些靜電多極元件可被排列成給定的1維或2維圖案或陣列。例如，該多極裝置可被提供成2維多極陣列的形式。在一些實施例中，靜電多極裝置700可包括單一個共同的基板，該基板具有一第一主表面而數個電極形成在該第一主表面頂上。

【0078】該陣列之兩相鄰孔徑開口的中心之間的平均距離可小於5 mm，特別是小於3 mm，更特定為小於2 mm。

【0079】在一些實施例中，一多極裝置可包括具有兩個以上孔徑開口的一基板，該等孔徑開口以預先決定的陣列圖案（例如圓形或環形孔徑開口）延伸通過該基板。各孔徑開口可經配置以從由一射束源（例如電子源）發射的一寬角度帶電粒子束產生一帶電粒子束的小射束（例如圓形或環形小射束）。該基板的一上游表面可為一導電或半導體表面，使得打擊到該表面的帶電粒子不會累積在該表面

上。在一些實施方式中（該些實施方式可與其他實施方式結合），該些電極被保持在該基板的第一主表面上，該第一主表面為一絕緣體表面。

【0080】 四或更多個第一小射束電極701經形成在該基板的第一主表面112上以影響該第一小射束，其中四或更多個第一小射束電極701之各者經排列於離第一孔徑開口之射束限制邊緣為一徑向距離M處。該四或更多個第一小射束電極可被排列在圍繞該第一孔徑開口之對應角位置處。類似地，四或更多個第二小射束電極705經形成在該基板的第一主表面112上以影響該第二小射束，其中四或更多個第二小射束電極705中之各者經排列於離第二孔徑開口之射束限制邊緣為一徑向距離M處。該四或更多個第二小射束電極可被排列在圍繞該第二孔徑開口之對應角位置處。

【0081】 基板110的配置方式、孔徑開口的配置方式、及形成在該基板之第一主表面上的電極的配置方式，可部分對應或完全對應於以上針對第1至6圖所解釋的配置方式的適當任意結合，使得可參照以上實施例。尤其，該基板可具有絕緣體層212及包含導體或半導體材質的進一步層214，其中該孔徑開口在進一步層214中的直徑可小於該孔徑開口在絕緣體層212中的直徑。

【0082】 第8圖以一示意截面圖顯示一靜電多極裝置800，該靜電多極裝置經提供成靜電多極元件802、804、806的線形陣列。可從具有一頂層、一絕緣體層及

包含導體或半導體材質之一進一步層的單一三層晶圓來製造多極裝置800，其中該絕緣體層夾在另兩層之間。該頂層的局部可被移除（例如藉由蝕刻），使得該頂層的剩餘部分形成不同靜電多極元件802、804、806的電極。

【0083】如第8圖中所示，經排列在孔徑開口之相對側上的兩電極之間的距離大於相應孔徑開口的直徑，使得各電極經排列在離相應孔徑開口之射束限制邊緣為一徑向距離處。因此，通過相應孔徑開口傳播的帶電粒子束的帶電粒子在離該等電極一距離處通過，藉以能提供高品質偏向電場或校正電場。

【0084】第9圖顯示帶電粒子束元件1，該帶電粒子束元件1具有兩個按照本說明書所述實施例的靜電多極元件6A及6B。在其他實施例中，可只提供單一多極元件或超過兩個多極元件（能以二維陣列方式排列）。

【0085】在第9圖所示實施例中，靜電多極元件6A、6B可經配置以影響兩個帶電粒子小射束4A、4B，該些帶電粒子小射束沿一主傳播方向M並排傳播。影響一小射束可包括經由一電場來進行校正小射束的像差及偏向小射束中至少一者，該電場由排列在基板110之第一主表面上的電極3提供。

【0086】按照本說明書所述實施例之帶電粒子束元件1可包括用於產生一帶電粒子束的至少一射束源2及至少一靜電多極元件6A、6B或按照本說明書所述實施例的靜電多極裝置，該帶電粒子束沿一光軸A傳播。

【0087】射束源2可經配置以發射一帶電粒子束14。如本說明書中所述，可提供冷場發射器（CFE）、肖特基（Schottky）發射器、TFE或另外的高電流電子射束源，例如用來增加產出量。高電流被認為是在每100 mrad以上有10 μ A，例如高達5 mA，又例如每100 mrad有30 μ A至每100 mrad有1 mA。按照常見的實施方式，電流的分布基本上均勻，例如有正負（+-）10%的偏差，尤其是在線形或矩形陣列的情況中。按照一些實施例（能與本說明書所述其他實施例結合），該源或虛擬源能具有2 nm到40 nm的直徑，及/或具有典型發射半角為5 mrad以上（例如50 mrad到200 mrad）。

【0088】按照又進一步實施例（能與本說明書所述其他實施例結合），能夠提供大射束電流的TFE或另外的高亮度減量源（例如電子束源）是當發射角被增加以提供最大值10 μ A ~ 100 μ A（例如30 μ A）時亮度不會下降超過最大值的20%的源。目前可取得的肖特基或TFE發射器具有所量測亮度減量為 $5 \cdot 10^7 \text{ A m}^{-2} (\text{SR})^{-1} \text{ V}^{-1}$ ，CFE發射器的所量測亮度減量高達 $5 \cdot 10^9 \text{ A m}^{-2} (\text{SR})^{-1} \text{ V}^{-1}$ 。該系統亦可與一碳化物發射器（像是HfC）一起工作，其能具有亮度減量大約 $1 \cdot 10^{11} \text{ A m}^{-2} (\text{SR})^{-1} \text{ V}^{-1}$ 。舉例而言，具有至少 $5 \cdot 10^7 \text{ A m}^{-2} (\text{SR})^{-1} \text{ V}^{-1}$ 的射束是有益的。

【0089】在離開帶電粒子源2之後，所產生的帶電粒子束14可穿過提供在基板110中的孔徑開口5A、5B。該等

孔徑開口能在該基板上沿一圓圈或沿任何其他裝置或陣列，像是線、矩形、或正方形。藉著穿過該基板的孔徑開口 5 A、5 B，建立了多個帶電粒子束或小射束 4 A、4 B。靜電多極元件 6 A、6 B 的電極 3 可被形成在該基板的一下游側。電極 3 經配置以提供一校正電場或偏向電場。藉著通過校正電場來傳播，小射束像差可得到補償。

