



(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 I597760 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 09 月 01 日

(21)申請案號：102136402

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 08 日

(51)Int. Cl. : **H01J37/317 (2006.01)**

(30)優先權：2012/10/24 美國

13/658,990

(71)申請人：瓦里安半導體設備公司 (美國) VARIAN SEMICONDUCTOR EQUIPMENT
ASSOCIATES, INC. (US)

美國

(72)發明人：常勝武 CHANG, SHENGWU (US)

(74)代理人：詹銘文

(56)參考文獻：

TW 511171

TW 200910406A

JP 2003-36808A

US 2008/0067397A1

US 2011/0095175A1

審查人員：曾宏仁

申請專利範圍項數：14 項 圖式數：5 共 38 頁

(54)名稱

離子束掃描總成

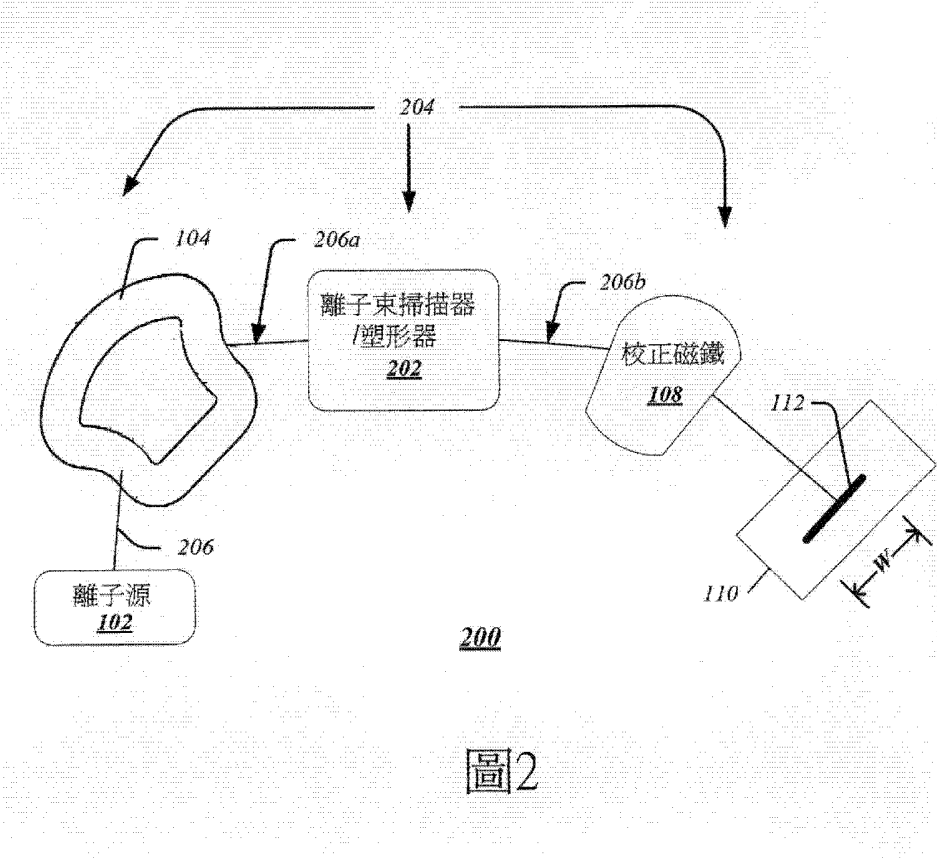
ION BEAM SCANNING ASSEMBLY

(57)摘要

一種離子束掃描總成包括掃描電極組，掃描電極組界定一間隙以接收離子束或在第一平面掃描離子束。靜電多極透鏡系統，包括多個電極，沿部分藉由一對掃描電極所界定的離子束前進路徑排列。靜電多極透鏡系統經組態以在垂直於第一平面的方向上改變離子束的形狀。

An ion beam scanning assembly includes a set of scanning electrodes defining a gap to accept an ion beam and scan the ion beam in a first plane, and a multipole electrostatic lens system comprising a plurality of electrodes arranged along a portion of a path of travel of the ion beam bounded by a pair of scanning electrodes, the multipole electrostatic lens system configured to shape the ion beam in a direction perpendicular to the first plane.

指定代表圖：



- 符號簡單說明：
- 102 . . . 離子源
 - 104 . . . 質量分析儀
 - 108 . . . 校正磁鐵
 - 110 . . . 終端站
 - 112 . . . 基板
 - 200 . . . 離子植入系統
 - 202 . . . 離子束掃描總成
 - 204 . . . 離子線束
 - 206 . . . 離子束
 - 206a . . . 經分析的離子束
 - 206b . . . 經處理的離子束

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】

離子束掃描總成

ION BEAM SCANNING ASSEMBLY

【技術領域】

【0001】 本發明是關於離子植入裝置，更特定言之，是關於離子植入器的透鏡元件。

【先前技術】

【0002】 在現今的半導體電子、太陽能電池以及其他技術的製造上皆仰賴離子植入系統來摻雜或是改變矽或其他形式基板的性質。典型的離子植入系統藉由產生離子束來進行摻雜製程，並且操控離子束進入基板內以使離子停留於基板表面下方。不同形式的離子植入系統已發展作為不同的應用。高電流的離子植入系統是一種廣泛使用於半導體製造的植入系統類型。這樣的植入系統一般產生高達 25 毫安培 (mA) 的電流，並且可被使用來有效地引導高劑量的植入離子物種進入基板內。

