I827743

(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 I827743 B**

(45)公告日： 中華民國 113 (2024) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：108143394 (22)申請日： 中華民國 108 (2019) 年 11 月 28 日

(51)Int. Cl.： ***H01J37/147 (2006.01)*** ***H01J37/153 (2006.01)***
H01J37/317 (2006.01)

(30)優先權：2018/12/13 美國 16/218,884

(71)申請人：美商艾克塞利斯科技公司 (美國) AXCELIS TECHNOLOGIES, INC. (US)
美國

(72)發明人：艾斯能 愛德華 EISNER, EDWARD (US)；梵德伯格 寶 VANDERBERG, BO (US)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

(56)參考文獻：

TW	200926326A	TW	201222619A
TW	201334017A	TW	201705182A
US	5834786A	US	9679739B2
US	2008/0067436A1		

審查人員：曾宏仁

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：9 共 28 頁

(54)名稱

離子植入系統及用於提供掃描帶狀離子束的非均勻通量之方法

(57)摘要

離子植入系統和方法提供帶狀離子束的非均勻通量。形成點離子束並將其提供給掃描儀，並且將具有時變電位的掃描波形施加至掃描儀。掃描儀在掃描路徑上掃描離子束，此掃描路徑通常定義由多個子束所組成的掃描離子束。掃描射束接著通過校正器設備。校正器設備被配置為以大體上恆定的入射角而在工件上引導掃描離子束朝向工件。校正器設備還包括多個磁極，其配置為在工件處提供掃描離子束的非均勻通量輪廓。

An ion implantation system and method provide a non-uniform flux of a ribbon ion beam. A spot ion beam is formed and provided to a scanner, and a scan waveform having a time-varying potential is applied to the scanner. The ion beam is scanned by the scanner across a scan path, generally defining a scanned ion beam comprised of a plurality of beamlets. The scanned beam is then passed through a corrector apparatus. The corrector apparatus is configured to direct the scanned ion beam toward a workpiece at a generally constant angle of incidence across the workpiece. The corrector apparatus further comprises a plurality of magnetic poles configured to provide a non-uniform flux profile of the scanned ion beam at the workpiece.

指定代表圖：

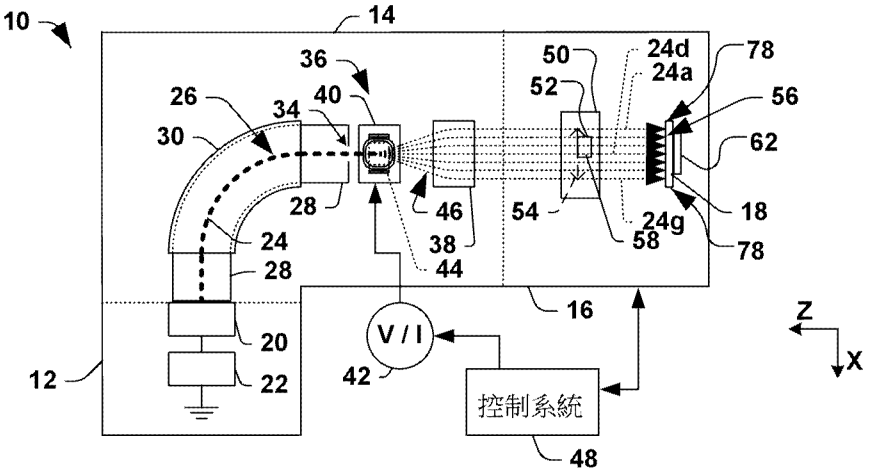


圖1A

符號簡單說明：

10:離子植入系統

12:端子

14:束線組件

16:末端站

18:工件

20:離子源

22:高壓電源供應器

24、24a、24d、24g:離子束

26:射束路徑

28:射束引導件

30:質量分析器

34:分辨孔徑

36:掃描系統

38:校正器設備

40:磁性掃描儀

42:電源供應器

44:掃描儀線圈

46:掃描離子束/掃描帶狀射束

48:控制系統

50:劑量測定系統

52:輪廓儀

54:輪廓儀路徑

56:表面

58:電流密度感測器

62:平移設備

78:邊緣

專利案號：108143394

公告本

112 年 9 月 28 日修正替換頁

I827743

【發明摘要】

【中文發明名稱】 離子植入系統及用於提供掃描帶狀離子束的非均勻通量之方法

【英文發明名稱】 ION IMPLANTATION SYSTEM AND METHOD FOR PROVIDING NON-UNIFORM FLUX OF SCANNED RIBBON ION BEAM

【中文】

離子植入系統和方法提供帶狀離子束的非均勻通量。形成點離子束並將其提供給掃描儀，並且將具有時變電位的掃描波形施加至掃描儀。掃描儀在掃描路徑上掃描離子束，此掃描路徑通常定義由多個子束所組成的掃描離子束。掃描射束接著通過校正器設備。校正器設備被配置為以大體上恆定的入射角而在工件上引導掃描離子束朝向工件。校正器設備還包括多個磁極，其配置為在工件處提供掃描離子束的非均勻通量輪廓。

【英文】

An ion implantation system and method provide a non-uniform flux of a ribbon ion beam. A spot ion beam is formed and provided to a scanner, and a scan waveform having a time-varying potential is applied to the scanner. The ion beam is scanned by the scanner across a scan path, generally defining a scanned ion beam comprised of a plurality of beamlets. The scanned beam is then passed through a corrector apparatus. The corrector apparatus is configured to direct the scanned ion beam toward a workpiece at a generally constant angle of incidence across the workpiece. The corrector apparatus further comprises a plurality of magnetic poles configured to

provide a non-uniform flux profile of the scanned ion beam at the workpiece.

【指定代表圖】　　圖1A

【代表圖之符號簡單說明】

10：離子植入系統

12：端子

14：束線組件

16：末端站

18：工件

20：離子源

22：高壓電源供應器

24、24a、24d、24g：離子束

26：射束路徑

28：射束引導件

30：質量分析器

34：分辨孔徑

36：掃描系統

38：校正器設備

40：磁性掃描儀

42：電源供應器

44：掃描儀線圈

46：掃描離子束/掃描帶狀射束

48：控制系統

50：劑量測定系統

52：輪廓儀

54：輪廓儀路徑

56：表面

58：電流密度感測器

62：平移設備

78：邊緣

【特徵化學式】

無

112 年 9 月 28 日修正替換頁

【發明說明書】

【中文發明名稱】 離子植入系統及用於提供掃描帶狀離子束的非均勻通量之方法

【英文發明名稱】 ION IMPLANTATION SYSTEM AND METHOD FOR PROVIDING NON-UNIFORM FLUX OF SCANNED RIBBON ION BEAM

【技術領域】

【0001】 本發明大體上與離子植入系統有關，並且更具體而言與用於提供掃描離子束的預定均勻性和角度輪廓的改進系統和方法有關。

【0002】 本申請案主張於2018年12月13日所提申之標題為“SCAN AND CORRECTOR MAGNET DESIGNS FOR HIGH THROUGHPUT SCANNED BEAM ION IMPLANTER”的美國申請案第16/218,884號的權益，其整體內容以引用方式併入本文中。

