

申請日期	91.8.23
案 號	91119103
類 別	H01L 37/147

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

569274

發明專利說明書

一、發明 新型名稱	中 文	離子植入系統中之狹縫雙重間隙的集束器及用於改良的離子集束之方法
	英 文	Slit Double Gap Buncher and Method for Improved Ion Bunching in an Ion Implantation System
二、發明 創作人	姓 名	1.庫洛許.沙達特曼 2.威廉 F.迪佛吉利歐
	國 籍	1.2.美國
	住、居所	1.美國麻薩諸塞州 01915 比佛利市比佛利公民大道 1 號 32 棟 2.美國麻薩諸塞州 01915 比佛利市湖景大道 10 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	艾克塞利斯科技公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國麻薩諸塞州 01915 比佛利市櫻桃丘道 55 號
	代 表 人 姓 名	林內特 C.法爾隆

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

美 國 (地 區) 申 請 專 利 ， 申 請 日 期 :2001.08.23. 案 號 :60/314,417 ， ☒有 ☐無主張優先權

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

有關微生物已寄存於：，寄存日期：，寄存號碼：

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明 (1)

相關申請案

本申請案主張基於 2001 年 8 月 23 日提出申請的序號 60/314,417 的優先權，其標題為「離子植入系統中之狹縫雙重間隙的集束器及用於改良的離子集束之方法 (Slit Double Gap Buncher and Method for Improved Ion Bunching in an Ion Implantation System)」，以引用的方式將其併入本文中。

發明所屬之技術領域

本發明一般係關於離子植入系統，更明確地說，係關於用於離子植入系統中之改良的離子集束之方法及裝置。

先前技術

在製造半導體裝置時，會使用離子植入對半導體進行雜質摻雜。在美國專利案號 4,667,111 中便敘述一種高能量(HE)的離子植入機，該份專利已經讓渡給本發明的受讓人，因而，以引用的方式將其併入本文中，如同完整列於此。此種高能量離子植入機係用深植入至基板中，以便產生例如逆增井(retrograde well)。此類深植入的植入能量通常為 1.5MeV(百萬電子伏特)。雖然亦可使用較低的能量，不過此類植入機進行植入的能量通常會在至少 300keV 及 700keV。某些高能量離子植入機則能夠提供高達 5MeV 的離子束。

參考圖 1，所示的係典型的高能量離子植入機 10，其

五、發明說明 (2)

具有一終端 12、一束線總成 14 及一終點站 16。該終端 12 包括一由高電壓電源供應器 22 提供電源的離子源 20。該離子源 20 會產生一離子束 24，送進該束線總成 14。接著，該離子束 24 便會朝終點站 16 中的目標晶圓 30 移動。束線總成 14 會調整該離子束 24，該總成 14 包括一質量分析磁鐵 26 及一射頻(RF)線性加速器(linac)28。該線性加速器 28 包括一系列的加速模組 28a-28n，各模組都會進一步替離子加速，使其超過前面模組所達到的能量。該些加速模組可以個別由高射頻電壓提供能量，而該電壓通常係以共振方式保持所需要的合理平均功率。該質量分析磁鐵 26 僅會讓具有適當電荷質量比的離子通過，進入線性加速器 28 中。

高能量離子植入機 10 之中的線性加速模組 28a-28n 個別包括一射頻放大器、一共振器及一可激發電極。舉例來說，如美國專利案號 4,667,111 中所述的共振器，係作業於約 3-30MHz 的頻率範圍間，電壓則介於約 0 至 150kV 的範圍之間，用以加速離子束 24，以提供每個電荷態一百萬個電子伏特的能量。離子束會經過各個加速模組或階段 28，在此處，一部份的離子會被適當地加速，而另一部份則不會。因此，慣用的線性加速器 28 所能達成的離子加速效率不到 100%。明確地說，慣用的線性加速器可從質量分析磁鐵 26 傳送不到 20%的離子到終點站 16 中的目標晶圓 30。明確地說，每個離子加速階段 28a-28n 乃進行調整或調節，以便為其中的離子提供適當的加速，使其落在容限或

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (3)

允許範圍內。加速之前將離子集束或包裹在一起，會有助於保持離子束中的離子，使得被每個加速模組或階段 28 加速的離子百分比提高。在慣用個線性加速器 28 中，第一或第一與第二加速模組(例如模組 28a、28b)的功能可以是集束器結合加速器。不過，此集束作用僅提供有限的離子傳輸效率。因此，典型的線性加速器 28 所能傳輸的離子可不到 20%。在離子植入裝置中，吾人希望的係以受控的方式，輸送離子給一工件，如半導體產品之類。在慣用的系統中，離子源所產生的離子中，大約會遺失 80%(例如未抵達該工件)，因而需要更多的時間執行所需要的植入工作。因此，需要有能夠用於離子植入線性加速器中之離子集束的改良方法及裝置，以提高所產生之離子輸送至工件的百分比。

發明內容

本發明係關於一種線性加速器，其具有一與其相關聯的離子集束器，該集束器可達到離子植入系統中改良的離子傳輸的目的。本發明提供一種專屬的集束器階段，用以確保所產生的離子中，會有高過以前的百分比的離子，進入該離子植入機之加速階段的加速區域中。該集束器階段可以沿著離子植入系統的離子束路徑，配置在線性加速器階段的上游區，用以將離子集束或包裹送入該加速器的加速階段中。明確地說，本發明可提供高達 60%的可用離子之離子束傳輸，通過離子植入系統的線性加速器。因此，