【0003】 中電流的離子植入系統已被發展成為產生具有強度在一微安培 (microampere) 至約五毫安培的範圍，並且能量在 2 千電子伏 (KeV) 至 900 千電子伏之間的離子束，這類型的離子植入系統在導入約 $1E13$ 至 $5E14$ 左右範圍濃度的摻雜物時特別有用。一

106-03-29

般而言，中電流離子植入系統已發展成藉由掃描穿越晶圓的點離子束（spot beam）來操縱。特別是，對許多應用而言，會希望在離子植入時於掃描路徑上具有均勻的離子植入劑量或是離子束流剖面。一個可以達成上述情況的方式是當目標晶圓在與平面正交的方向上移動以處理整個目標晶圓的表面時，進行點離子束掃描。離子束的掃描可藉由使用靜電掃描器將離子束有效地偏離其正常前進軌跡來完成，以藉由改變在離子束前進方向的垂直方向上的電場而擴大掃描面積。掃描器的電場強度決定離子束從正常路徑的偏轉總和，因此，離子束可藉由改變掃描元件的電場強度來掃描。

【0004】圖 1a 繪示根據先前技術安裝的離子植入系統 100。如圖 1a 所示，離子植入系統 100 包括離子源 102，離子源 102 一般用來產生用於植入的正離子。正離子提供作為在出射的離子源與被處理的基板之間偏轉、加速、減速、塑形以及/或是掃描的離子束。離子束 120 在圖 1 中是以中央射線軌跡（central ray trajectory, CRT）為例作說明。然而，將被本發明所屬領域的技術人員理解的是離子束具有有限的寬度、高度與形狀，且可沿離子源 102 與基板 112 之間的離子束路徑作改變。圖 1a 進一步繪示造成離子束路徑偏轉的質量分析儀 104、靜電掃描器 106、校正磁鐵 108，以及可操縱基板 112 的終端站 110。在習知的系統中，靜電掃描器 106 產生的電場通常垂直於當離子束 120 穿越靜電掃描器 106 時的前進方向。

【0005】圖 1b 說明一個使用點離子束作基板植入的習知情況。在所示的例子中，基板 112 是一個像是矽晶圓的圓形晶圓。圖 1b 繪示離子束 120 的剖面投射在基板 112 上。在習知的系統中，一般是以像是靜電掃描器 106 的掃描器沿著如方向 122（如圖 1b 繪示平行於卡氏座標系統 X 軸的方向）的方向掃描離子束，當基板 112 獨自轉換成沿第二方向 124（如圖式平行於 Y 軸方向）時，其方向可垂直於第一方向。藉由將基板轉換至沿著方向 124 的動作並且伴隨離子束 120 沿方向 122 的掃描可使離子束 120 將整個基板 112 暴露至離子中。在說明的例子中，離子束 120 是具有高度 H_1 與寬度 W_1 的點離子束。

【0006】如圖 1b 所示，當離子束 120 沿方向 122 被掃描，離子束 120 覆蓋掃描區域 126。由於離子束 120 的形狀與大小以及基板 112 形狀的緣故，為了確保全部基板 112 需要處理的區域暴露於離子束 120 中，離子束 120 一般會掃描超過如繪示的基板 112 的邊緣 128。例如，如圖 1b 所示，離子束 120 可能需要掃描超過邊緣 128 一個相當於甚至是大於離子束 120 寬度 W_1 的距離範圍。掃描範圍 126 可因此包括位於基板 112 外的實質區域 130（為了圖式的清楚，只表示於沿基板 112 的一個側邊），並且實質區域 130 代表被“浪費”的離子劑量，也就是說，在區域 130 中的離子不會被用來植入或是處理基板 112。

【0007】除此之外，如果離子束 120 的高度 H_1 不夠大，可能造成離子植入劑量的不均勻。一般會希望確保高度 H_1 不會大到使離子

轟擊安置在離子束 120 周圍像是校正磁鐵極片等的離子束線元件。然而，如果 H_1 的值過小，當基板 112 轉變成沿著方向 124 時，離子可能會不均勻的植入基板 112。舉例來說，當基板位在 P1 位置時，離子束 120 可在方向 122 上游移，以引導離子植入至基板 112 上的一個區域，該區域對應撞擊在基板 112 上的部份掃描區域 126。接著，基板 112 可沿方向 124 前進或掃描，導致相當於掃描區域 126 大小的連續區域由於靜電掃描器的作用而暴露在基板 112 上。然而，由於離子束 120 沿方向 124 也就是高度 H_1 的大小有限，因此可能會有在底下或重疊的連續區域藉由離子束 120 沿方向 122 的掃描而暴露。

【0008】 為了增進這類離子植入系統的均勻性，一般可能會希望改變離子束的截面大小或是形狀。例如，可藉添加額外的透鏡元件至離子束線，像是增加離子束點大小的透鏡以改變離子束形狀。然而，額外透鏡元件的導入會增加離子束路徑長度並改變離子植入系統的所需的容置空間，通常這些都是不希望看到的結果。除此之外，為改變離子束形狀而導入的靜電掃描器與其一系列像是透鏡的元件可創造出新增的區域，電子在新增區域中從離子束中被剝離。如同習知的，每當電子從（正電）離子束被剝離或移除時，離子束皆有擴張的傾向。這種現象的發生是源於離子束中正電離子的互斥力。每當低能量的電子藉由各個離子線束元件高正電位能的施加而從離子束中被吸引出來或加速脫離的時候，離子束的電子可被移除。因此，離子束擴張所可能造成的結