【先前技術】

【0003】 傳統上，離子植入器被用來將特定數量的摻雜劑或雜質置放在半導體工件或晶圓內。在典型的離子植入系統中，將摻雜劑材料電離化以在其中產生離子束。離子束被引導到半導體晶圓的表面處以將離子植入晶圓內，其中離子穿透晶圓的表面並且在其中形成期望的傳導性區域。例如，離子植入在製造半導體工件中的電晶體管有特別用途。典型的離子植入器包括用於產生離子束之離子源；束線組件，具有用於引導和/或過濾（例如，質量分辨）射束內的離子之質量分析設備的束線組件；以及包含待處理之一個或多個晶圓或工件的靶室。

【0004】 基於在工件內待達成的期望特性，各種類型的離子植入器允許分別植入不同劑量和能量的離子。例如，高電流離子植入器通常用於以低能量至中等能量進行高劑量植入，而中等電流至低電流離子植入器通常用於以較高能量進行低劑量應用。

【0005】 隨著元件幾何形狀持續地縮小，淺接面接觸區域轉化為對於離子束之越來越低能量的要求。另外，對於精確摻雜劑置放的要求已導致對於在射束內和整個基板表面上兩者上最小化射束角度變化之更高要求。例如，在某些應用中，期望以低至300電子伏特的能量進行植入，同時最小化能量污染，保持角度變化在離子束內以及整個工件上的嚴格控制，並且還同時提供高的工件加工處理量。

【0006】 混合掃描射束可在高處理量下提供非常好的劑量均勻性，從而離子束相對於工件進行電性或磁性掃描，並且從而使工件機械式地平移通過掃描離子束。然而，對於低能量植入物來說，工件通過系統的處理量受限於離子束的大小和被用來由離子束對工件進行完整過掃描（over-scan）的大掃描振幅。

【發明內容】

【0007】 本記載提供一種系統和方法，離子植入系統的效率藉此提高到超過常規系統，其中有利地提供掃描磁體和校正器磁體中的一個或多個的改進設計。下文提供本發明的簡化概述，以便提供本發明某些態樣的基本理解。此概述不是本發明的廣泛概觀，並且既不意旨識別本發明的關鍵或重要元素，也不意旨勾勒出本發明的範籌。準確的說，此概述的目的是以簡化形式來呈現本發明的一些概念，以作為在稍後所呈現的更詳細描述的序言。

【0008】 本記載提供一種用於提供掃描離子束的非均勻通量輪廓的系統和方法。根據本記載的一個例示態樣，提供一種離子植入系統，其中離子束被

配置為以離子束掃描頻率在工件的整個表面上進行掃描，在其中定義有掃描離子束（也稱為“掃描帶”）。例如，形成點離子束並且將其提供給掃描儀，並且將具有時變電位的掃描波形施加至掃描儀。藉由掃描儀在掃描路徑上掃描離子束，掃描路徑通常定義由多個子束所組成的掃描離子束。掃描射束接著通過校正器設備。校正器設備被配置為以大致上恆定的入射角在工件上引導掃描離子束朝向工件。校正器設備還包括多個磁極，其被配置為在工件處提供掃描離子束的非均勻通量輪廓。

【0009】 下文說明和後附圖式詳細提及本發明的某些例示態樣和實施方式。此些僅指出可採用本發明原理的各種方式中的一些。

【圖式簡單說明】

【0010】

圖1A是根據本記載各個態樣的具有掃描儀，校正器和劑量測定系統的離子植入系統的一個實施例。

圖1B是圖1A的掃描儀和幾個掃描離子束的一個實施例。

圖1C是圖1A和1B的掃描儀中的三角掃描電流波形的一個實施例。

圖1D是例示一個掃描離子束在數個離散時間點處撞擊在圖1A的系統中的工件的立體圖。

圖2是常規校正器設備的磁極和射束引導器的立體圖。

圖3A是理想離子束通過理想掃描儀和校正器設備的示意圖。

圖3B是例示使用圖3A的理想掃描儀和校正器設備的理想射束通量輪廓的曲線圖。

圖3C是例示使用非均勻的三角波電流波形所產生的例示通量輪廓的曲線圖。

圖4是根據本記載各個態樣的校正器設備的磁極和射束引導件的立體圖。

圖5A是根據本記載各個態樣的離子束通過掃描儀和校正器設備的示意圖。

圖5B是例示出使用圖5A的掃描儀和校正器設備的非均勻射束通量輪廓的曲線圖。

圖6A是根據本記載各個態樣的掃描離子束通過另一掃描儀和另一校正器設備的示意圖。

圖6B是例示使用圖6A的掃描儀和校正器設備的非均勻射束通量輪廓的曲線圖。

圖7是例示根據本記載各個態樣的將掃描角度關聯於被施加到掃描儀的掃描電流的第一函數和第二函數的圖。

圖8是例示根據本記載各個態樣的各種極設計的圖。

圖9是例示根據本記載各個態樣的用於向工件提供非均勻通量輪廓的方法的流程圖。

【實施方式】

【0011】 現在將參考附圖來敘述本發明，其中，相似元件符號在全文中用於指代相似元件，並且其中經例示結構未必按比例加以繪製。

【0012】 圖1A例示包括端子12，束線組件14和末端站16的例示離子植入系統10，其中離子植入系統被配置為將離子植入到位於末端站中的工件18內。端子12例如包括由高壓電源供應器22所供電的離子源20，其中離子源產生離子束24並將其引導至束線組件14。例如，提取在離子源20中所產生的離子並且形成為離子束24，從而引導離子束沿著在束線組件14內的射束路徑26朝向末端站16。

【0013】 束線組件14例如包括射束引導件28和質量分析器30，分辨孔徑

34，掃描系統36和校正器設備38。在質量分析器30內建立偶極磁場，僅使具有適當荷質比的離子通過通過分辨孔徑34。掃描系統36例如可包括靜電或磁性掃描系統。在圖1A的例示實施例中所例示的掃描系統36顯示具有經耦接至掃描儀線圈44的電源供應器42的磁性掃描儀40。磁性掃描儀40沿著射束路徑26加以定位，並且接收在被質量分析器30所分析之後的離子束24，其中圖1A的掃描儀磁性地掃描離子束以大致定義掃描離子束46（例如，也稱為“掃描帶”）。校正器設備38例如將掃描離子束46引導至末端站16，使得掃描離子束而在工件18上以大體上恆定的入射角來撞擊工件18。對離子束24進行掃描以形成掃描離子束46例如是受到控制系統48所控制，使得控制系統通常控制被供應給掃描儀線圈44的功率，從而在工件18上磁性地掃描離子束。

【0014】 離子植入系統10可進一步包括在離子源20和末端站16之間延伸的各種射束形成和成形結構（未圖示），其中形成和成形結構在離子束24於末端站16中被傳輸到工件時保持並且束縛離子束24。保持離子束24於其中的通道通常保持真空，以減少離子經由與空氣分子的碰撞而從射束路徑26偏轉的可能性。

【0015】 離子植入系統10可採用不同類型的末端站16。例如，“批次”型末端站可同時支撐多個工件18，諸如在旋轉支撐結構上，其中工件旋轉通過離子束的路徑直到所有工件經完全植入為止。另一態樣，“串行”型末端站沿著用於植入之射束路徑來支撐單一工件18，其中以串行方式而每一次一個地對多個工件進行植入，每一個工件在下一個工件的植入之前被完全植入。