五、發明說明 (4)

本發明的優點明顯地優於慣用的離子植入裝置及方法，在該些慣用的某些裝置及方法中，僅有 20%以下的可用離子會被適當地加速。

本發明的其中一項觀點係提供一種非對稱的雙重間隙集束器，其可在與離子植入系統的離子傳輸相關的效率方面，提供進一步的優點。第一及第二間隙分別位於集束器調變電極的前方與後方，其中兩個間隙的大小不同，舉例來說，第二間隙大於第一間隙。

該集束器中的調變電場會依照參考離子而加速特定的離子，並且據此減速其它離子。在漂移區中，加速後的離子會趕上參考離子，而減速後的離子則會放慢速度，讓參考離子(例如連同加速後的離子)趕上，從而提供淨集束效果。該些間隙的不對稱性有助於讓更高比例的可用離子進入後面的線性加速器階段，從而大幅地改良離子植入系統的離子傳輸效率。該非對稱的雙重間隙集束器可以是離子植入機之線性加速器系統中的一個集束器階段，在該離子植入機中，由該集束器電極所產生的調變電場強度可遠小於該線性加速器的加速交流電場。依照此方式，該集束器電極可操作以調變該直流離子束(例如，由上游區的質量分析磁鐵取得的離子束)，而該漂移區則可利用調變結果進行集束。

根據本發明進一步的觀點，會提供一狹縫雙重間隙集束器階段及其調變電極，其可提供與離子植入相關的進一步優點。該調變電極在電極基座中包括一細長的狹縫孔徑

五、發明說明(5)

，其會沿著該離子束路徑縱向穿過該基座。該狹縫的長寬比可以大於 1，舉例來說，該狹縫的高度會大於該狹縫的寬度。相較於圓形的電極孔徑，狹縫式孔徑會使得間隙長度變小，促使能對較寬的離子速度範圍進行有效的調變。此外，狹縫雙重間隙集束器可位於匹配四極聚焦裝置及線性加速器的入口孔徑之間。在此情形中，該些匹配的四極可用以將離子束聚集成圓形輪廓，以便射入該第一加速階段，並且提供一集束漂移區。如此一來，便可縮短離子植入裝置的長度。

為完成前面及相關的目的，本發明包含後面完整敘述及申請專利範圍中特別提出的各項特性。在後面的敘述及附加的圖式中，將會詳細說明本發明的某些範例觀點及實施方式。不過，其代表的僅係可運用本發明原理的各種方式中的一部份。從本發明後面的詳細說明，配合圖式，將可非常清楚本發明的其它目的、優點及新穎特性。

實施方式

現在將參考該些圖式對本發明作說明，其中，在所有圖式中，相似的參考符號代表相似的元件。在離子植入系統，會提供一專屬的離子集束階段，用以集結離子。該離子集束階段可運用於加速階段的線性加速器上游區之中，用以將經過的離子集結成束或集結成包裹，以降低該線性加速器中的離子損失。該集束階段的作業能量位準可低於後面的加速器階段，並且可進一步提供一漂移區幫助進行

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (b)

離子集束。本發明進一步包括一非對稱雙重間隙集束器階段以及一狹縫集束器階段，用以進一步改良離子植入效率。後面亦將敘述用於對離子植入機之線性加速器中的離子進行加速的方法。

為交代本發明特性的前後背景，現在將簡單地討論線性加速器模組中(例如圖 1 中的模組 28a-28n)射頻放大器及共振器的慣用連接方式。現在參考圖 2，所示的係一慣用的共振器電路 100，其包括與電阻 R_L 及電容 C_s 並聯的電感器線圈 L 。可激發電極 108 會連接至該電感器 L 。電極 108 係安裝在兩個接地電極 112 及 114 之間。該可激發電極 108 以及接地電極 112 與 114，都係操作用以加速離子束 110。電容 C_s 代表的係該可激發電極 108 的電容值，而電阻 R_L 代表的係與包含該電感器 L 及該電容 C_s 的共振電路相關聯的損失。該電容 C_s 及該電感器線圈 L 的數值經過選擇之後，會形成低損失(高 Q 值)的共振或「儲槽」(tank)電路 100，其中圖 1 所示之線性加速器系統類型中的每個加速器模組都會共振於相同的頻率。射頻(RF)信號會從點 116 位置的匹配電路(未顯示)連接過來，並且透過電容器 C_c 電容性地耦合至該線圈 L 的高電壓端。

圖 3 所示的係模組式線性加速器 228 之一部份的透視圖。直流離子束 224a 會沿著離子束路徑 226 送進該加速器 228(例如來自上游區的質量分析磁鐵，未顯示)。舉例來說，該直流離子束 224a 可包括細長型的狹縫式輪廓，其會沿著路徑 226 穿過具有垂直細長型狹縫 232 的入口孔徑 230

五、發明說明 (7)

。透過兩組匹配四極裝置 234 及對應的接地電極 236，離子束 224a 會形成一般為圓形的輪廓(未顯示)，其中接地電極 236 各包括一沿著路徑 226 配置的圓筒型孔徑 238。