果包括減少可有效施加至基板的離子束流。

【0009】 因此，需要是一種改善的方法或像是中電流離子植入系統的裝置，以在離子植入系統中形成更均勻的離子束。

【發明內容】

【0010】 本發明內容用於簡要介紹概念的選擇，並於下方的實施方式中作進一步的敘述與說明。此處的發明內容並非用於限定專利保護範圍的主要或關鍵特徵，亦不打算以此發明內容來協助界定本發明的專利申請範圍。

【0011】 在一個實施例中，離子束掃描總成包括掃描電極組，掃描電極組界定間隙以接收離子束並在第一平面掃描離子束。靜電多極透鏡系統，靜電多極透鏡系統包括多個電極，沿部分藉由一對掃描電極所界定的離子束前進路徑排列。靜電多極透鏡系統經組態以在垂直於第一平面的方向上改變離子束的形狀。

【0012】 在另一個實施例中，處理離子束的方法可包括沿第一平面產生一個或多個振盪電場，其中第一平面與部分離子束路徑上面的離子束垂直；並且沿部分垂直於第一平面的離子束路徑方向施加一組靜電場。

【圖式簡單說明】

【0013】

圖 1a 是繪示習知的離子植入系統。

圖 1b 是根據先前技術繪示利用離子束處理的基板。

圖 2 是根據本揭露的一實施例繪示離子植入系統。

圖 3a 是根據本揭露的一實施例繪示離子束掃描總成的實施態樣。

圖 3b 是根據本揭露的一實施例繪示施加至離子束掃描總成的振盪電壓組的示範波形。

圖 3c 是根據本揭露的一實施例繪示施加至離子束掃描總成的振盪電壓組的另一示範波形。

圖 3d 是根據本揭露的一實施例繪示離子束掃描總成的另一實施態樣。

圖 4a 是繪示在一個與本實施例一致的處理離子束的情況中，離子束掃描總成的前視圖。

圖 4b 是繪示圖 4a 的情況中的離子束掃描總成的後視圖。

圖 4c 與 4d 繪示分別對應於繪示在圖 4a 與 4b 中的離子束掃描總成的示範波形。

圖 4e 是繪示利用圖 4a、4b 的實施例處理基板的例子。

圖 5a 是繪示在一個與本實施例一致的處理離子束的情況中，離子束掃描總成的前視圖。

圖 5b 是繪示圖 5a 情況中的離子束掃描總成的後視圖。

圖 5c 與圖 5d 是繪示分別對應於圖 5a 與圖 5b 所繪示的離子束掃描總成元件的示範波形。

圖 5e 是繪示利用圖 5a、圖 5b 的實施例處理基板的例子。

【實施方式】

【0014】 此處說明的實施例是提供在離子植入的系統中用來處理離子束的裝置與方法。離子植入系統的例子包括離子束線 (beamline) 離子植入系統。本實施例所涵蓋的離子植入系統包括那些產生點離子束 (spot ion beam) 的系統，點離子束具有大致如點狀一般的截面形狀。在本實施例中，離子束塑形元件 (或系統) 被添加在包含掃描電極組的靜電掃描元件中，以形成離子束掃描總成來處理離子束，並以提升離子植入裝置的效能，且無須給予離子束塑形元件額外的容置空間。

【0015】 圖 2 是根據本揭露的實施例繪示離子植入系統 200。離子植入系統 200 可包括一般的慣用元件包括離子源 102、質量分析儀 104、校正磁鐵 108 以及終端站 110。在多個不同的實施例中，離子植入系統 100 產生點狀的離子束，並藉由靜電掃描元件掃描以在比此點狀離子束截面積更大的基板上方提供離子佈值。在圖 2 的例子中，離子束掃描器/離子束塑形器，或單只是離子束掃描總成 202 沿離子線束 204 配置在質量分析儀 104 與校正磁鐵 108 之間的位置。將離子束掃描總成 202 安置用來接收離子源 102 所產生的離子束 206，並用以產生在撞擊到基板 112 之前，可進一步藉由像是校正磁鐵 108 來操縱的經掃描或塑形的離子束。

【0016】 特別是，質量分析儀 104 可從離子束 206 移除不需要的

離子。質量分析儀 104 是根據習知的原理作用以在離子束 206 從離子源 102 出射時分離離子束 206 中的帶電物種。帶電物種的分離是根據離子束 206 中特定離子物種的質量電荷比來進行，以使具有所需質量電荷比的帶電粒子（離子）可被篩選出來，並從質量分析儀 104 的出口出射，質量分析儀 104 導引離子束 206 至與原先前進方向不同的方向上。以這種方式，經分析的離子束 206a 被導引至朝向離子束掃描總成 202 的方向前進。

【0017】 如下所述，離子束掃描總成 202 操縱經分析的離子束 206a 以產生經處理的離子束 206b，經由改變其形狀、大小與/或密度以及其它條件以增進在離子束 206 上的特性。在多個不同的實施例中，離子束掃描總成 202 結合靜電掃描器與多極靜電鏡片的作用，多極靜電鏡片在經分析的離子束 206 穿越離子束掃描總成 202 時，調整經分析的離子束 206a 的離子束點大小、形狀以及/或是離子密度。在以隨附圖式說明的特定實施例中，離子束掃描總成 202 構成疊加在靜電掃描器上的靜電四極透鏡。換句話說，靜電四極透鏡以及靜電掃描器的元件限制離子束 206 沿著相同部份的離子束 206 通過路徑前進。