【0016】 所例示的末端站16是“串行”型末端站，其沿著用於植入的射束路徑來支撐單一工件18（例如，半導體晶圓，顯示面板或要以來自離子束24的離子進行植入的其它工件），其中劑量測定系統50位於工件位置附近，以用於在植入操作之前進行校準測量。在校準期間，離子束24通過劑量測定系統50。劑量測定系統50例如包括一個或多個輪廓儀52，其被配置為橫越輪廓儀路徑54，

從而測量離子束24的輪廓（例如，掃描離子束46）。校正器設備38將掃描離子束46引導至末端站16，使得掃描射束以大體上恆定的入射角來撞擊劑量測定系統50的一個或多個輪廓儀52。

【0017】 輪廓儀路徑54例如沿著與工件18的表面56相關聯的植入平面來定位。一個或多個輪廓儀52例如包括用於測量掃描離子束46的電流密度的電流密度感測器58（例如法拉第杯）。電流密度感測器58以相對於掃描離子束46的大致上正交方式來移動，並且因此橫越掃描路徑的寬度。劑量測定系統50例如進一步可操作地耦合至控制系統48，以從其接收命令信號並向其提供測量值，以實施如在本文所進一步敘述的本記載的校準方法的測量態樣。

【0018】 根據一個例示態樣，掃描系統36接收離子束24，並且由電源供應器42所施加到掃描儀線圈44的電流波形進行操作以在X方向上來回掃描離子束24（例如掃描方向），以將離子束擴展成細長的“掃描帶”射束（例如掃描離子束46），其所具有的有效X方向寬度至少可等於或大於所關注的工件18的寬度。掃描離子束46接著通過校正器設備38，其以大致上平行於Z方向（例如大致上垂直於工件18的表面56）地將射束引導朝向末端站16。

【0019】 在靜電掃描系統（未圖示）中，一個或多個電源供應器連接到在射束周圍所隔開的多個電極。進一步調節在電極之間的電場以掃描離子束。為本記載的目的而考慮所有不同類型的掃描系統36，並且圖1A的磁性系統是如此掃描系統的一個例示實例。

【0020】 在圖1B中進一步例示掃描系統36的例示磁性形式，其中電源供應器42向掃描儀線圈44提供交流電，如圖1C中的波形60所例示。時變波形60（例如三角波形）在其兩者間建立在射束路徑26上的時變磁場，離子束24沿著掃描方向（例如在圖1A，1B和2B到2F中的X方向）藉由此磁場而被彎曲或偏轉（例如被掃描）。

【0021】 當掃描儀磁場處於沿離開頁面的方向上時（例如在圖1C中的時間“e”和“g”時），離子束24的帶正電離子受到負值X上的橫向力。當電流I為零時，諸如在圖1C中的時間“d”處，離子束24未經修改地通過掃描儀40。當磁場處於進入頁面的方向上時（例如圖1C中的時間“a”和“c”），離子束24的帶正電離子在正值X方向上受到橫向力。

【0022】 圖1B例示當離子束24在進入圖1A的校正器設備38之前在掃描期間的幾個離散時間點處通過掃描儀40時與掃描離子束46相關聯的偏轉。圖1D例示在圖1C中所指示的相應時間“a”至“g”處撞擊工件18的掃描離子束46（例如離子束24a到24g）。在圖1D中經掃描和平行化的離子束24a對應於在圖1C中的時間“a”處所施加的電極電壓或電流，並且隨後針對以X方向在工件18上進行單一的大致上水平掃描，在圖1D中例示用於在圖1C的相應時間“b”至“g”處的掃描電壓或電流的離子束24b到24g。

【0023】 如圖1A所例示，平移設備62（例如機械致動設備）在Y方向上來回平移工件18的同時，離子束24藉由掃描儀40而在X方向（例如快速掃描方向）上進行掃描，從而將離子束24施加在工件18的表面56上。

【0024】 本記載認識到在理想的植入器中，施加到掃描儀40的三角電壓或電流在射束角度上產生三角波，並且在校正器裝置38之後，則產生均勻的掃描帶狀射束46（例如，均勻通量輪廓）。然而，由於各種原因，難以達成如此的理想植入器。此外，在某些情況下，改變工件18上的劑量輪廓以達成各種結果可以是有益的。

【0025】 特別地，從電源供應器42到掃描儀40的電流波形可被修改以在工件18上產生期望的劑量輪廓。雖然在某些情況下，期望的劑量輪廓是均勻的，但是其它的非均勻輪廓有時也是期望的。例如產生期望的通量輪廓的特定電流波形通常取決於離子束24的射束電流和形狀如何隨著在工件18上進行掃描時的

變化。具有最小尺寸的離子束24可在掃描過程中具有很小或沒有變化的形狀，從而產生具有最小振幅和來自標稱三角波的最小修改或偏差的波形。因此，如此最小尺寸的離子束24例如對掃描儀40來說是最有效和最低要求的。

【0026】 例如為保持離子束24的小尺寸並且最小化空間電荷的爆炸，與在較低電流束線中所使用的靜電掃描儀和校正器設備相反，在高電流束線中使用磁性掃描儀和校正器設備，諸如在中電流植入器中所使用的彼等者。例如為在掃描過程中保持離子束24的形狀大致上恆定，可在校正器設備38中使用S形彎曲磁體，從而相較於在校正器設備中使用單彎曲磁體或靜電平行化透鏡，離子束的路徑長度在掃描過程中更加相似。

【0027】 例如，圖2例示與常規校正器裝置75的相應入口72和出口74相關聯的極70A和70B的常規配置。為簡單起見，圖2未例示一或多個磁體的磁軛和線圈，因為這些元件對於定義射束軌跡來說通常並不重要。圖3A進一步例示常規校正器設備75，其可位於掃描儀40的下游，藉此當離子束24a到24g離開掃描儀時的各種軌跡的射束路徑26處於不同掃描角度Θa到Θg，其中掃描角度Θa到Θg隨時間而均勻地間隔。當使用三角波（如圖1C所示）以在工件上完全掃描“理想”離子束（例如“點”離子束）時，在工件18上產生大致均勻通量輪廓76，如在圖3B中所例示。例如，圖3B之大致均勻通量輪廓76具有由實質上均勻掃描和常規校正器設備75所產生的平均通量Ψ_0。然而，實際上，與上述“理想”離子束相反，如圖3C所例示，當掃描離子束時，“實際”離子束改變形狀，大小和電流，並且由三角波電流波形所產生實際通量輪廓77是非均勻的。

【0028】 然而，當增加離子束24的射束電流時，進一步變得難以保持離子束的小尺寸和恆定特性。例如，在較大射束尺寸時，隨著離子束的形狀影響工件18的較大部分，離子束24的形狀在掃描過程中的差異變得更為相關。例如，當使用圖1C的標稱三角波形60時，可在工件18的邊緣78處看到射束通量上的減