本實例中的線性加速器 228 進一步包括兩個或更多個加速模組或階段 228a、228b、228c、...228n，其中 n 為整數，圖 3 中則顯示出其中兩個(例如階段 228a 及 228b)。每個加速器模組 228n 都會進一步替離子束 224 中的離子加速，使其超過前面模組所達到的能量。該些加速模組 228n 可個別由一電源供應器及共振器(未顯示)所產生的高射頻電壓提供能量。當離子束 224 經過各個加速模組或階段 228n 時，某些離子會被加速，而其它的則不會。加速模組 228a 包括一對沿著路徑 226 配置在可激發電極 248 前方與後方的接地電極 246，其中可激發電極 248 可由一適當的射頻能量源及共振器(未顯示)提供能量，以達到沿著離子束路徑 226 替離子束 224 中的離子加速的目的。該些接地電極 246 一般都會與該可激發電極 248 等距，以便於其中提供一般相等的第一及第二間隙 250a 及 250b。類似地，第二加速器模組或階段 228b 包括一沿著路徑 226 配置在第二可激發電極 258 上游區的第一接地電極 256。

四極裝置 264(舉例來說，靜電四極)可係沿著路徑 226 配置在第一及第二加速器階段 228a 及 228b 之間，當離子束 224 通過連續的加速器階段 228 時，可對該離子束進行徑向聚焦。加速器 228 可包括進一步的加速階段或模組(未顯示)，因而離子束 224b 加速後的能量可高於送進該加速

五、發明說明 (8)

器 228 時的直流離子束 224a 的能量。

現在參考圖 4，本發明的其中一項觀點所提供的係離子植入機 310，其包括一終端 312、一束線總成 314 及一終點站 316。該終端 312 包括一由高電壓電源供應器 322 提供電源的離子源 320。該離子源 320 會產生一離子束 324，送進該束線總成 314。接著，該離子束 324 便會朝終點站 316 中的目標晶圓 330 移動。束線總成 314 會調整該離子束 324，該總成 314 包括一質量分析磁鐵 326 及一射頻 (RF) 線性加速器 (linac) 328。該線性加速器 328 包括一集束器階段 340 及一系列的加速階段或模組 328a-328n，各模組都會進一步替離子加速，使其超過前面模組所達到的能量。該些加速階段或模組可個別由高射頻電壓提供能量，而該電壓通常係以共振方式保持所需要的合理平均功率。舉例來說，在該高能量離子植入機 310 中的加速階段或模組 328a-328n 會個別包括一射頻放大器、一共振器及一加速電極 (未顯示)。

根據本發明的其中一項觀點，該集束器階段 340 係位於該質量分析磁鐵 326 與該第一加速階段 328a 之間，該線性加速器的前方。如後面進一步圖解及敘述，該離子集束器階段 340 可包括一沿著路徑 324 配置的集束器電極，其會配合集束器能量源 (未顯示) 一起作業，產生一調變交流電場。該調變電場會作用於質量分析磁鐵 326 所提供的直流離子束，以提供集束離子給加速階段 328a。該植入機 310 可以進一步包括控制器 (未顯示)，使得終端 312、束線

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (9)

總成 314 及終點站 316 能夠以受控的方式操作，影響工件 310 中的離子植入結果。就這一點而言，對於該集束器階段 340 中的調變電場及該線性加速器 328 中的加速電場的控制，都可透過此控制器來實施。

簡要地參考圖 5，圖中所示的係範例性集束器階段 350 示意圖，其係作用於直流離子束 352，用以聚集或「包裹化」(packetize)其中的離子，以提供給離子加速階段 354。集束器 350 的作業方式可與圖 4 中的集束器 340 類似，而加速階段 354 的作業方式可與圖 4 中的加速階段 328 類似。集束器 350 會接收能量均勻分布的直流離子束 352，並且將其中的離子聚集成落在特殊的所需能量範圍內的離子集束 356，接著加速器 354 便可有效地將其加速至所需要的第二能量(或是例如能量範圍)。

本發明的另一項觀點包括一具有一非對稱間隙的單電極集束器，其進一步有助於離子植入系統中之改良的離子傳輸效率。如上所討論，本發明涵蓋的有一單調變集束器電極，其可位於兩個接地電極(或接地聚焦裝置，如靜電四極)之間。舉例來說，該集束器可包括第一及第二接地電極，其中第一接地電極與朝離子束入口的該集束器電極在離子束路徑中隔開，因而會於兩者之間界定出一第一間隙。第二接地電極可與朝離子束出口的該集束器電極在該路徑中隔開，因而會於兩者之間界定出一第二間隙。根據本發明的進一步觀點，其中一個間隙可大於另一個間隙，舉例來說，相差約十倍。此外，其中一個或兩個間隙能夠以機

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (10)

械或其它方式進行調節。

現在參考圖 6，所示的係範例性雙重間隙集束器 500，以及離子植入線性加速器 528 之各組件的示意圖。直流離子束(未顯示)會沿著離子束路徑 526 送進該加速器 528(例如來自上游區的質量分析磁鐵，未顯示)。舉例來說，該直流離子束可包括細長型的狹縫式輪廓，其會沿著路徑 526 穿過具有垂直細長型狹縫 532 的入口孔徑 530。透過兩組匹配四極裝置 534 及對應的接地電極 536，該離子束會形成一般為圓形輪廓，其中接地電極 536 各包括一沿著路徑 526 配置的圓筒型孔徑 538。該線性加速器 528 進一步包括該非對稱間隙集束器 500，以及一個或更多個加速模組或階段 528n，其中 n 為整數，圖 6 中則顯示出其中一個(528a)。每個加速器模組 528n 都會進一步替該離子束中的離子加速，使其超過前面模組所達到的能量。