【0018】 圖 3a 是根據揭露的實施例繪示離子束掃描總成實施態樣的立體圖。在圖 3a 中，離子束掃描總成 300 包括靜電四極透鏡系統 320，其包括前透鏡 302 與後透鏡 308。前透鏡 302 包括兩對相對的電極 304、306 以及 314a、316a，並且後透鏡 308 包括另兩對相對的電極 310、312 及 314b、316b。離子束掃描總成 300 亦包含

靜電掃描器元件以掃描電極組 318 作為具體化的形式。在圖 3a 繪示的實施例中，掃描電極組 318 包括兩對的平板或是掃描電極 314a、316a 以及 314b、316b。如圖 3a 所示，靜電四極透鏡系統 320 的電極 304、306、314a、316a、310、312、314b、316b 以及掃描電極組 318 的掃描電極 314a、314b、316a、316b 交互配置以界定區域 330，並使離子束（未示出）從其中穿越。當離子束穿越區域 330 時，可施加一組電壓至電極 304、306、310、312 及 314a、314b、316a、316b 以掃描離子束並改變離子束形狀。這些電壓可經調整以優化離子束形狀以及離子束基於其能量與離子物種所偏轉的幅度。

【0019】如圖式 3a 的其餘部分，掃描電極組 318 的掃描電極 314a、314b、316a、316b 分別耦接至電壓 V_3 、 $V_{3'}$ 、 V_4 以及 $V_{4'}$ ，以上電壓被施加作為交流訊號的電壓來源。如圖 3b 與 3c 的進一步說明，每一個交流電壓 V_3 、 $V_{3'}$ 、 V_4 以及 $V_{4'}$ 構成各自的電壓波形 350、352、354、356，這些電壓波形由振盪電壓元件或是單由振盪電壓 V_{scan} 與直流偏移電壓 V_{offset} 所組成。振盪電壓 V_{3scan} 、 $V_{3'scan}$ 、 V_{4scan} 、 $V_{4'scan}$ 各自相對於它們的直流偏移電壓 $V_{3offset}$ 、 $V_{3'offset}$ 、 $V_{4offset}$ 、 $V_{4'offset}$ 波動。舉例來說，施加至掃描電極 314a、314b、316a、316b 的交流電壓 V_3 、 $V_{3'}$ 、 V_4 、 $V_{4'}$ 可藉由下述的方式作調變，使施加至掃描電極 314a、316a 的直流偏移電壓 $V_{3offset}$ 、 $V_{3'offset}$ 與施加至掃描電極 314a、314b 的直流偏移電壓 $V_{4offset}$ 、 $V_{4'offset}$ 具有相同大小和極性。此外，施加至掃描電極 314a、316a

的振盪電壓 V_{3scan} 、 $V_{3'scan}$ 可具有相同的振幅但是相反的相位角，並且施加至掃描電極 314b、316b 的振盪電壓 V_{4scan} 、 $V_{4'scan}$ 亦可具有相同的振幅但是相反的相位角。除此之外，施加至掃描電極 314a、316a 的振盪電壓 V_{3scan} 、 V_{4scan} 可具有相同的相位角與振盪電壓，並且施加至掃描電極 314b、316b 的振盪電壓 $V_{3'scan}$ 、 $V_{4'scan}$ 具有相同的相位角。以這種方式，振盪電場沿 X 方向被建立，在 X 方向上的電場大小與方向隨時間改變。因為 X 方向垂直於穿越區域 330 的離子束傳播方向，離子束將經歷時間相依（time dependent）的偏轉力量以交替的方式一方面偏轉離子束朝向掃描電極 314a、314b，另一方面偏轉離子束朝向掃描電極 316a、316b。施加至掃描電極 314a、314b、316a、316b 的振盪電壓 V_{3scan} 、 $V_{3'scan}$ 、 V_{4scan} 、 $V_{4'scan}$ 可在 +/-200 伏至 +/-25 千伏（KV）的範圍作調整以根據離子束能量優化離子束偏轉的幅度。在一些實施例中，離子束可偏轉大約 +/-10 度的角度。在其它實施例中，離子束可偏轉最大約為 +/-20 度的角度。請參考圖 2，這樣的偏轉可促使離子束掃描整個寬度 W 的基板 112。

【0020】如圖 3a 的進一步說明，每一個電極 304、306、310、312 分別耦接至電壓源（直流電壓產生器） V_1 或 V_2 以接收電位（直流電壓）。施加至電極 304 與 306 的直流電壓 V_1 可以以下述的方式調變，使 V_1 與施加至掃描電極 314a、316a 的直流偏移電壓 $V_{3offset}$ 及 $V_{3'offset}$ 大小相同但極性相反。施加至電極 310 與 312 的直流電壓 V_2 可以以下述的方式調變，使 V_2 與施加至掃描電壓 314a、316a