少。結果是由於實施更多高度修改的波形以試圖在工件18上提供均勻通量輪廓，因此經由掃描波形60的均勻性校正變得更加困難。如此均勻性校正可進一步導致工件18通過圖1A的系統10的較低處理量，原因在於離子束24在工件的邊緣78處花費更多的時間，其中離子束24在此邊緣植入一較小部分工件。

【0029】 因此，根據本記載，當使用圖1C的標稱三角波形60和理想點束時，至少部分地藉由將掃描儀40和/或校正器設備38配置為在工件18上產生非均勻通量輪廓，而獲得工件18通過系統10的增加的處理量，同時仍保持離子束24中的平行性。例如，接著藉由調整所施加到掃描儀40的波形，以將非均勻通量輪廓校正為均勻的或校正為具有預定的非均勻輪廓。圖5例示根據本記載的各種態樣的校正器設備38的一個如此實例，其中校正器設備的極80A和80B被配置以在離子束24通過其入口82和出口84時提供非均勻通量輪廓。

【0030】 例如，與圖5A的掃描儀40相關聯的校正器設備38的磁極80A和80B的各種形狀可有利地提供非均勻的通量輪廓86，如圖5B中所例示，藉此在工件18的邊緣78附近所提供的射束通量比在工件18的中心88還大量。應當注意到本記載可應用於任一校正器設備38，而不論校正器設備是包括單一磁體還是包括呈S形彎曲配置的多個磁體。此外，應當注意到掃描儀40和與其相關聯的任何磁體可以是雙極的（如圖所示）或單極的，使得離子束24總是彎曲的。

【0031】 根據一個例示態樣，再次假設為理想點射束，提供給工件18的射束通量與離子束24a到24g的軌跡的間隔成反比。也就是說，藉由掃描儀40在離子束24a到24b之間、在離子束24b到24c之間、在離子束24c到24d之間等隨時間所提供的均勻間隔產生從掃描儀40離開的均勻通量。在本實例中，各種掃描角度Θa到Θg是任一給定掃描時間t的整數倍。然而，由於圖5A的校正器設備38的極80A和80B的配製，在離子束24a-24b之間、在離子束24b-24c之間、在離子束24c-24d之間等的變化密度產生用於射束之均勻掃描的變化通量，而射束在工件

18的邊緣78處具有更大通量，其中射束彼此較靠近，並且在中心88處具有密度較小的通量，其中射束彼此較分開。據此，達成圖5B的非均勻的通量輪廓86，同時提供從掃描儀離開的均勻通量輪廓，並且因此提供與自圖3B的均勻掃描所產生的通量相似的平均通量Ψ_0。

【0032】 根據另一個例示態樣，如圖6A所例示，可配置有經修改掃描儀90，使得掃描儀的磁體結合常規校正器68的磁體以在驅動電流和掃描角度之間提供非線性關係。

【0033】 據此，經修改掃描儀90可被配置為提供圖6B的通量輪廓92，其在假定理想點束和三角電流波形時，此通量輪廓92大致上等同於圖5B的通量輪廓86。然而，儘管常規掃描儀產生用於電流上的均勻變化的掃描角度上的均勻變化，但是本記載的掃描儀的極可被成形為具有預定輪廓，使得電流上的均勻變化提供掃描角度上的非均勻變化。

【0034】 據此，可利用對掃描儀40的相同輸入來達成圖6B的通量輪廓92，同時在邊緣78處獲得更大通量，以補償與在以真實離子束來掃描邊緣相關聯的損失的射束電流。常規地，圖5A的掃描儀40將離子束24保持靠近工件18的邊緣78的時間比工件18的其餘部分更長以在邊緣處獲得期望通量，從而對掃描儀的AC波形可經高度修改並且潛在地受到帶寬限制。本記載提供對於如此複雜且有害的AC掃描波形的解決方案，從而掃描儀和校正器系統有利地向工件的邊緣78提供更大量的通量。

【0035】 例如，在工件18的（多個）邊緣78處的通量可比在工件的中心88處所具有的通量大在10%至100%之間。在另一實例中，圖5B和6B的通量輪廓86、92通常可以是拋物線形的，具有被施加至掃描儀40的未修改掃描波形。在又一實例中，具有未修變掃描波形的通量輪廓86、92在與圖5A和6A的工件18的中心88相關聯的中央區域上通常是均勻的，並且僅或主要在工件的邊緣78處增

加，其中中心區域代表在工件的總長度或直徑的20%至80%之間。

【0036】 因此，在離子束24a到24b之間、在離子束24b到24c之間、在離子束24c到24d之間等的變化密度產生用於經由經修改掃描儀90進行射束的非均勻掃描的變化通量，從而在工件的邊緣78處產生更大通量，其中射束彼此較靠近，並且在中心88處具有密度較小的通量，其中射束88彼此較分開。在本實例中，對於任一給定掃描時間t的各種掃描角度可以是不同的。因此，當以圖1C的三角電流波形60來驅動經修改掃描儀90時，離子束24a到24g的所生成軌跡提供與圖5B的通量輪廓86相似的圖6B的通量輪廓92。

【0037】 圖7例示了第一函數w1和第二函數w2，其在均勻性校正已經修改掃描波形以提供均勻通量之後將掃描角度Θ與以真實射束被施加到掃描儀的掃描電流I相關聯。當與圖3A的常規掃描儀和校正器系統一起使用時，在均勻性校正之後，第一函數w1提供均勻通量輪廓（例如，類似於圖3B中的均勻通量輪廓76），其中斜率在掃描角度Θ的極限94較小而在圖7的中間96處較大。第二函數w2是在對於所記載的經修改系統的均勻性校正之後的函數，其中掃描角度Θ是掃描電流I的更為線性函數。

【0038】 根據另一個例示態樣，本記載認識到圖5B和6B的非均勻的通量輪廓86、92可經由圖5A的校正器設備38和圖6A的經修改掃描儀90的組合來達成。例如，設想到與圖5A的校正器設備38和/或圖6A的經修改掃描儀90相關聯的實際磁體和極80A、80B的各種設計，藉此可在設計各種極形狀上利用經修改光學器件和技術。

【0039】 例如，圖8例示被配置為提供特定期望的通量輪廓的第一極邊緣100和第二極邊緣102。第一極邊緣100和第二極邊緣102例如可與圖6A的常規校正器68（例如，標準的S形彎曲磁體）相關聯，而圖8的經修改極邊緣104、106、108、110可與圖5A的校正器設備38相關聯，藉此圖5B和6B的非均勻的通量輪廓

86、92通常分別可由離子束24來定義。圖8的經修改極邊緣104、106、108、110可相應地配置以達成磁體的各種期望的光學特性。例如，可在經修改極邊緣104、106、108、110的配置中利用極旋轉、極邊緣曲率、極面曲率等。

【0040】 儘管本記載的一些態樣可涉及在本文所述的離子植入系統的一個實施例，但是其它態樣涉及用於增加工件通過離子植入系統的處理量的方法。儘管這些方法被例示和敘述為一系列動作或事件，但是應理解到本發明不受限於這些動作或事件的例示順序。例如，除了，一些動作可以不同順序發生和/或與在本文所例示和/或敘述的那些動作或事件以外的其它動作或事件同時發生。此外，可不需要所有例示的步驟來實施根據本發明的一個或多個態樣或實施例的方法論。再者，在本文所描述的一個或多個動作可在一個或多個單獨的動作和/或階段中加以執行。