【0090】 其後，帶電粒子束或小射束 4 A、4 B 可經過一射束分離器組合作件 13，其可經配置以從二次射束或背散射射束（亦即信號射束）分離出原始射束。

【0091】 其後，小射束 4 A、4 B 可經過一掃描偏向器 12，該掃描偏向器是（例如）被用來在試樣 8 之表面上方的光柵中移動小射束 4 A、4 B。在掃描偏向器 12 之後，小射束 4 A、4 B 進入一接物鏡 10，該接物鏡將小射束 4 A、4 B 聚焦到試樣 8 上。接物鏡 10 不僅聚焦小射束 4 A、4 B，亦旋轉小射束 4 A、4 B。然而，此效應未經圖示，因為難以用二維的圖面來描繪，亦因為本領域之通常知識者深知此額外效應。由於靜電多極元件 6 A、6 B 及接物鏡 10 的合併效應，在試樣 8 上製造了多個點（粒子源 2 的影像），各點對應至小射束 4 A、4 B 之一者。

【0092】 當小射束 4 A、4 B 打擊試樣 8 的表面時，該些小射束歷經與該試樣之原子的核子及電子之一連串複雜交互作用。此交互作用產生各式各樣的二次產品，像是具不同能量的電子、X 射線、熱及光。該等二次產品中許多被用來產生樣品的影像及收集額外資料。一種對於試樣之

檢查或影像生成有重大重要性的二次產品是從試樣 8 以相較低的能量（1 至 50 電子伏特）於各種角度處逸脫的二次電子。通過接物鏡 10 從該試樣擷取出信號電子，在射束分離器組零件 13 中將該些信號電子自原始射束分離，然後該些信號電子到達一偵測器組零件 9。偵測器組零件 9 可包括偵測器元件 9 A、9 B，該等元件經配置以用於量測信號（例如對應於所偵測之信號電子的電子信號）的生成。

【0093】 藉著將小射束 4 A、4 B 掃描試樣 8 上方及顯示/記錄偵測器組零件 9 或偵測器元件 9 A、9 B 的輸出，產生了試樣 8 之表面的多個獨立影像。各影像包含有關該試樣之該表面的一不同部分的資訊。依此，相對於習用的單一射束情況，資料取得的速度增加了。試樣 8 可被支撐在一平台 7（試樣支撐架）上，該平台可在全部方向水平地移動，以允許小射束 4 A、4 B 到達所要檢查之試樣上的目標區域。該平台亦能在第一方向移動而同時射束以第二方向掃描。如此將進一步改善產出量，因為無須平台穩定時間。

【0094】 為了改善此系統的效能，第 9 圖中顯示的實施例可包含一接物鏡 10，其可為一磁透鏡及一靜電透鏡的組合。依此，接物鏡 10 是複合式磁靜電透鏡。複合式磁靜電透鏡 10 的靜電部件可能是一靜電延遲透鏡。利用該複合式磁靜電透鏡 10 以低著陸能量（以 SEM 的情況像是數百電子伏特）產生卓越的解析度。特別是在現代半導體產業，需要該低著陸能量來避免對輻射敏感之試樣充電及

/或破壞。然而，在一些情形中，可僅使用磁透鏡或僅使用靜電透鏡。

【0095】 按照本說明書所述實施例，可提供具有單一帶電粒子束的單一射束柱。按照一些實施例，可提供具有數個射束的多重小射束柱，像是兩個以上、或5個以上、或8個以上，按照某些例子多至200個。多重小射束柱經配置使得該多重小射束柱亦能陣列排列成一多柱系統。陣列排列多個柱接著提供甚至更多個小射束在相同樣品（例如晶圓或遮罩）上運作。

【0096】 按照本說明書所述實施例，原始電子束和二次或信號電子束是分開的；特定言之，信號電子偵測是離軸（*off-axis*）進行的，亦即相對於由接物鏡界定的該光軸為離軸。可能提供一種有效的偵測方式，其在不同信號之間具有可忽略的串音（*cross talk*），並在原始射束效能上的影響小或沒有影響。按照又進一步實施例（能與本說明書所述的其他實施例結合），原始射束在樣品上的間距（*pitch*）夠大，足以使得信號電子偵測的進行沒有串音或最小有可忽略的串音。例如，例如晶圓的試樣上的間距（亦即該試樣上兩原始小射束之間的最小距離）能為10 μm 以上，例如40 μm 至100 μm 。依此，實施例提供一多射束元件，其在一電子光柱內產生合理個數的原始電子小射束，其中串音減少了，且該多射束元件可選擇地提供機會去陣列排列數個多射束元件（亦即多個柱）。依

此，進一步需要有選擇得以陣列排列多個小射束柱成一多柱模組（MCM）。

【0097】 按照本說明書所述的進一步態樣，描述了一種製造一靜電多極元件的方法，該靜電多極元件用於影響沿一光軸A傳播的一帶電粒子束。該靜電多極元件可經製造成一MEMS模組（微機電系統）。

【0098】 第10A圖至第10E圖圖示了按照本說明書所述實施例之方法的不同動作。該方法包括，如第10A圖中的參考元件符號1010所示，提供一多層基板1011，該多層基板1011具有一絕緣體層1012及經排列在該絕緣體層1012頂上的一導體或半導體層1013。該基板可為一SOI晶圓（絕緣體上矽，Silicon-on-Insulator）。在一些實施例中，導體或半導體層1013包含矽或摻雜矽，或由矽或摻雜矽製成。此種矽可具有低電阻或換言之為導電的。

【0099】 如第10B圖中以參考元件符號1020圖示的，形成至少一孔徑開口1015，該至少一孔徑開口1015用於沿光軸A通過該多層基板延伸的帶電粒子束。孔徑開口1015可以相對該基板平面的垂直方向延伸。該孔徑開口的形成可藉由蝕刻該多層基板。在一些實施方式中，為了蝕刻絕緣體層1012及導體或半導體層1013，兩蝕刻步驟是合理的。可蝕刻一圓形或環形孔徑開口。在一些實施方式中，最小直徑為小於500 μm 或小於100 μm 的孔徑開口可能有用。

【0100】 如第10C圖中由參考元件符號1030所圖示，導體或半導體層1013被部分地移除使得導體或半導體層1013的剩餘部分形成絕緣體層1012之第一主表面1017上的四或更多個電極1016，以影響通過孔徑開口1015傳播的帶電粒子束。在一些實施例中，可在已形成電極1016之後形成該孔徑開口。然而，在已形成孔徑開口1015之後形成電極1016時，該孔徑開口能被用來當作被排列在所要形成之四或更多個電極之中心點處的參考點。

【0101】 藉由在導體或半導體層1013頂上提供一遮罩並蝕刻該層，可移除導體或半導體層1013之部分。

【0102】 可排列四或更多個電極1016於離該孔徑開口之射束限制邊緣一徑向距離處。接著，通過該孔徑開口傳播的帶電粒子束在離電極1016一距離處經過。在兩相對排列之電極1016之間的距離可大於孔徑開口1015之最小直徑的兩倍或五倍。