的直流偏移電壓 $V_{4offset}$ 及 $V_{4'offset}$ 大小相同但極性相反。第一組的直流電壓 V_1 施加至電極 304、306，並且 $V_{3offset}$ 、 $V_{3'offset}$ 施加至掃描電極 314a、316a 以建立一個靜電場（未示出），該靜電場可在區域 330 中形成第一靜電四極透鏡。第二組的直流電壓 V_2 施加至電極 310、312，並且 $V_{4offset}$ 、 $V_{4'offset}$ 施加至掃描電極 314b、316b 以建立另一個靜電場（未示出），該靜電場可在區域 330 中形成第二靜電四極透鏡。特別是，在圖 3a 的排列中，離子束（未示出）的傳播方向是沿著 Z 軸。因此，靜電四極透鏡系統 320 包括所形成的第一與第二靜電四極透鏡以產生垂直於離子束傳播方向的電場組，以在離子束穿越區域 330 時改變離子束的形狀。施加至電極 304、306 的第一組的直流電壓 V_1 ，與施加至掃描電極 314a、316a 的 $V_{3offset}$ 、 $V_{3'offset}$ ，並施加至電極 310、312 的直流電壓 V_2 ，以及施加至掃描電極 314b、316b 的 $V_{4offset}$ 、 $V_{4'offset}$ 可互相協調地在 -20 千伏 (KV) 至 +20 千伏之間作調變以根據離子束能量與離子種類優化離子束的形狀。

【0021】除了掃描離子束外，離子束掃描總成 300 藉由靜電四極透鏡系統 320 的提供的電場作用來改變離子束的形狀。因此，當離子束從離子束掃描總成 300 出射時，離子束可具有與進入離子束掃描總成 300 之前不同的形狀、大小以及/或是離子密度。

【0022】圖 3d 繪示圖 3a 離子束掃描總成 300 的變形。如圖 3d 的說明，掃描電極組 318 的掃描電極 314b、316b 沿 Y 軸來看像是喇叭的形狀，以致掃描電極 314b、316b 之間的分隔距離 D 與離子源

側 334 上的分隔距離 D 相比，分隔距離 D 是朝著掃描電極組 318 基板側 332 的方向擴大。如上所述，電壓源 V_3 可產生交流訊號造成電壓的極性一方面施加在掃描電極 314a、316a 之間，另一方面施加在掃描電極 316a、316b 之間以作切換，使得離子束的離子（未示出）在穿越區域 330 時，經歷方向在方向 336 與 338 之間交替轉換的偏轉電場。這個交替轉換的偏轉電場可造成離子束的離子相對於離子束傳播方向以例如為 ± 10 度或是更大角度範圍的軌跡偏轉散開。

【0023】雖然圖 3d 繪示離子束掃描總成 300 是由兩組的電極 304、306、314a、316a 組成，以及在某些變形中是由 310、312、315b、316b 所組成，離子束掃描總成 300 可包含如同習知靜電掃描器與靜電四極透鏡中的單一一組或是兩組以上的電極。在多個不同的實施例中，藉由掃描電極組 318 與靜電四極透鏡系統 320 所產生的電場可使穿越區域 330 的離子束截面改變，使得在離子源側 334 的離子束截面形狀與在基板側 332 的不同。

【0024】圖 4a 與圖 4b 共同繪示與本實施例一致的一個處理離子束的情況。圖 4b 繪示與在圖 4a 中情況相同的離子束掃描總成 300 的後視圖。圖 4a 與圖 4b 分別繪示示範波形 420、422，示範波形 420、422 分別對應至圖 4a 與圖 4b 中的離子束掃描總成元件。特別是，波形 420、422 各自自由如同上方圖 3b 與圖 3c 所述的振盪電壓 V_{scan} 與直流偏移電壓 V_{offset} 所組成。在圖 4a 中，離子束掃描總成的前視圖是說明朝離子束前進方向的下流觀看時的情況。當離

子束 402 進入離子源側 334 的離子束掃描總成 300 時，是以離子束 402 的截面表示。如圖 4a 所示，離子束 402 是具有高度 H_2 與寬度 W_2 特徵的點狀離子束。當離子束 402 進入離子束掃描總成 300 時，離子束 402 經歷到由多個電極 304、306、310、312、314a、314b、316a、316b 所產生的電場 E 。掃描電極 314a、314b、316a、316b 耦接至產生振盪電場的交流電壓，其產生的振盪電場沿方向 404 平行於所示卡式座標系統的 X 軸。藉由掃描電極 314a、314b、316a、316b 所產生的振盪電場造成當離子束 402 穿越離子束掃描總成 300 時，離子束的位置隨時間而改變，雖然在圖 4a 中只單繪示了一個離子束 402 的位置。

【0025】 在一些實施例中，離子束掃描總成 300 被用來處理傳送至基板，且具有 2 千電子伏 (KeV) 至 900 千電子伏離子能量的離子束。在某些情況下，施加至掃描電極 314a、314b、316a、316b 的電壓絕對值範圍是在 200 伏至 35 千伏之間。本實施例不限定於此處所述的內容中。在圖 4 說明的例子中，一方面被施加至掃描電極 314a、314b，另一方面被加至掃描電極 316a、316b 的波動電壓被疊加在+10 千伏的直流偏移電壓上。施加至掃描電極 314a、314b、316a、316b 的峰值電壓 (peak voltage) 絕對值是相對於+10 千伏偏移電壓的 25 千伏，在某些情況下，上述電壓可在一個大約 ± 10 度的角度範圍內偏轉離子束 402。如圖 4c 及 4d 所繪示，需說明的是，在圖 4a 與 4d 中， ± 25 千伏是指振盪電壓相對於+10 千伏的偏移電壓作 25 千伏的波動，而 ± 25 千伏則是指振盪電壓