【0041】 圖9例示用於控制掃描帶狀射束（例如，掃描點束）的通量輪廓的例示方法200。例如，在圖9的動作202中，將點離子束提供給掃描儀，並且在動作204中，將具有時變電位的掃描波形施加至掃描儀。掃描波形例如可包括三角波。在動作206中，在掃描路徑上掃描點離子束，其中通常定義有包括多個子束的掃描離子束。在動作208中，使掃描離子束通過校正器設備，其中校正器設備被配置為以大體上恆定的入射角在工件上引導掃描離子束朝向工件。在動作210中，掃描儀的多個磁極和校正器設備在工件處提供掃描離子束的非均勻通量輪廓，並且以理想點束在工件上進行完全地掃描。

【0042】 因此，在理想情況下，本記載在均勻性校正之前提供非均勻通量輪廓。例如，本記載設想一個或多個掃描儀和校正器設備被配置為使得在以基本上恆定的掃描速度在工件上完全地掃描點射束的理想情況下，通量基本上從工件的中心單調地增加到工件的邊緣。在以理想射束進行均勻性校正之後，通量輪廓基本上均勻的或具有預定的非均勻性。常規地，工件的邊緣由於前述所

討論的各種原因而經歷減少電流，因此提供在工件的邊緣附近具有減少通量的大致上呈拋物線形的通量輪廓。為應對在邊緣附近的如此減少通量的問題，常規上已經執行均勻性校正程序來將離子束保持在邊緣處延長的時間，用以增加通量並且提供如圖7所示之更大均勻性。然而，如此將離子束保持在邊緣處會浪費射束電流，其至少部分歸因於當在掃描邊緣處時離子束的寬度的部分延伸超過工件。

【0043】 本記載有利地利用掃描儀和校正器設備以增加在工件的邊緣處的射束通量，使得當在邊緣處存在如此較低電流時，淨通量輪廓更為平坦的，並且可配置掃描系統和均勻性校正以將離子束保持在邊緣處較短的持續時間，從而浪費較少的射束電流。

【0044】 本記載內容設想到將各種磁場提供到校正器設備和/或掃描儀，藉此與相應磁體相關聯極成形，極面旋轉和曲率提供在本文所述的期望的非均勻通量輪廓。例如，可變化磁極的面部以有效地改變對於帶狀射束上的每個子束通過磁場的路徑長度。因此，變化通過磁場的路徑長度會變化子束彎曲的角度，並且因此能被類似地變化而以平行方式離開校正器設備。然而，根據本記載，與工件的邊緣相關聯的子束與在工件的中間處相比更靠近在一起，因此在工件的邊緣處提供比在中間處更多的通量。

【0045】 儘管已經參照一個或多個實施方式來例示和敘述本發明，在不脫離後附申請專利範圍的精神和範疇仍可對所例示實例進行變更和/或修改。特別是關於由上述構件或結構（方塊、單元、引擎、組件、裝置、電路、系統等）所執行的各種功能，除非另有說明，否則用於敘述如此構件的術語（包括對“手段”的引用）意旨在與執行所述構件的特定功能的任何構件或結構相對應（例如，在功能上等效地），即使是在結構上不等效於本發明所例示的例示實施方式中執行功能的所記載結構亦如此。此外，儘管可能已經僅針對數個實施方式中

的一個來記載本發明的特定特徵，但是可視需求和有利於任何給定或特定應用而可將如此特徵與其它實施方式的一個或多個其它特徵組合。再者，就在本說明書和申請專利範圍中所使用的術語“包括”、“包含”、“具有”“具備”、“帶有”或其變化例的範圍而言，如此術語意旨以類似於術語“包括”的方式而包含任何可能性。

【符號說明】

【0046】

10：離子植入系統

12：端子

14：束線組件

16：末端站

18：工件

20：離子源

22：高壓電源供應器

24、24a、24b、24c、24d、24e、24f、24g：離子束

26：射束路徑

28：射束引導件

30：質量分析器

34：分辨孔徑

36：掃描系統

38：校正器設備

40：磁性掃描儀

42：電源供應器

44：掃描儀線圈

46：掃描離子束/掃描帶狀射束

48：控制系統

50：劑量測定系統

52：輪廓儀

54：輪廓儀路徑

56：表面

58：電流密度感測器

60：時變波形/三角波形/掃描波形/三角電流波形

62：平移設備

68：校正器

70A、70B：極

72：入口

74：出口

75：校正器設備

76：均勻通量輪廓

77：實際通量輪廓

78：邊緣

80A、80B：極

82：入口

84：出口

86：通量輪廓

88：中心

90：經修改掃描儀

92：通量輪廓

94：極限

96：中間

100：第一極邊緣

102：第二極邊緣

104、106、108、110：經修改極邊緣

200：方法

202~210：動作

【發明申請專利範圍】

【第1項】一種離子植入系統，包括：

離子源，其配置為形成離子束；

質量分析器，其配置為質量分析所述離子束；

電源，其配置為提供掃描波形；

磁性掃描儀，其配置為基於所述掃描波形以沿著掃描路徑來選擇性地掃描所述離子束，在其中定義有包括多個子束的掃描離子束；以及

磁性校正器設備，其配置為以大致上恆定的入射角在工件上引導所述掃描離子束朝向所述工件，其中所述磁性掃描儀和所述磁性校正器設備中的一或多者配置為提供具有通量的非均勻通量輪廓，所述通量基本上從所述工件的中心朝向所述工件的邊緣單調地增加，其如同理想點離子束以基本上恆定的掃描速度在所述工件上進行完全地掃描的理想情況。

【第2項】如請求項1所述之離子植入系統，其中所述磁性校正器設備包括多個磁極，其被配置為在所述工件處定義所述掃描離子束的所述非均勻通量輪廓。

【第3項】如請求項1所述之離子植入系統，其中所述非均勻通量輪廓大體上藉由第一射束通量和第二射束通量所定義，所述第一射束通量與所述工件的邊緣相關聯，所述第二射束通量與所述工件的中心區域相關聯，其中所述第一射束通量大於所述第二射束通量。

【第4項】如請求項3所述之離子植入系統，其中所述第一射束通量大於所述第二射束通量在10%和100%之間。

【第5項】如請求項1所述之離子植入系統，其中所述非均勻通量輪廓包括在所述工件的中心區域上為大體上均勻以及在所述工件的邊緣處為增加的所述通量，其中所述中心區域表示在所述工件的長度的20%和80%之間。

【第6項】如請求項1所述之離子植入系統，其中所述非均勻通量輪廓大體上呈拋物線形。

【第7項】如請求項1所述之離子植入系統，其進一步包括控制器，所述控制器配置為經由控制所述磁性掃描儀和所述磁性校正器設備中的一或多者來控制所述非均勻通量輪廓。

【第8項】如請求項1所述之離子植入系統，其中所述磁性校正器設備包括呈S形彎曲配置的相對極性的一對偶極磁體。

【第9項】一種離子植入系統，包括：

離子源，其配置為形成離子束；

質量分析器，其配置為質量分析所述離子束；

掃描儀電源，其配置為提供掃描波形；

掃描儀，其配置為基於所述掃描波形以沿著掃描路徑來選擇性地掃描所述離子束，在其中定義有包括多個子束的掃描離子束；以及

磁性校正器設備，其配置為以大致上恆定的入射角在工件上引導所述掃描離子束朝向所述工件，其中所述掃描儀和所述磁性校正器設備中的一或多者配置為提供具有通量的非均勻通量輪廓，所述通量基本上從所述工件的中心朝向所述工件的邊緣單調地增加，其如同理想點離子束以基本上恆定的掃描速度在所述工件上進行完全地掃描的理想情況。