該集束器 500 包括一對沿著路徑 526 配置在調變集束器電極 548 前方與後方的接地電極 546a 及 546b，其中該調變集束器電極 548 可由一適當的射頻能量源及共振器(未顯示)提供能量，以便沿著路徑 526 替該離子束中的離子進行調變。接地電極 546a 及 546b 會與該調變集束器電極 548 相隔一段距離，以便於其中分別提供第一及第二間隙 550a 及 550b。

兩個間隙中的其中一個(例如第一間隙 550a)的長度，會使得穿過該間隙的離子移動時間小於與其相關聯的射頻週期。穿過該間隙的離子所遭遇到的最大能量變化，會稍

五、發明說明 (11)

微小於其電荷與施加在該激發後集束器電極 548 之上的射頻峰值電壓的乘積。另一個間隙(例如第二間隙 550b)的長度實質上會比較長，因此穿過該間隙的離子移動時間係該射頻週期的大部分。穿過該間隙的離子所遭遇到的最大能量變化，會實質小於其電荷與施加在該激發後集束器電極 548 之上的射頻峰值電壓的乘積。因此，該離子束的大部分能量調變都係發生在該兩個間隙中的較短的一個之中。

在慣用的等間隙集束器中，每個間隙中的最大能量調變係相等的。在此情形中，集束效率與從其中一個間隙的中心移動到另一個間隙的中心的離子移動時間有非常強烈的關係。當間隙-間隙移動時間為射頻週期的一半時，效率會最大，因為第二間隙調變會強化第一間隙調變。當間隙-間隙移動時間為一個射頻週期時，效率會最小，因為第二間隙調變會傾向抵銷第一間隙調變。使用長度不等的間隙，便可大幅地降低集束效率對於間隙-間隙移動時間的依存性，使得效率與離子種類幾乎無關。

應該瞭解的，在本發明的範圍內可運用且涵蓋各種的間隙長度。概念上，該間隙的非對稱性使得其中一個間隙能夠進行集束，而且與慣用的、對稱間隙系統比較起來，另一個間隙比較不會減低或破壞前述第一間隙所產生的有利的集束結果。進一步地說，在上面的實例中，雖然第一間隙 550a 小於第二間隙 550b，不過，應該瞭解的，第二間隙亦可小於第一間隙，此時，其中的功能則可互換。

可發現到，可以調節間隙 550a、550b 中的其中一個或

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (12)

兩個，以便依照離子種類調整集束器 500。此外，用以激發調變電極 548 的電源可以是可調節的(例如依照頻率、相位、振幅等進行調節)，以便根據一個或多個系統效能參數提供適當的調變。因此，該範例性集束器 500 可適用於最佳化成用於加速及植入特定離子種類的加速器及離子植入系統，以及其中的加速器本身係可調節的系統中。

加速模組或階段 528a 包括一沿著路徑 526 配置在可激發電極 558 的上游區的第一接地電極 556，以及配置在該可激發電極 558 的下游區的第二接地電極(未顯示)。可激發電極 558 可由一適當的電源及共振器(未顯示)提供能量，以便以受控的方式，沿著路徑 526 將離子加速至第二能量位準。一組四個聚焦四極 564 可沿著路徑 526 配置在該加速器系統 528 的集束器階段 500 與該第一加速器階段 528a 之間，以便當該離子束通過連續的加速器階段 528n 時可對其進行徑向聚焦。加速器系統 528 可包括進一步的加速階段或模組 528n(未顯示)，因而加速後的離子束的能量位準可高於送進該加速器 528 時的直流離子束的能量。

現在參考圖 7，顯示的係該線性加速器系統 528 的示意圖，其中提供一橫向細長型的直流離子束 524a 送進該入口孔徑 530(例如其具有一細長型的狹縫開口)。匹配四極 534 會將該離子束 524a 的細長輪廓塑造成一般為圓形的離子束 524b，之後便會將離子束 524b 送進該加速器系統 528 的範例性集束器階段 500 中。集束器階段 500 會將離子束 524b 中的離子聚集或集束成集束離子束 524c。如上所討論

五、發明說明 (17)

的，在該集束器階段 500 後面的聚焦四極 564 會保持此圓形輪廓，並且可進一步地提供一漂移區幫助進行集束。接著，便會將集束離子束 524c 送進該加速器系統 528 的加速階段 528a-528n，以便得到加速後的離子束 524d，其能量會大於原來的直流離子束 524a 的能量。

根據本發明的另一項觀點，會提供一集束器，其可直接作用於具有橫向細長之縱向輪廓的離子束(例如離子束 524a)之上。現在參考圖 8 及 9，所示的係另外一個範例性線性加速器 628 的一部份，該加速器系統 628 的範例性狹縫雙重間隙集束器階段 600 係沿著離子束路徑 626 配置在具有細長狹縫開口 632 之入口孔徑 630 以及後面的匹配四極 634 及相關聯的接地電極 636 之間。該加速器系統 628 的一個或多個加速階段或模組 628a-628n 則會沿著路徑 626 配置在四極 634 的下游區，圖 8 中顯示出其中一個(例如 628a)。