【0103】 在一些實施例(可與本說明書所揭示之其他實施例結合)中，多層基板1011經提供做為一三層基板，其具有絕緣體層1012被排列在導體或半導體層1013及一進一步導體或半導體層1014之間。導體或半導體層1013及進一步導體或半導體層1014兩者都可包含矽或摻雜矽或者由矽或摻雜矽製成。可提供多層基板1011作為三層SOI晶圓，其具有排列在兩個矽層之間的一絕緣體層。例如，絕緣體層可為 SiO_2 層或藍寶石層。

【0104】 第10D圖顯示在已形成孔徑開口1015之後將要進行的一可選擇性動作。亦即，可在一徑向方向中在該孔徑開口內部分地移除絕緣體層1012，為了預防帶電粒子接觸到該絕緣體層曝露出的表面部分。

【0105】 在一些實施例中，孔徑開口1015可以一第一直徑延伸通過絕緣體層1012且以一第二直徑延伸通過進一步導體或半導體層1014以形成該孔徑開口的射束限制邊緣，該第二直徑小於第一直徑。例如，可形成一底切，在該處該絕緣體層的直徑大於兩相對排列的電極之間的距離。藉由蝕刻（例如藉由底切蝕刻）可移除該絕緣體層。第10D圖中藉由參考元件符號1040圖示了，蝕刻絕緣體層1012之步驟可包含將該四或更多個電極底下之絕緣體層的至少局部蝕刻掉，以產生底切。

【0106】 在一些實施例（可與本說明書所揭示之其他實施例結合）中，該方法進一步包含至少部分地以一高電阻層塗佈該多層基板。塗佈步驟可包含塗佈下列之至少一者：（在已形成該孔徑開口之後）該孔徑開口的內表面；在該四或更多個電極之間第一層露出者的第一主表面，以允許該四或更多個電極中至少兩者之間的電流流動；及進一步導體或半導體層1014的露出的第二主表面。若沒有提供進一步導體或半導體層，可塗佈該絕緣體層露出的上游側。高電阻層可為一碳層。以高電阻層塗佈兩電極之間的表面將產生兩相鄰電極之間數 $G\Omega$ 的電阻。沒有表面電

荷能累積在高電阻層頂上，使得由電極1016產生的電場不被干擾。

【0107】 在進一步實施例(可與本說明書所述其他實施例結合)中，進一步導體或半導體層1014亦被部分地移除，使得進一步導體或半導體層1014的剩餘部分形成至少一進一步電極。參照第10E圖中的參考元件符號1050，圖中顯示了經部分蝕刻的進一步導體或半導體層1014。例如，從該進一步導體或半導體層可形成可個別定址(individually addressable)的小透鏡(lenslet)電極1035。小透鏡電極1035可包含該孔徑開口的射束限制邊緣。

【0108】 在已部分移除層1012及1014中一者之後(例如藉由蝕刻)，該多層基板可被轉向180°，以處在用以部分地移除(例如)相同蝕刻設備中的層1012及1014之中另一者的位置。

【0109】 如第10C圖中顯示，當部分地移除導體或半導體層1013時，除了電極1016以外，構成用於將一電極與一電位連接之連接線的導電或半導體部分可被留下在絕緣體層1012頂上。例如，當蝕刻導體或半導體層1013時，自各電極1016朝外徑向延伸的連接線可被留下在絕緣體層上。因此，不須進一步處理動作來將該等電極及經配置以連接至電壓供應器的對應接點連接起來。因此，本說明書所述製造方法能經進一步簡化。

【0110】 按照一些實施例(可與本說明書所述其他實施例結合)，藉由通過具有一或更多個孔徑開口的基板發送一帶電粒子束來從該帶電粒子束產生一或更多個帶電粒子小射束，該一或更多個孔徑開口具有的直徑小於該帶電粒子束的直徑(射束限制孔徑)。接著，各小射束可構成將被該等電極所提供電場影響的一帶電粒子束或小射束。

【0111】 前述內容係針對本發明之實施例，然本發明其他的及進一步的實施例可在不違背本發明之基本範疇下設計出來，而本發明之範疇乃由以下申請專利範圍所決定。

【符號說明】

【0112】

- 1 帶電粒子束元件
- 2 射束源
- 3 電極
- 4 A、4 B 小射束
- 5 A、5 B 孔徑開口
- 6 A、6 B 靜電多極元件
- 7 平台
- 8 試樣
- 9 偵測器組合作
- 9 A、9 B 偵測器元件
- 10 接物鏡
- 12 掃描偏向器

1 3 射束分離器組件

1 4 帶電粒子束

1 0 0 靜電多極元件

1 1 0 基板

1 1 2 第一主表面

1 1 4 第二主表面

1 2 0 孔徑開口

1 2 2 射束限制邊緣

1 3 0 、 1 3 2 、 1 3 4 、 1 3 6 電極

1 7 5 連接線

2 0 0 靜電多極元件

2 1 2 絕緣體層

2 1 4 進一步層

3 0 0 靜電多極元件

3 4 0 電極

4 0 0 靜電多極元件

4 0 5 第三部分

4 0 6 第二部分

4 0 7 高電阻層

5 0 0 靜電多極元件

5 0 2 孔徑開口

6 0 0 靜電多極元件

6 0 2 底切

7 0 0 靜電多極裝置

7 0 1 第一小射束電極

7 0 2 第一多極元件

7 0 4 第二多極元件

7 0 5 第二小射束電極

7 0 6 第三多極元件

8 0 0 靜電多極裝置

8 0 2 、 8 0 4 、 8 0 6 靜電多極元件

1 0 1 0 程序

1 0 1 1 多層基板

1 0 1 2 絕緣體層

1 0 1 3 導體或半導體層

1 0 1 4 進一步導體或半導體層

1 0 1 5 孔徑開口

1 0 1 6 電極

1 0 1 7 第一主表面

1 0 2 0 程序

1 0 3 0 程序

1 0 3 5 小透鏡電極

1 0 4 0 程序

1 0 5 0 程序

A 光軸

A 1 第一光軸

A 2 第二光軸

A 3 第三光軸

D 孔徑開口的最小直徑

M 射束限制邊緣及電極之間的徑向距離

X 電極及光軸之間的徑向距離

【生物材料寄存】

【 0 1 1 3 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 1 1 4 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註

記)

無

【序列表】(請換頁單獨記載)

無

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種靜電多極元件，該靜電多極元件用於影響一帶電粒子束，該帶電粒子束沿一光軸傳播，該靜電多極元件包含：