【第10項】如請求項9所述之離子植入系統，其進一步包括控制器，所述控制器配置為經由控制所述掃描儀和所述磁性校正器設備中的一或多者來控制所述非均勻通量輪廓。

【第11項】如請求項10所述之離子植入系統，其中所述控制器進一步配置為控制所述掃描儀電源，使得所述掃描儀進一步配置為在所述工件處提供所述掃描離子束的所述非均勻通量輪廓。

【第12項】如請求項9所述之離子植入系統，其中所述掃描儀包括磁性掃描儀。

【第13項】如請求項9所述之離子植入系統，其中所述磁性校正器設備包括呈S形彎曲配置的相對極性的一對偶極磁體。

【第14項】如請求項9所述之離子植入系統，其中所述通量在所述工件的邊緣處大於在所述工件的中心處在10%和100%之間。

【第15項】如請求項9所述之離子植入系統，其中所述非均勻通量輪廓大體上呈拋物線形。

【第16項】如請求項9所述之離子植入系統，其中所述非均勻通量輪廓在所述工件的中心區域上為大體上均勻的，並且在所述工件的邊緣處為增加的，其中所述中心區域表示在所述工件的長度的20%和80%之間。

【第17項】如請求項9所述之離子植入系統，其中所述磁性校正器設備包括多個磁極，其被配置為在所述工件處定義所述掃描離子束的所述非均勻通量輪廓。

【第18項】一種用於提供掃描帶狀離子束的非均勻通量之方法，包括：

提供點離子束到掃描儀；

提供具有時變電位的掃描波形到所述掃描儀，在其中，在掃描路徑上掃描所述離子束並且大致上定義包括多個子束的掃描離子束；以及

使所述掃描離子束通過校正器設備，其中所述校正器設備配置為以大致上恆定的入射角在工件上引導所述掃描離子束朝向所述工件，並且其中所述校正器設備包括多個磁極，其被配置為在不修改所述掃描波形下而在所述工件處提供所述掃描離子束的非均勻通量輪廓。