該範例性狹縫雙重間隙集束器 600 包括一單調變集束器電極 648，其可配置在該入口孔徑 630 及與四極裝置 634 相關聯的接地電極 636 之間，其中該電極 648 包括一橫向細長狹縫孔徑 604。該集束器電極 648 會與該入口孔徑 630 相隔一段距離，以於兩者之間界定出一第一間隙 650a。而接地電極 636 可與朝向加速階段 628a 的該集束器電極 648 在路徑 626 中隔開，因而會於兩者之間界定出一第二間隙 650b。根據本發明的進一步觀點，第二間隙 650b 可大於第一間隙 650a，以便得到與上述非對稱間隙相關聯的優點，

五、發明說明 (14)

舉例來說，第二間隙 650b 可大於第一間隙 650a 約至少十倍。如上所討論的，該些間隙的非對稱性可進一步地選擇，使其配合穿過該間隙的離子移動時間及調變頻率，其可支配該調變電壓週期。

該調變集束器電極 648 的狹縫孔徑 604 可將帶狀的離子束直接送入該集束器 600 之中，而不需要事先塑造成圓形輪廓(例如不需要透過匹配四極裝置進行塑造)。因此，該集束器階段 600 可沿著該離子束路徑 626 立即配置在該入口孔徑 630 後面。如此一來，便可縮短該加速器系統 628 的實際長度。因此，必要時，在經過該狹縫雙重間隙集束器 600 的集束之後，可在送入最前面的加速器階段 628a 之前，利用匹配四極 634 及相關聯的接地電極 636 將細長輪廓的離子束塑造成一般為圓形的輪廓。在此結構中，四極 634 可用以沿著該路徑 626 對該離子束進行徑向塑造，同時用以提供一漂移區(或例如其一部份)，在該漂移區中可以有利地對離子進行聚集或集束，如上面的討論。

可發現到，可以調節間隙 650a、650b 中的其中一個或兩個，以便依照特定離子種類調整集束器階段 600。此外，用以激發調變電極 648 的電源(未顯示)可以是可調節的(例如依照頻率、相位、振幅等進行調節)，以便根據一個或多個系統效能參數提供適當的調變。

該加速器系統 628 的加速模組或階段 628a 包括一沿著路徑 626 配置在可激發電極 658 的上游區的第一接地電極 656，以及配置在該可激發電極 658 的下游區的第二接地電

五、發明說明 (5)

極(未顯示)。可激發電極 658 可由一適當的電源及共振器(未顯示)提供能量，以便以受控的方式，沿著路徑 626 將離子加速至第二能量位準。匹配四極裝置 634(例如靜電四極)可沿著路徑 626 配置在該集束器階段 600 與該第一加速器階段 628a 之間，以便當該離子束通過連續的加速器階段 628n 時可對其進行徑向聚焦。因此，可在送入第一個加速器階段 628a 之前，利用四極 634 將細長輪廓的集束離子束塑造成一般為圓筒形的離子束。該加速器 628 可包括進一步的加速階段或模組 628n(未顯示)，因而加速後的離子束的能量位準可高於送進該加速器 628 時的直流離子束的能量。

同時參考圖 9，圖中提供一橫向細長型的直流離子束 624a 送進該入口孔徑 630(例如其具有一細長型的狹縫開口)。接著，將該細長型離子束 624a 送進該範例性狹縫雙重間隙集束器 600 之中。如上所討論的，該集束器電極 648 的細長孔徑 604 可讓該集束器階段 600 直接作用於細長輪廓的直流離子束 624a 之上。該集束器 600 會將離子束 624a 中的離子聚集或集束成縱向集束離子束 624b，其類似地可具有細長的輪廓。之後，便會沿著路徑 626 將集束離子束 624b 送進匹配四極 634 之中，其可將該細長離子束 624b 塑造成圓形輪廓的離子束 624c。如上所討論的，在該集束器階段 600 後面的四極 634 亦可用以提供一漂移區，於該漂移區中可幫助進行離子集束。接著，將該集束離子束 624c 送進該加速器系統 628 的加速階段 628a-628n，以

五、發明說明 (6)

便得到加速後的離子束 624d，其能量會大於原來的直流離子束 624a 的能量。

雖然已經根據特定的觀點及實施方式顯示及說明本發明，但是可發現到，熟習本技藝的人士在閱讀及理解本詳細說明及其隨附的圖式之後，將會產生等效的替代及修改。明確地說，有關於上述組件(總成、裝置、電路、系統等)所執行的各項功能，除非特別提及，否則用以敘述此類組件的專有名詞(包含「機構」)

，都是要對應到可執行所述組件之指定功能的任何組件(即功能性等效)，即使結構上與所揭露的結構不相同，卻可執行本發明於本文中所闡述的範例性實施方式的功能。此外，雖然本發明的其中一項特殊特性可能僅利用數種實施方式中的其中一種方式揭露，但是其想要且有利於某些已知的或特殊的應用時，此項特性可結合其它實施方式的其中一項或更多項其它特性。再者，在詳細說明或申請專利範圍中，會使用到專有名詞「包含」(include)、「具有」(have)及其變體詞，該些專有名詞與專有名詞「包括」(comprise)的意思類似。