相對於 ± 25 千伏具有相反的相位角度。

【0026】 圖 4a 進一步說明一個例子，在這個例子中-10 千伏的靜電直流電壓施加至與掃描電極 314a、316a 耦接的電極 304、306 以形成靜電四極透鏡系統 320 的前透鏡 302。與掃描電極 314a、316a 上的+10 千伏直流偏移電壓耦接，並施加負電壓至電極 304、306 以建立一組電場，該組電場施加力量在離子束 402 上，以沿垂直於方向 404 的方向 406 擴展離子束 402。以這種方式，當離子束 402 穿越離子束掃描總成 300 時，離子束 402 在截面上的形狀會被改變。

【0027】 圖 4b 繪示在與圖 4a 一致的情況之下，離子束掃描總成 300 的後視圖，此處是繪示朝向與離子束 402 前進方向相反的上游方向時觀看的情形。在說明的例子中，-10 千伏的靜電壓施加至與掃描電極 314b、316b 耦接的電極 310、312 以形成靜電四極透鏡系統 320 的後透鏡 308。與掃描電極 314b、316b 上的+10 千伏直流偏移電壓耦接，並施加負電壓至電極 310、312 以建立另一組電場，該組電場施加力量至離子束 402 上，以沿著垂直於方向 404 的方向 406 擴展離子束 402。以這種方式，如圖 4b 所示，當離子束 402 從離子束掃描總成 300 出射時，離子束 402 與其進入離子束掃描總成 300 時如圖 4a 所示的形狀相比，離子束 402 沿方向 406 被拉伸。因此，離子束 402 以高度 H_3 的大小出射，高度 H_3 大於（入射）離子束 402 的高度 H_2 。

【0028】 圖 4a 與圖 4b 實施例所提供的一個優點是增加了高度 H_3

的離子束 402 在基板的連續區域暴露於離子束 402 時，提供更均勻的離子植入劑量。然而，需說明的是施加至離子掃描總成 300 的電壓可加以設定，使得離子束的高度 H_3 維持在一定的大小之下，以避免部分離子束 402 撞擊離子植入系統像是角度校正器極片的下游元件。圖 4e 繪示以圖 4a、4b 的實施例來處理基板 112 的例子。圖中所示的兩個離子曝露區域 410、412 形成於當利用掃描電極 314a、314b、316a、316b 靜電地掃描離子束，且基板被放置在兩個沿方向 406 的不同位置的時候。因此，基板 112 可在兩個不同位置之間移動，以建立兩個離子暴露區域 410、412。如圖 4e 所示，重疊區域 414 存在離子暴露區域 410 與 412 之間。因為離子束 402 具有增高的高度 H_3 ，重疊區域 414（或是底下區域）的控制與離子束缺乏靜電四極透鏡系統 320 且僅具有高度 H_2 的例子相較為更佳。這使得植入系統有能力在整個基板 112 上提供更均勻的離子佈值劑量。此外，由於靜電四極透鏡 320 是沿著與在部分離子束 402 路徑上被掃描電極組 318 以及離子束掃描總成所占據的相同空間來排列，因此，不需要更大的容置空間來讓離子植入系統容納離子束掃描總成 300。

【0029】除了提升基板離子值入劑量的均勻度外，其他離子束掃描總成 300 的實施態樣像是可被用來增加離子植入過程的離子束流利用率。此處所使用的“離子束流利用率”一詞指的是離子束流的比例，也就是離子束的離子傳送到基板的比例。圖 5a 與圖 5b 共同繪示一個處理與本實施例一致的離子束的進一步情況。圖 5a

繪示離子束掃描總成 300 的前視圖，並且圖 5b 繪示離子束掃描總成 300 的後視圖。圖 5c 與 5d 分別繪示示範波形 522、524，波形 522、524 分別對應至圖 5a、5b 中的離子束掃描總成元件。特別是，波形 522、524 分別由振盪電壓 V_{scan} 與如上述圖式 3b 與 3c 的直流偏移電壓 V_{offset} 所組成。

【0030】在圖 5a 的情況中，離子束 502 是一個點離子束，並且以與離子束 402 進入離子束掃描總成 300 之前的相同高度 H_2 與寬度 W_2 的大小作表示。類似於圖 4a 的情況，在圖 5a 的例子中，施加至掃描電極 314a、316a 的波動電壓被疊加在 -20 千伏的直流偏移電壓上。施加在掃描電極 314a、316a 的峰值電壓絕對值是相對於 -20 千伏偏移電壓的 25 千伏，在某些情況之下，前述電壓的施加可偏轉離子束 402 約 ± 10 度的角度範圍。如圖 5c 所示，需說明的是在圖 5a 中 ± 25 千伏指的是相對於 -20 千伏偏移電壓波動 25 千伏的振盪電壓，並且 ± 25 千伏指的是具有相對於 ± 25 千伏的相反相位角的振盪電壓。

【0031】然而，不像是圖 4a、4b 的例子，在圖 5a、5b 的情況中，一個相較於施加至後透鏡 308 的不同電壓施加至前透鏡 302。特別是，圖 5a 中，+20 千伏的靜電壓施加至與掃描電極 314a、316a 耦接的電極 304、306 以形成靜電四極透鏡系統 320 的前透鏡 302。與掃描電極 314a、316a 上的 -20 千伏直流偏移電壓耦接，並施加正電壓至電極 304、306 以建立一組電場，該組電場施加力量在離子束 502 上，以沿方向 404 壓縮離子束 502。以這種方式，當離子