【第19項】如請求項18所述之方法，其中所述時變電位與時變電壓和時變磁場中的至少一個相關。

【第20項】如請求項18所述之方法，其中在所述工件的邊緣處的通量大於在所述工件的中心處的通量在10%和100%之間。

【發明圖式】

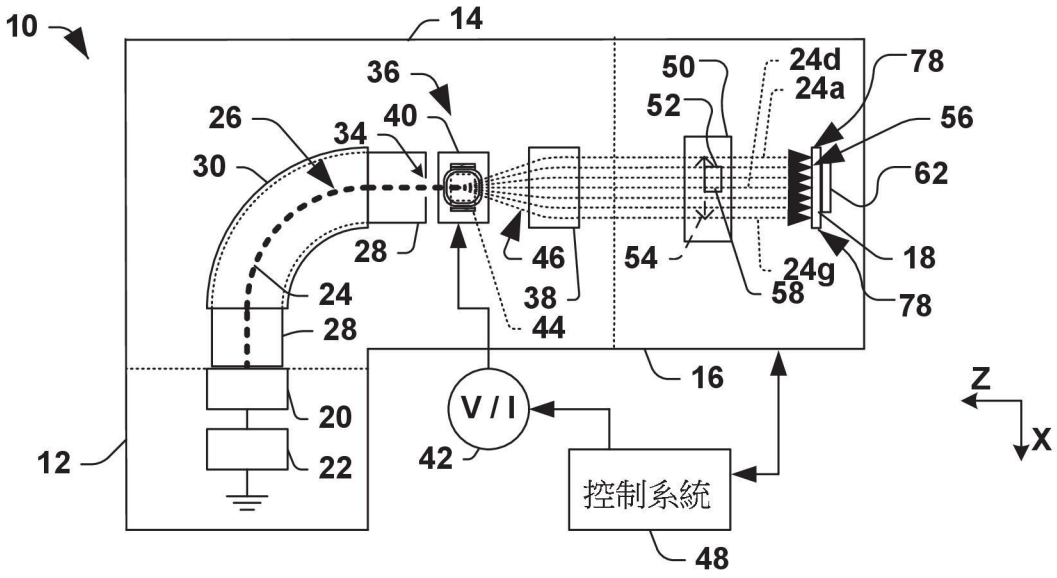


圖1A

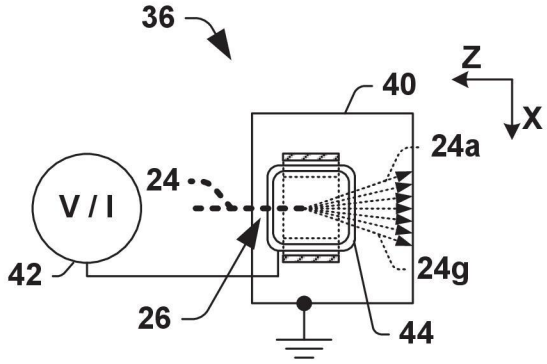


圖1B

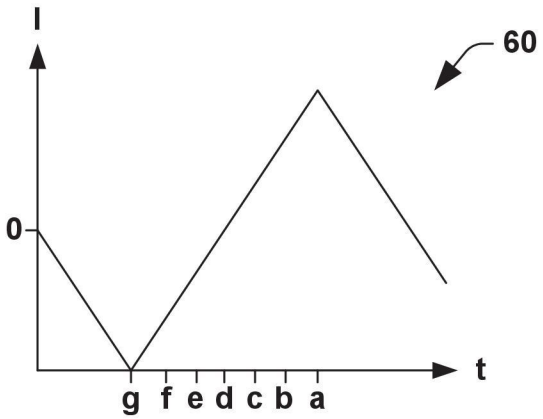


圖1C

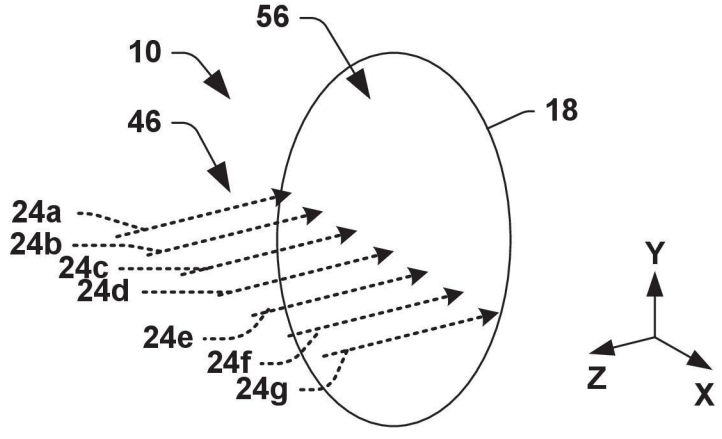


圖1D

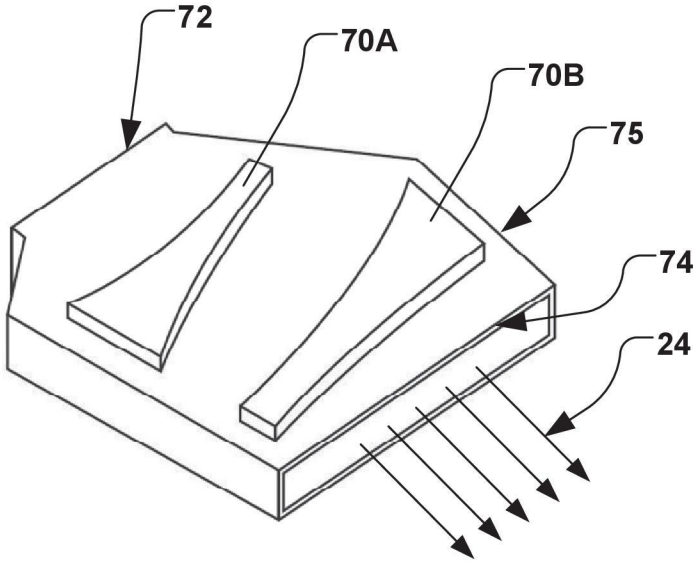


圖2

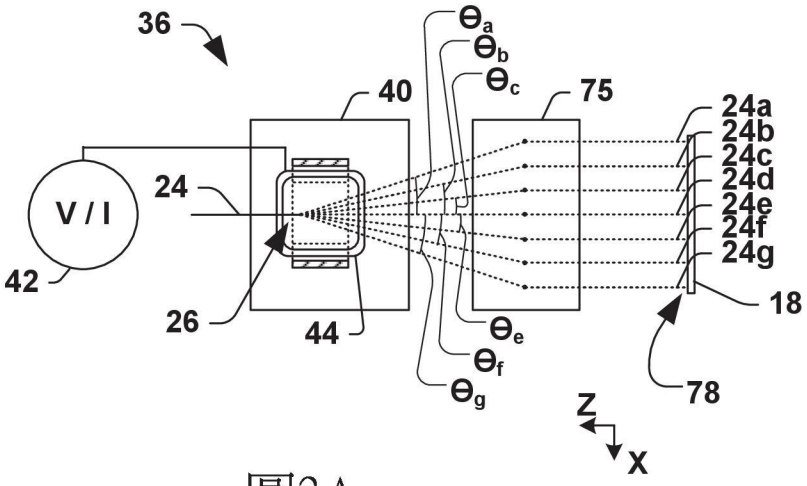


圖3A

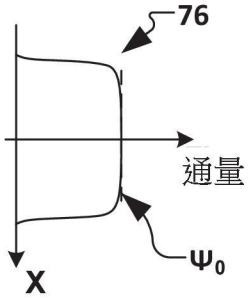


圖3B

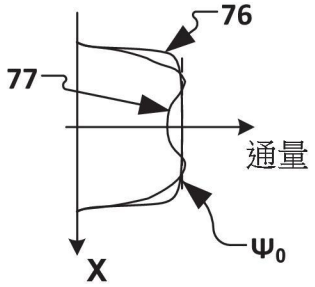


圖3C

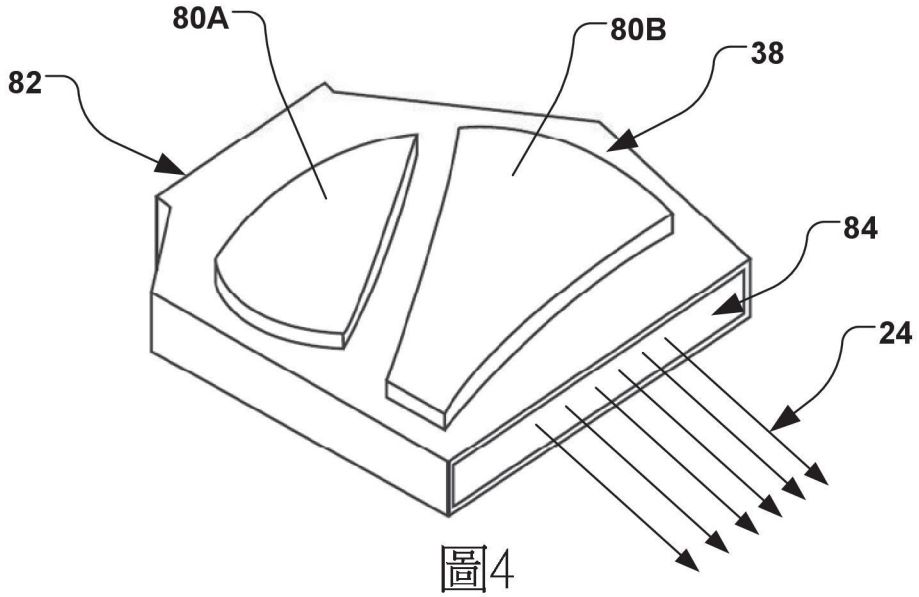


圖4