圖式簡單說明

圖 1 所示的係具有一線性加速器之高能離子植入機的示意方塊圖；

圖 2 所示的係慣用的線性加速器模組之示意圖；

圖 3 所示的係可運用於離子植入系統中的線性加速器

五、發明說明 (7)

之一部份的透視圖；

圖 4 所示的係根據本發明其中一項觀點，具有一線性加速器及一集束器之範例性離子植入系統示意圖；

圖 5 所示的係根據本發明之範例性集束器及線性加速器之示意圖；

圖 6 所示的係根據本發明另一項觀點之範例性非對稱雙重間隙集束器之透視圖；

圖 7 所示的係根據本發明之另一範例性線性加速器之一部份的示意圖；

圖 8 所示的係根據本發明另一項觀點之範例性狹縫雙重間隙集束器之透視圖；及

圖 9 所示的係根據本發明之另一範例性線性加速器之一部份的示意圖。

圖式元件符號說明

元件符號	說明
10,310	離子植入機
12,312	終端
14,314	束線總成
16,316	終點站
20,320	離子源
22,322	電源供應器
24,110,224a,224b,324, 352,356,524a-524d,	離子束

五、發明說明 (8)

624a-624d,	
26,326	質量分析磁鐵
28,228,328,528,628	線性加速器
28a-28n,228a,328a-328n, 354,628a-628n	加速階段或模組
30,330	晶圓
100	共振器電路
R_L	電阻
C_s	電容
C_c	電容器
L	電感器線圈
108,112,114,236,246, 248,256,258,536,546a, 546b,548,556,564,636, 648,,656,658	電極
116	點
226,526,626	離子束路徑
230,530,630	入口孔徑
232,532	狹縫
234,534,634	匹配四極
238,538	圓筒形孔徑
250a,550a,650a	第一間隙
250b,550b,650b	第二間隙

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (19)

264,564	聚焦四極
310	工件
340,350	集束器階段
500	非對稱雙重間隙集束器
600	狹縫雙重間隙集束器階段
604	細長狹縫孔徑
632	開口

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要（發明之名稱：

）

離子植入系統中之狹縫雙重間隙的集束器及用於改良的離子集束之方法

所揭露的係一種使用於線性加速器系統中的離子集束器階段，其用以集結離子植入系統中的離子。該離子集束器階段可運用於一個或多個加速階段的上游區之中，用以降低該線性加速器系統中的離子損失。本發明進一步包括一非對稱雙重間隙集束器階段以及一狹縫式集束器階段，用以進一步改良離子植入效率。同時，亦揭露用於對離子植入機之線性加速器中的離子進行加速的方法。

英文發明摘要（發明之名稱：Slit Double Gap Buncher and Method for Improved Ion Bunching in an Ion Implantation System

An ion buncher stage for a linear accelerator system is disclosed for bunching ions in an ion implantation system. The ion buncher stage may be employed upstream of one or more accelerating stages such that the loss of ions in the linear accelerator system is reduced. The invention further includes an asymmetrical double gap buncher stage, as well as a slit buncher stage for further improvement of ion implantation efficiency. Also disclosed are methods for accelerating ions in an ion implanter linear accelerator.

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1.一種離子集束器，用以沿著離子加速器系統中之入口端與加速模組之間的路徑聚集離子，該集束器包括：

一具有細長狹縫孔徑之第一接地電極，其形成具有細長狹縫形狀之橫向輪廓的離子束入口孔徑；

一具有狹縫孔徑或圓形孔徑之第二接地電極，其係配置在沿著朝該加速模組的離子束路徑中；及

一具有細長狹縫孔徑之可激發電極，其係配置在該第一及第二接地電極之間且界定出兩者之間間隙，以及用以配合能量源一起作業，並且用以分別在該可激發電極與該第一及第二接地電極之間間隙中產生一調變電場，以便提供集束離子給該加速模組。

2.如申請專利範圍第 1 項之離子集束器，其中與該可激發電極相關聯的狹縫孔徑之長寬比介於約 2 至約 10 之間。

3.如申請專利範圍第 1 項之離子集束器，其中與該可激發電極相關聯的狹縫孔徑之橫向高度約為 25 毫米，而橫向寬度約為 4 毫米。

4.如申請專利範圍第 1 項之離子集束器，其中該些間隙的長度不同。

5.如申請專利範圍第 4 項之離子集束器，其中該些間隙的其中一個係可調節的。

6.如申請專利範圍第 4 項之離子集束器，其中該可激發電極能量源係獨立地調節，用以改變下面至少其中一項：
：與該路徑部份中的調變電場相關聯的頻率、相位及電場

六、申請專利範圍

強度。

7.如申請專利範圍第 1 項之離子集束器，其中該些間隙經過選擇之後，該些間隙其中一個所包括的距離會夠小，因此在離子穿過其中的期間，其中的調變電場一般係均勻的。

8.如申請專利範圍第 7 項之離子集束器，其中該些間隙的另外一個所包括的距離會大於該一間隙，因此在離子穿過其中的期間，其中的調變電場實質上會改變。

9.如申請專利範圍第 4 項之離子集束器，其中與該離子集束器相關聯的第一接地電極會形成該離子加速器系統的入口孔徑。

10.如申請專利範圍第 9 項之離子集束器，其中與該第一接地電極及該可激發電極相關聯的狹縫方向係相同的，因而當該離子束的長寬比一般對應於該些狹縫時有助於集結該離子束之中的離子。