一基板，該基板具有用於該帶電粒子束的至少一孔徑開口，該帶電粒子束沿該光軸延伸通過該基板；及
形成在該基板之一第一主表面上的四或更多個電極，該四或更多個電極用於影響通過該孔徑開口傳播的該帶電粒子束，其中該四或更多個電極之各者經排列在離該孔徑開口之一射束限制邊緣為一徑向距離處。

【第2項】 如請求項 1 所述之靜電多極元件，其中該孔徑開口具有一圓形或環形截面形狀。

【第3項】 如請求項 1 所述之靜電多極元件，其中該孔徑開口的一最小半徑小於該光軸與該四或更多個電極之各者之間的一最小距離。

【第4項】 如請求項 3 所述之靜電多極元件，其中該孔徑開口的該最小半徑及該光軸與該四或更多個電極之各者之間的該最小距離的一比例為小於 $1/2$ 、小於 $1/3$ 或小於 $1/5$ 。

【第5項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之靜電多極元件，其中在該基板之該第一主表面上圍繞該光軸均勻間隔的角位置處形成有八個、十二個或二十個電極。

【第6項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之靜電多極元件，其中該四或更多個電極包含矽或摻雜矽。

【第7項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之靜電多極元件，其中該基板包含至少一絕緣體層，該至少一絕緣體層包含其上形成有該等電極的該主表面。

【第8項】 如請求項 7 所述之靜電多極元件，其中該四或更多個電極的形成是藉由從一半導體移除材料，該半導體包含經排列在該絕緣體層上的頂層。

【第9項】 如請求項 7 所述之靜電多極元件，其中該基板包含一進一步層，該進一步層包含該基板的一第二主表面，該第二主表面相對於該第一主表面，其中該進一步層是一導體層或一半導體層。

【第10項】 如請求項 9 所述之靜電多極元件，其中該進一步層是包含一 SOI 晶圓之底層的矽。

【第11項】 如請求項 9 所述之靜電多極元件，其中該孔徑開口延伸通過具有一第一直徑的該絕緣體層，且通過具有一第二直徑的該至少一進一步層以形成該孔徑開口的該射束限制邊緣，該第二直徑小於該第一直徑。

【第12項】 如請求項 1 至 4 中任一項所述之靜電多極元件，進一步包含一高電阻層，該高電阻層涵蓋該第一主表面之至少一部分以允許該四或更多個電極中至

少兩者間的一電流流動。

【第13項】 一種靜電多極裝置，該靜電多極裝置用於個別地影響至少一第一帶電粒子小射束及一第二帶電粒子小射束，該第一帶電粒子小射束沿一第一光軸傳播，該第二帶電粒子小射束沿一第二光軸傳播，該靜電多極裝置包含：

一基板，該基板具有用於產生該第一帶電粒子小射束的一第一孔徑開口及用於產生該第二帶電粒子小射束的一第二孔徑開口，該第一帶電粒子小射束沿該第一光軸延伸通過該基板，該第二帶電粒子小射束沿該第二光軸延伸通過該基板；

形成在該基板之一第一主表面上的四或更多個第一小射束電極，該四或更多個第一小射束電極用於影響該第一帶電粒子小射束，其中該四或更多個第一小射束電極之各者經排列在離該第一孔徑開口之一射束限制邊緣為一徑向距離處，

形成在該基板之該第一主表面上的四或更多個第二小射束電極，該四或更多個第二小射束電極用於影響該第二帶電粒子小射束，其中該四或更多個第二小射束電極之各者經排列在離該第二孔徑開口之一射束限制邊緣為一徑向距離處。

【第14項】 一種製造用於影響一帶電粒子束之一靜電

多極元件的方法，該帶電粒子束沿一光軸傳播，該方法包含下列步驟：

提供一多層基板，該多層基板具有一絕緣體層及經排列在該絕緣體層頂上的一導體或半導體層，

形成用於該帶電粒子束的至少一孔徑開口，該帶電粒子束沿該光軸通過該多層基板延伸，

部分地移除該導體或半導體層，使得該導體或半導體層的剩餘部分形成在該絕緣體層之一第一主表面上的四或更多個電極，以影響通過該孔徑開口傳播的該帶電粒子束，

其中該四或更多個電極之各者經排列在離該孔徑開口之一射束限制邊緣為一徑向距離處。

【第15項】 如請求項 14 所述之方法，其中提供該多層基板的步驟包含下列步驟：

將該多層基板的該絕緣體層排列在該導體或半導體層及一進一步導體或半導體層之間。

【第16項】 如請求項 15 所述之方法，進一步包含以下步驟：蝕刻掉該絕緣體層之至少局部，使得該孔徑開口以一第一直徑延伸通過該絕緣體層且以一第二直徑延伸通過該進一步導體或半導體層以形成該孔徑開口的該射束限制邊緣，該第二直徑小於該第一直徑。

【第17項】 如請求項 16 所述之方法，其中該蝕刻步驟

包含以下步驟：蝕刻掉該四或更多個電極下方之該絕緣體層的至少局部，以製造一底切。

【第18項】 如請求項15至17中任一項所述之方法，其中該多層基板經提供為一SOI晶圓，該SOI晶圓包含該絕緣體層夾在該導體或半導體層及該進一步導體或半導體層之間。

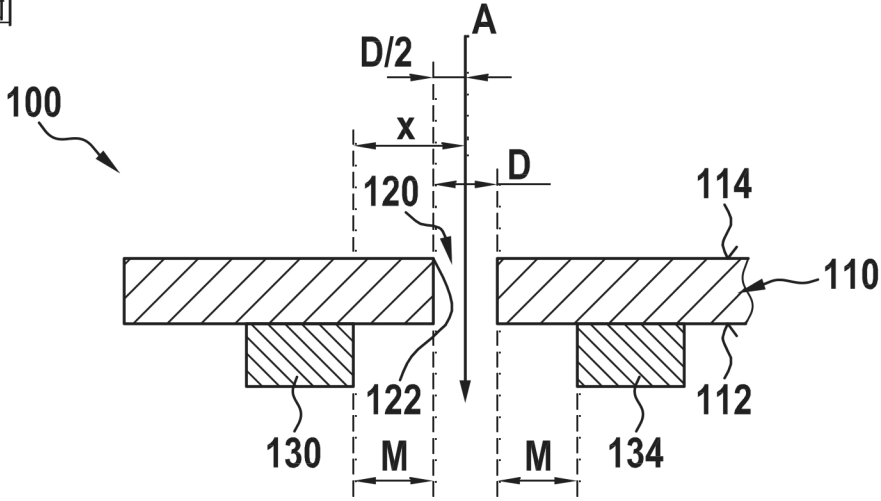
【第19項】 如請求項14至17中任一項所述之方法，其中部分地移除該導體或半導體層之步驟包含以下步驟：在該導體或半導體層上排列一遮罩並蝕刻該導體或半導體層，以形成該四或更多個電極。