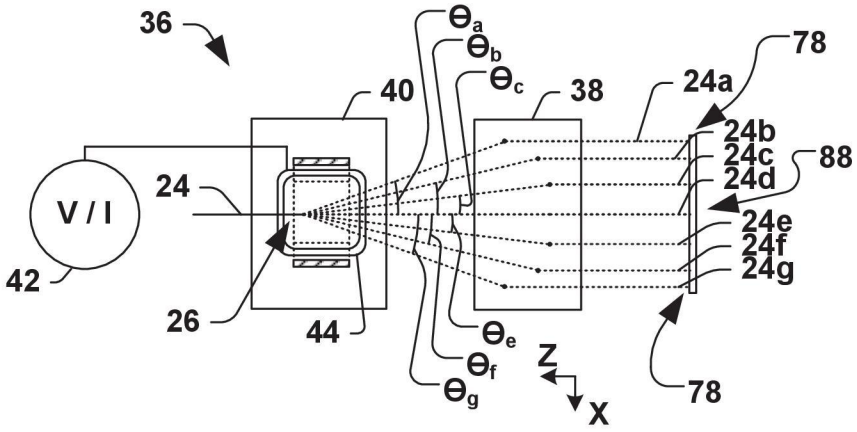


圖5A

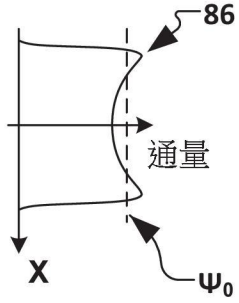


圖5B

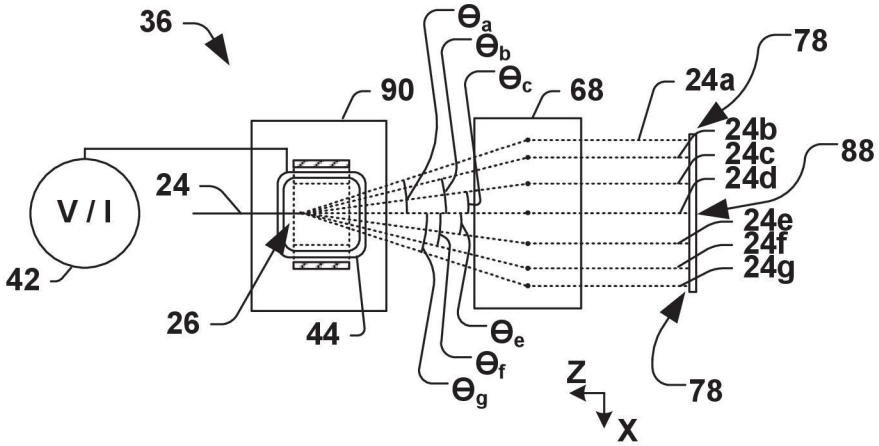


圖6A

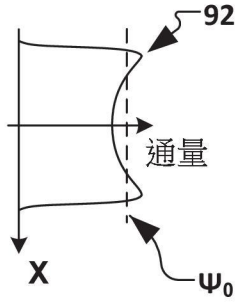


圖6B

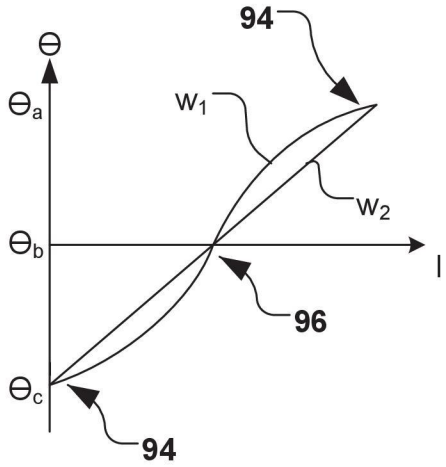

94
Θ
Θa
w1
w2
Θb
I
96
Θc
94

圖7

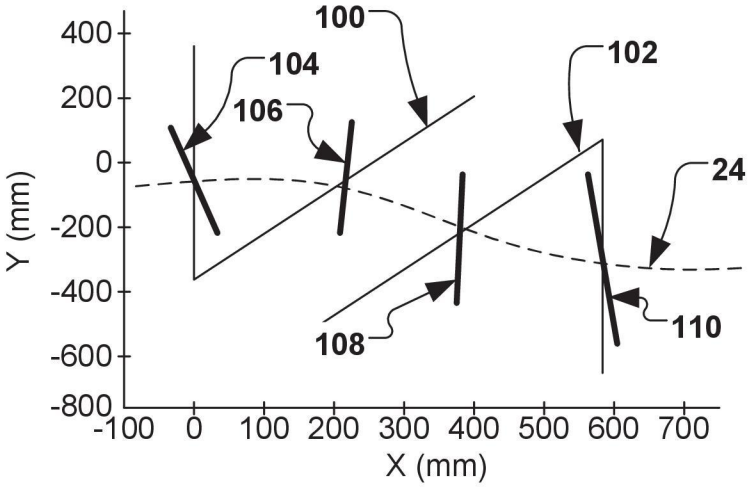

100
104
102
106
24
400
200
0
-200
-400
-600
-800
Y (mm)
108
110
-100
0
100
200
300
400
500
600
700
X (mm)

圖8

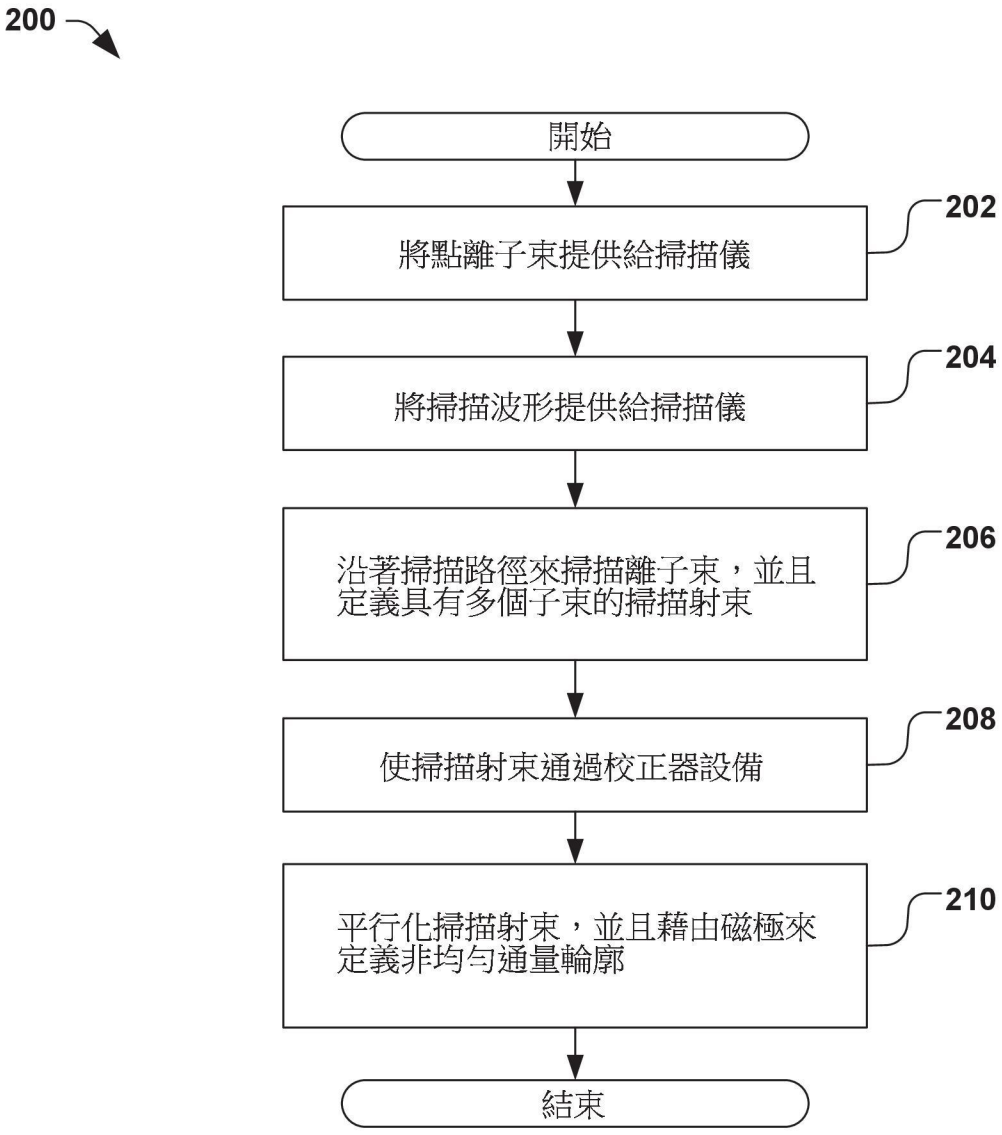

200
開始
將點離子束提供給掃描儀
202
將掃描波形提供給掃描儀
204
沿著掃描路徑來掃描離子束，並且定義具有多個子束的掃描射束
206
使掃描射束通過校正器設備
208
平行化掃描射束，並且藉由磁極來定義非均勻通量輪廓
210
結束

圖9