束 502 穿越離子束掃描總成時，離子束 502 在截面上的形狀亦會被進一步改變。

【0032】圖 5b 繪示如圖 5a 情況中的離子束掃描總成 300 的後視圖。在此處說明的例子中，施加至掃描電極 314b、316b 的波動電壓被疊加至+20 千伏的直流偏移電壓上，並且施加-20 千伏的靜電壓至與掃描電極 314b、316b 耦接的電極 310、312 以形成與圖 4b 情況類似的後透鏡 308。與掃描電極 314a、316a 上+20 千伏的直流偏移電壓耦接並且施加負電壓至電極 310、312，以施加力量在離子束 502 上，並沿垂直方向 404 的方向 406 延展離子束 502。在這種方式下，如圖 5b 所示，當離子束 502 從離子束掃描總成 300 出射時，離子束 502 沿方向 406 被拉伸，並且如圖 5a 所示，相較進入離子束掃描總成 300 時的形狀，離子束 502 沿方向 404 被壓縮。因此，離子束 502 以大於（入射）離子束 502 高度 H_2 的高度 H_3 出射，並且其寬度 W_3 小於（入射）離子束 502 的寬度 W_2 。除此之外，施加在掃描電極 314b 與 316b 的峰值電壓絕對值是相對於+20 千伏偏移電壓的 25 千伏，在某些情況下，前述電壓的施加可偏轉離子束 402 約 ± 10 度的角度範圍。需說明的是，在圖 5b 中， ± 25 千伏指的是相對於+20 千伏偏移電壓波動 25 千伏的振盪電壓，並且-/+25 千伏指的是具有相對於 ± 25 千伏的相反相位角的振盪電壓。

【0033】圖 5e 是繪示利用圖 5a、圖 5b 的實施例處理基板 112 的例子，其說明圖 5a、5b 中的實施例所提供的優點，即所謂增加離

子束流利用率。特別是，離子束 502 具有如圖 5b 中以高度 H_3 與寬度 W_3 大小為特徵的截面形狀，並以像是碰撞在基板 112 上的形式作表示。離子束 502 可利用掃描電極 314、316 靜電地掃描以形成暴露區域 510。如圖 5e 所示，暴露區域 510 包括基板暴露區域 512，其代表暴露區域 510 與基板 112 交錯的部份。暴露區域 510 進一步包括偏離基板區域 514a、514b，其代表在暴露區域 510 上，離子未撞擊到基板 112 的部份。暴露區域 512 與暴露區域 510 的比例可視為衡量離子束流利用率的方法。因為離子束 502 在如 5a、5b 所繪示靜電四極透鏡系統 320 未作用的情況下，具有與離子束 502 寬度 W_2 相較較窄的寬度 W_3 ，離子束 502 相較於離子束寬度為 W_2 的情況（參閱圖 4c 中偏離基板區域 416、418 較大的例子），可以不需要為了確保基板 112 完全暴露在離子束底下，而掃描超過基板 112 的邊緣 518、520。因此，離子束流利用率在圖 5a、5b 的情況中的得以增進。

【0034】除了前述本實施例提供的優點外，掃描透鏡元件與四極透鏡元件可共同使用相同容置空間的特點使得本發明得以提供用來操縱離子束的緊湊（compact）系統，並且相較於不含上述元件的組成，本發明得以縮短沿離子束路徑的電子移除區域的長度。換句話說，因為掃描與四極元件可吸引電子，並從而移除通過離子束的電子，如果掃描元件與四極透鏡元件以連續的方式沿離子束線排列放置，將可把上述元件包含在此緊湊系統裡，以減少移除電子的離子束長度。

【0035】 本揭露不限定於此處特定實施例所界定的範圍。確實，除了此處說明的實施例外，其他關於本揭露的不同實施例與變化對於本揭露所屬發明領域具有通常知識的技術人員而言，從上述內容與所伴隨圖式的說明中將更為顯而易見。因此，當可進行像是其他落在本揭露範圍裡的實施例或變化。進一步而言，雖然本實施例已如此處說明在特定的環境中，為了特定目的的特定實施內容，但是本揭露所屬的發明領域具有通常知識者將有所認知的是本揭露的用處將不限定於此，本揭露基本上可實施於任何的目的與環境下。因此，以下的專利申請範圍應解釋為本揭露於此處說明的完整的廣度與精神。

【符號說明】

【0036】

100、200、300：離子植入系統

102：離子源

104：質量分析儀

106：靜電掃描器

108：校正磁鐵

110：終端站

112：基板

120、206、402、502：離子束

122、124、336、338、404、406：方向

126：掃描區域

128、518、520：邊緣

130：區域

202、300：離子束掃描總成

204：離子線束

206a：經分析的離子束

206b：經處理的離子束

302：前透鏡

308：後透鏡

304、306、310、312、314a、314b、316a、316b：電極

318：掃描電極組

320：靜電四極透鏡系統

330：區域

332：基板側

334：離子源側

350、352、354、356、420、422、522、524：波形

410、412、510：暴露區域

414：重疊區域

416、418、514a、514b：偏離基板區域

512：基板暴露區域

V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_3' 、 V_4 、 V_4' ：電壓

V_{scan} 、 V_{3scan} 、 $V_{3'scan}$ 、 V_{4scan} 、 $V_{4'scan}$ ：振盪電壓

106-03-29

V_{offset} 、 $V_{3\text{offset}}$ 、 $V_{3'\text{offset}}$ 、 $V_{4\text{offset}}$ 、 $V_{4'\text{offset}}$ ：直流偏移電壓