【第20項】 如請求項14至17中任一項所述之方法，進一步包含下列步驟：

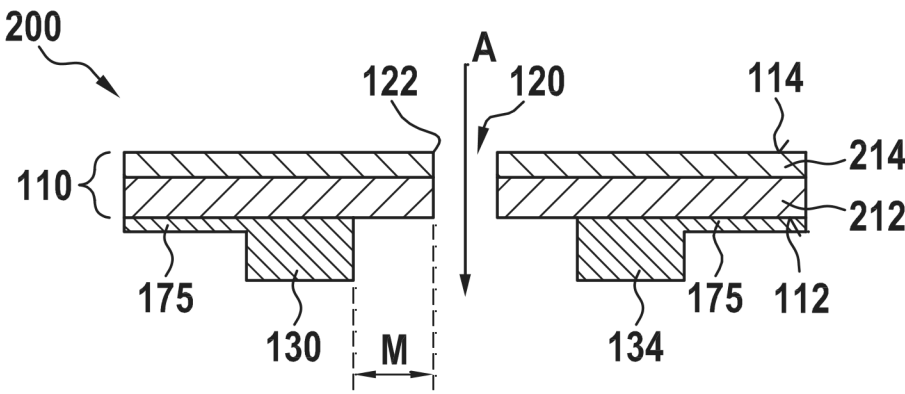
至少部分地以一高電阻層來塗佈該多層基板。

【發明圖式】

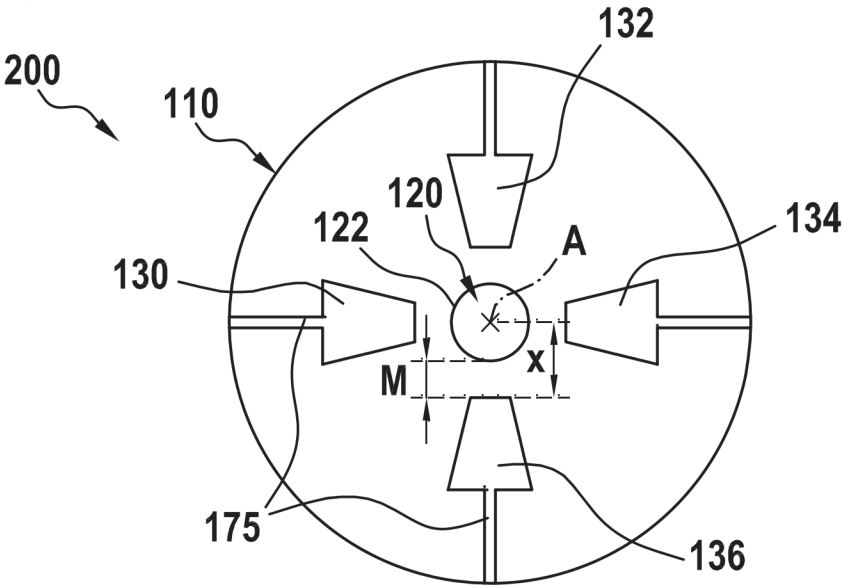
第1圖



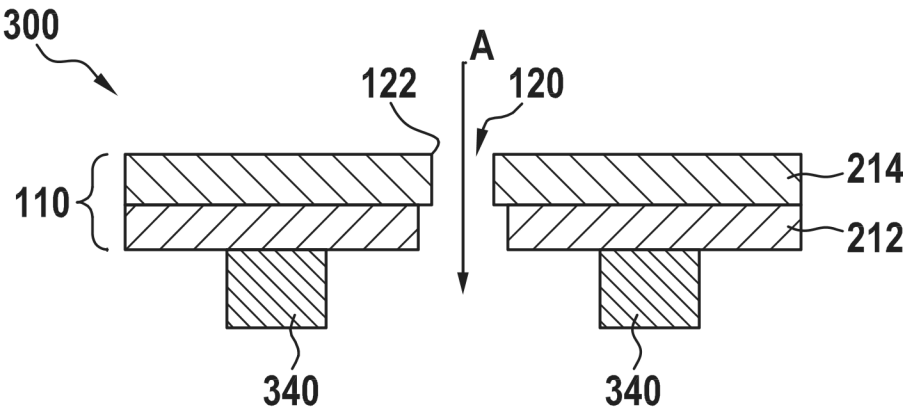
第2A圖



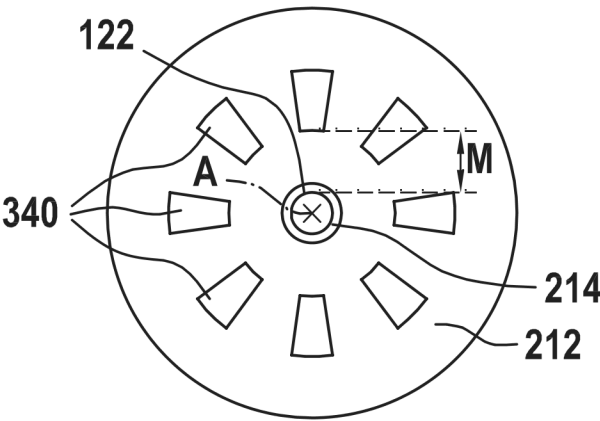
第2B圖



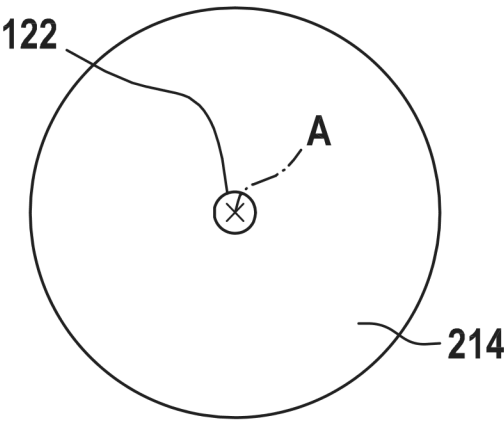
第3A圖



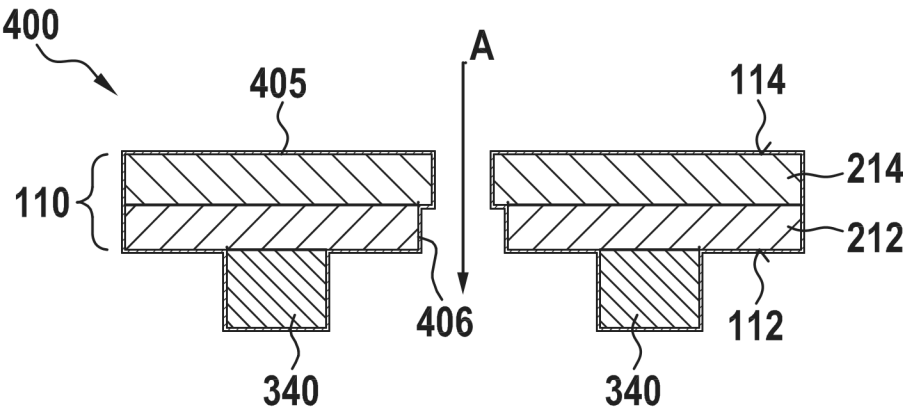
第3B圖



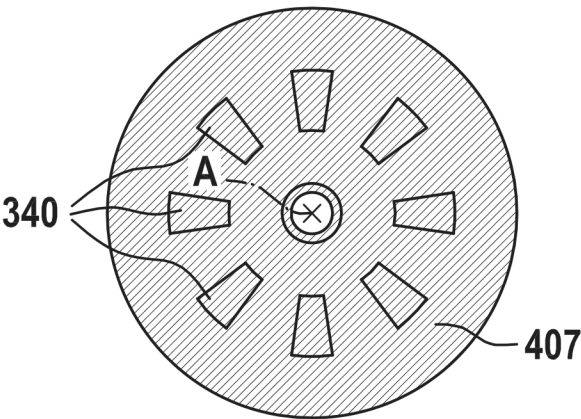
第3C圖



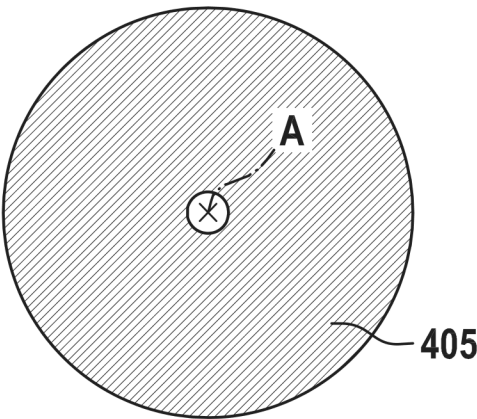
第4A圖



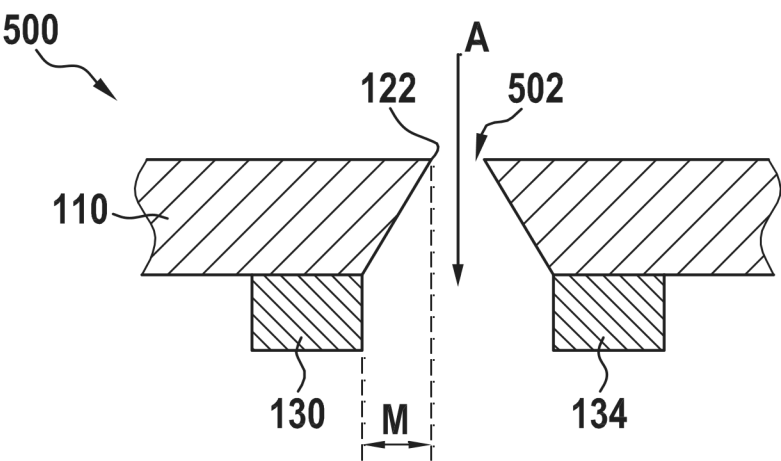
第4B圖



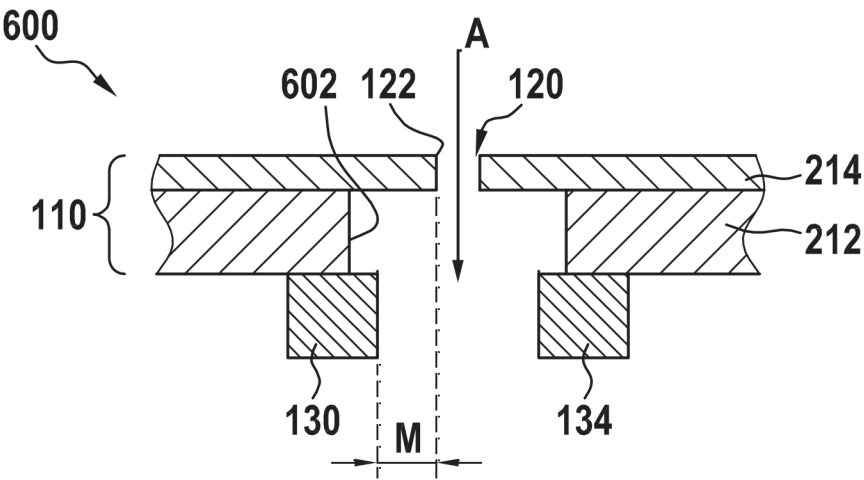
第4C圖