D ：分隔距離

P_1 、 P_2 ：位置

E ：電場

H_1 、 H_2 、 H_3 ：高度

W 、 W_1 、 W_2 ：寬度



申請日: 102. 10. 08

IPC分類: H01J 37/317 (2006.01)

發明摘要

【發明名稱】

離子束掃描總成

ION BEAM SCANNING ASSEMBLY

【中文】

一種離子束掃描總成包括掃描電極組，掃描電極組界定一間隙以接收離子束或在第一平面掃描離子束。靜電多極透鏡系統，包括多個電極，沿部分藉由一對掃描電極所界定的離子束前進路徑排列。靜電多極透鏡系統經組態以在垂直於第一平面的方向上改變離子束的形狀。

【英文】

An ion beam scanning assembly includes a set of scanning electrodes defining a gap to accept an ion beam and scan the ion beam in a first plane, and a multipole electrostatic lens system comprising a plurality of electrodes arranged along a portion of a path of travel of the ion beam bounded by a pair of scanning electrodes, the multipole electrostatic lens system configured to shape the ion beam in a direction perpendicular to the first plane.

【代表圖】

106-03-29

申請專利範圍

1. 一種離子束掃描總成，包括：

掃描電極組，界定其間用於傳送離子束的區域，並且在第一平面掃描所述離子束，所述掃描電極組垂直所述第一平面設置；以及

靜電多極透鏡系統，包括多個電極，平行所述第一平面設置，其中所述靜電多極透鏡系統疊加於所述掃描電極組，使得所述靜電多極透鏡系統與所述掃描電極組在所述離子束通過的離子束路徑的相同部份束縛所述離子束，所述靜電多極透鏡系統在所述區域內經組態以在垂直於所述第一平面的方向上改變所述離子束的形狀。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的離子束掃描總成，其中所述靜電多極透鏡系統是靜電四極透鏡系統，經組態以改變所述離子束的形狀，所述靜電四極透鏡系統包括：

第一透鏡，包括第一與第二電極經組態以在所述離子束路徑的部份的第一區段上界定所述離子束路徑的相對兩側；

第二透鏡，位於所述第一透鏡沿所述離子束路徑的下游，所述第二透鏡包括第三電極與第四電極經組態以界定所述離子束路徑的相對兩側；以及

電壓產生器組，經組態以施加多個分別的電壓至所述第一至第四電極，其中所述多個分別的電壓產生垂直於所述離子束路徑的電場組。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述的離子束掃描總成，其中所述多個電壓包括範圍在 0 至 50 千伏之間的直流正電壓。

106-03-29

4. 如申請專利範圍第 2 項所述的離子束掃描總成，其中所述多個電壓包括範圍在 0 至 -50 千伏之間的直流負電壓。

5. 如申請專利範圍第 2 項所述的離子束掃描總成，其中所述多個電壓包括具有振幅範圍在 -25 千伏至 +25 千伏之間，並且頻率範圍在 100 至 2000 赫茲之間的振盪電壓。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述的離子束掃描總成，其中所述掃描電極組的一對或多對電極有效的產生分別的一個或多個電壓波形，每一個所述電壓波形包括疊加在直流偏移電壓的振盪電壓，其中所述振盪電壓的振幅範圍相對於所述直流偏移電壓是在 -25 千伏至 +25 千伏之間，其中所述振盪電壓的頻率範圍是在 100 至 2000 赫茲之間，並且其中所述直流偏移電壓的範圍是在 -25 千伏至 +25 千伏之間。

7. 如申請專利範圍第 2 項所述的離子束掃描總成，其中所述多個電壓經組態以在垂直所述第一平面的所述方向上擴展所述離子束。

8. 如申請專利範圍第 2 項所述的離子束掃描總成，其中所述多個電壓經組態以在所述第一平面的方向上壓縮所述離子束，並且在垂直所述第一平面的方向上延展所述離子束。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述的離子束掃描總成，其中所述掃描電極組的一對或多對電極經組態以施加分別的一個或多個振盪電場以掃描所述離子束。

10. 如申請專利範圍第 1 項所述的離子束掃描總成，其中所述掃描電極組的一對或多對電極經組態以產生分別的一個或多個電壓波形，每一個所述電壓波形包括疊加在直流偏移電壓上的振盪

106-03-29

電壓，所述振盪電壓經組態以產生振盪電場，並且所述直流偏移電壓經組態以改變所述離子束的形狀。

11. 如申請專利範圍第 3 項所述的離子束掃描總成，其中所述多個電壓包括在大於 0 伏且最大至 50 千伏正電壓範圍的直流正電壓。

12. 如申請專利範圍第 4 項所述的離子束掃描總成，其中所述多個電壓包括在小於 0 伏且最小至 -50 千伏負電壓範圍的直流負電壓。

13. 如申請專利範圍第 1 項所述的離子束掃描總成，其中所述掃描電極組的一對或多對電極包括沿所述離子束路徑約 50 至 300 公釐的長度。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述的離子束掃描總成，其中所述掃描電極組的一對或多對電極在垂直於所述離子束路徑的方向上具有大約 50 公釐至 150 公釐的高度。

106-03-29

【本案指定代表圖】：圖 2。

【本代表圖之符號簡單說明】：

102：離子源

104：質量分析儀

108：校正磁鐵

110：終端站

112：基板

200：離子植入系統

202：離子束掃描總成

204：離子線束

206：離子束

206a：經分析的離子束

206b：經處理的離子束

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無