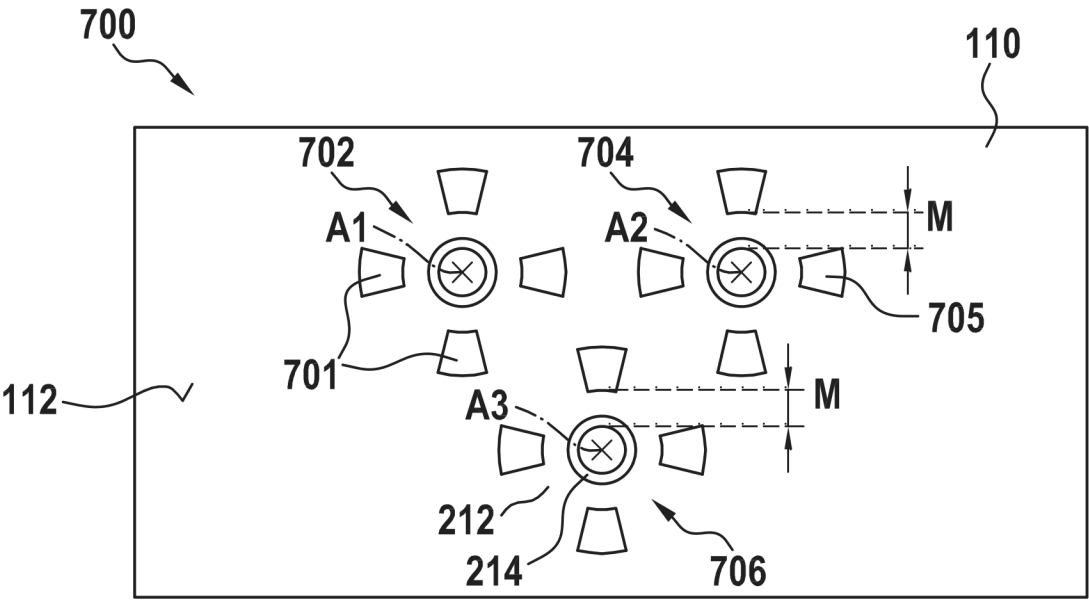
第5圖



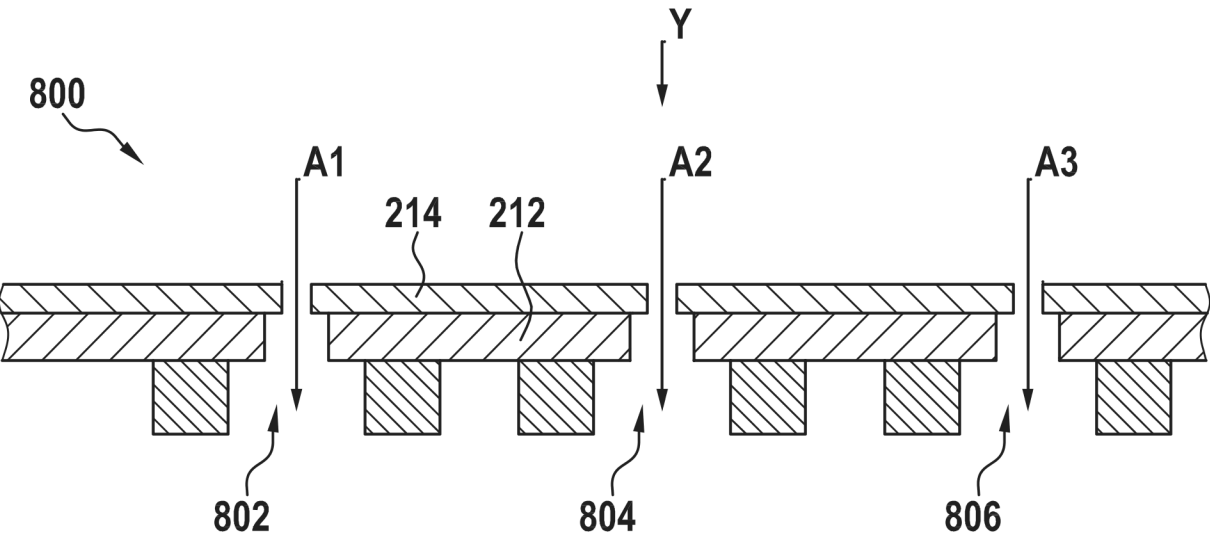
第6圖



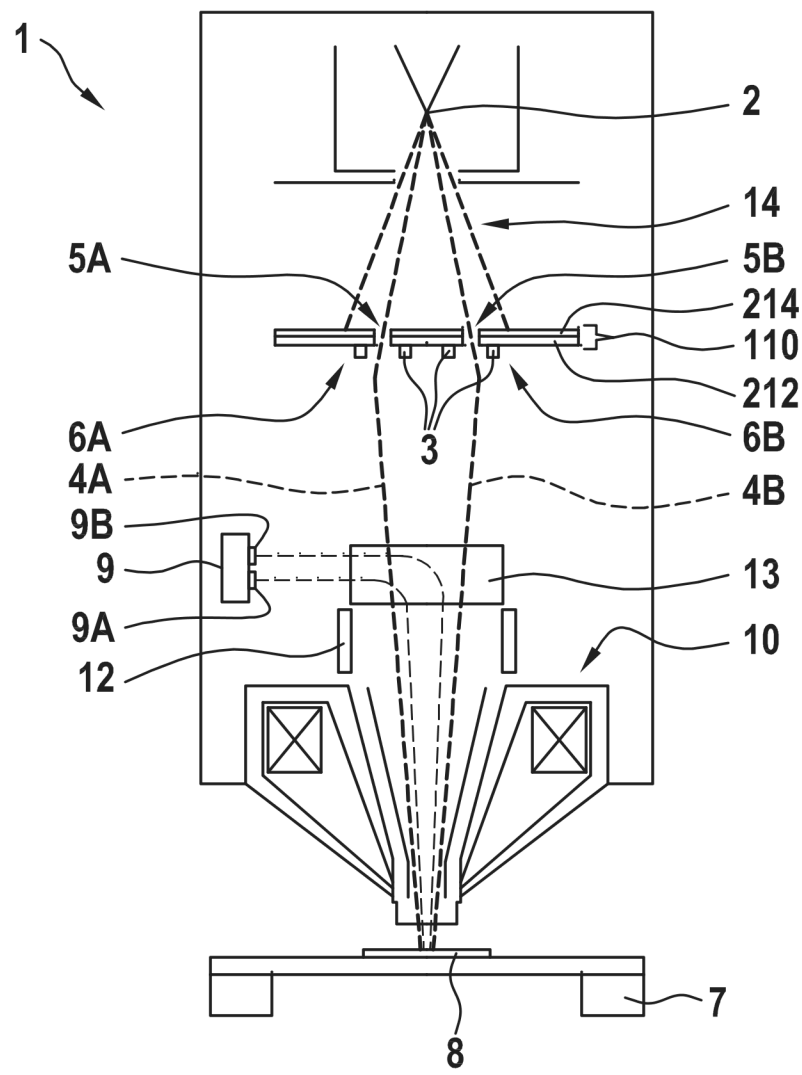
第7圖



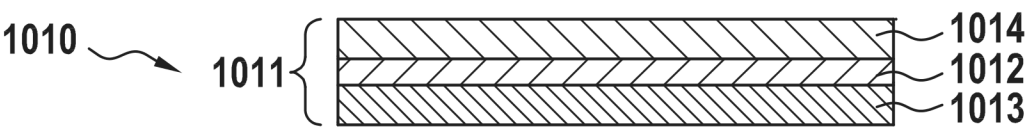
第8圖



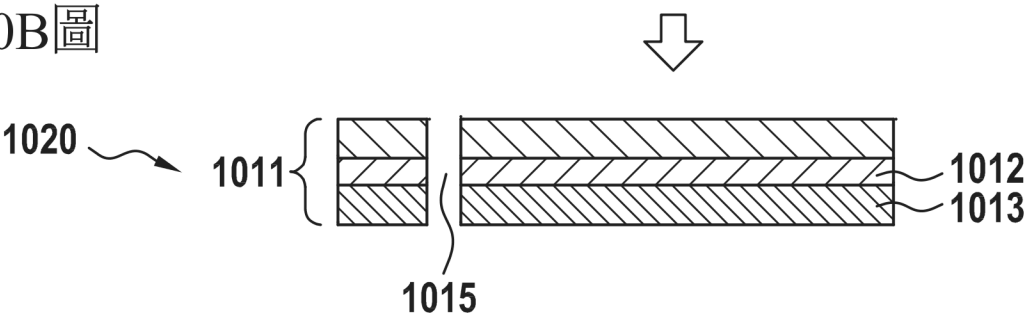
第9圖



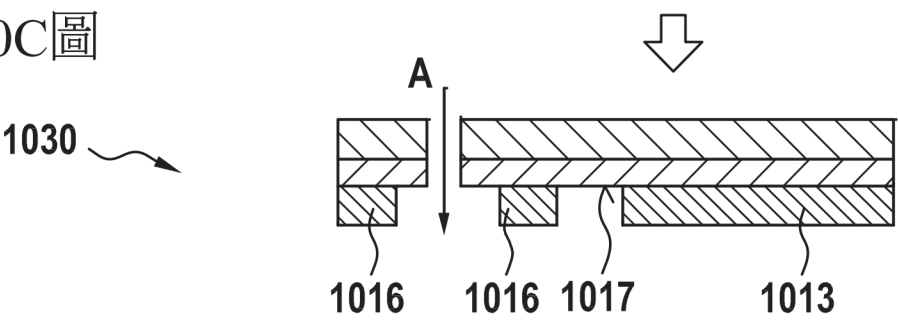
第10A圖



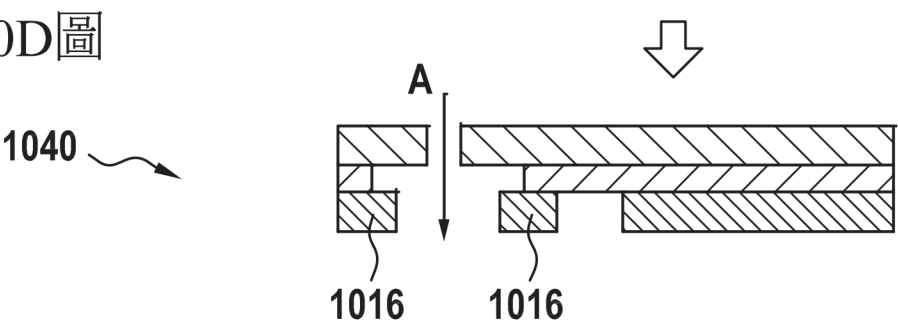
第10B圖



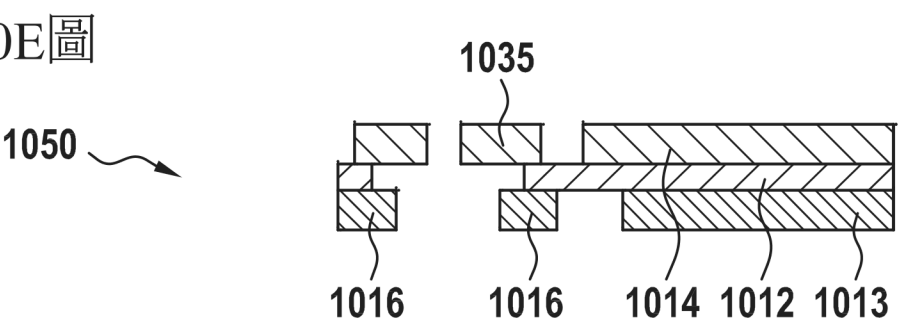
第10C圖



第10D圖



第10E圖



小射束。校正準確度可能被增加。被排列在絕緣體層212之上游側上的導體或半導體層（進一步層214）可避免被阻隔之射束部分的表面電荷累積在靜電多極元件之第二主表面114上。

【0073】 按照本說明書所述實施例的具有四或更多個電極的靜電多極元件，可經配置以用於校正下列至少一者：一或更多個進一步靜電偏向器所導致的射束像差、帶電粒子束的散光、帶電粒子束的球面像差，及帶電粒子束的六極或更高階像差。

【0074】 第7圖顯示按照本說明書所述實施例之靜電多極裝置700的示意前視圖。靜電多極裝置700經配置以個別地影響沿一主傳播方向Y（見第8圖）並排傳播的至少一第一帶電粒子小射束及一第二帶電粒子小射束。第7圖中顯示的實施例經配置以影響共三個帶電粒子小射束。該等小射束可平行於彼此傳播。在一些情形中，該等小射束可相對於彼此成一角度傳播，例如成小於100毫弧度（mrad）的角度，特別是小於20mrad。例如，該等小射束可來自單一射束源。在此種情況中，該主傳播方向可對應於射束源的主發射方向。

【0075】 多極裝置700（亦可稱為多極陣列或稱為「多極元件陣列」）包括按照本說明書所述之任意實施例的第一多極元件702、一第二多極元件704及一第三多極元件706。多極元件702、704、706可包括單一個共同的基板110，該基板110包括通過基板110延伸之數個孔徑

包含導體或半導體材質之一進一步層的單一三層晶圓來製造多極裝置800，其中該絕緣體層夾在另兩層之間。該頂層的局部可被移除（例如藉由蝕刻），使得該頂層的剩餘部分形成不同靜電多極元件802、804、806的電極。

【0083】 如第8圖中所示，經排列在孔徑開口之相對側上的兩電極之間的距離大於相應孔徑開口的直徑，使得各電極經排列在離相應孔徑開口之射束限制邊緣為一徑向距離處。因此，通過相應孔徑開口傳播的帶電粒子束的帶電粒子在離該等電極一距離處通過，藉以能提供高品質偏向電場或校正電場。

【0084】 第9圖顯示帶電粒子束元件1，該帶電粒子束元件1具有兩個按照本說明書所述實施例的靜電多極元件6A及6B。在其他實施例中，可只提供單一多極元件或超過兩個多極元件（能以二維陣列方式排列）。

【0085】 在第9圖所示實施例中，靜電多極元件6A、6B可經配置以影響兩個帶電粒子小射束4A、4B，該些帶電粒子小射束沿一主傳播方向並排傳播。影響一小射束可包括經由一電場來進行校正小射束的像差及偏向小射束中至少一者，該電場由排列在基板110之第一主表面上的電極3提供。

【0086】 按照本說明書所述實施例之帶電粒子束元件1可包括用於產生一帶電粒子束的至少一射束源2及至少一靜電多極元件6A、6B或按照本說明書所述實施例的靜電多極裝置，該帶電粒子束沿一光軸A傳播。

D 孔徑開口的最小直徑

M 射束限制邊緣及電極之間的徑向距離

X 電極及光軸之間的徑向距離

Y 主傳播方向

【生物材料寄存】

【 0 1 1 3 】 國內寄存資訊 (請依寄存機構、日期、號碼順序註記)

無

【 0 1 1 4 】 國外寄存資訊 (請依寄存國家、機構、日期、號碼順序註記)

記)

無