11.一種線性加速器系統，用以對沿著從離子植入系統之入口端至出口端的路徑中移動的離子進行加速，該線性加速器系統包括：

至少一加速模組，其具有至少一可激發電極，其用以配合加速器能量源一起作業，並且用以產生一第一交流電場，以便將該離子從第一能量加速至第二能量；及

一離子集束器，用以沿著該入口端與該至少一加速模組之間的路徑聚集離子，該離子集束器包括：

一具有細長狹縫孔徑之第一接地電極，其形成具有

六、申請專利範圍

細長狹縫形狀之橫向輪廓的離子束入口孔徑；

一具有狹縫孔徑或圓形孔徑之第二接地電極，其係配置在沿著朝該加速模組的離子束路徑中；及

一具有細長狹縫孔徑之可激發電極，其係配置在該第一及第二接地電極之間且界定出兩者之間的間隙，以及用以配合能量源一起作業，並且用以分別在該細長狹縫孔徑之可激發電極與該第一及第二接地電極之間的間隙中產生一調變電場，以便提供集束離子給該至少一加速模組。

12.如申請專利範圍第 11 項之線性加速器系統，其中與該可激發電極相關聯的狹縫孔徑之長寬比介於約 2 至約 10 之間。

13.如申請專利範圍第 11 項之線性加速器系統，其中與該可激發電極相關聯的狹縫孔徑之橫向高度約為 25 毫米，而橫向寬度約為 4 毫米。

14.一種離子植入機，其包括：

一離子源，用以沿著一路徑引導具有初始能量的帶電離子；

一具有一入口端與一出口端之線性加速器系統，其包括：

至少一加速模組，其具有至少一可激發電極，用以配合加速能量源一起作業，並且用以產生一第一交流電場，以便將該離子從第一能量加速至第二能量；及

一離子集束器，用以沿著該線性加速器系統中該入口端與至少一加速模組之間的路徑聚集離子，該離子集束

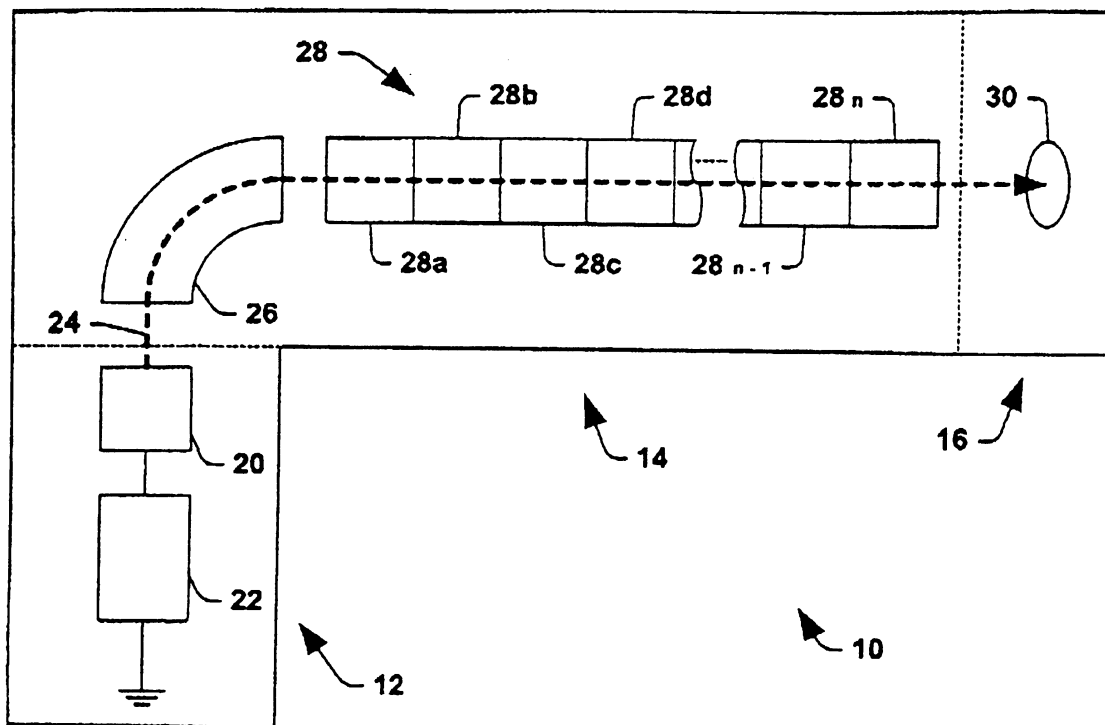


圖 1

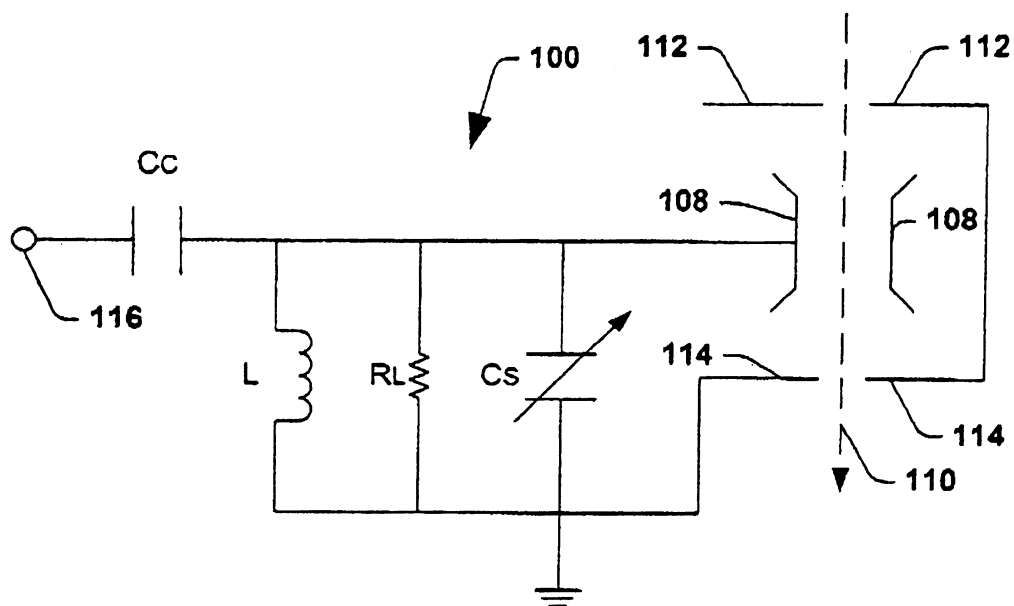


圖 2

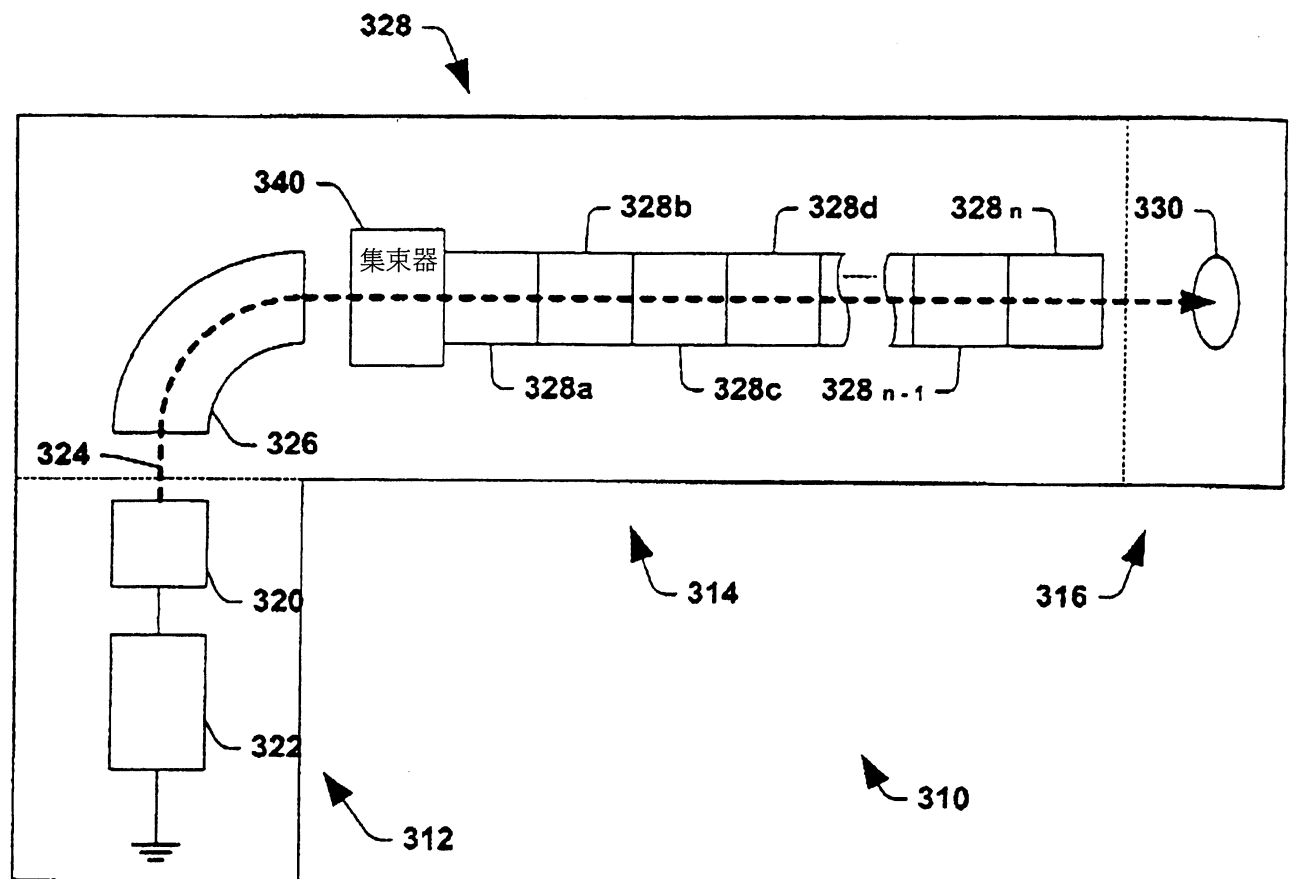


圖 4

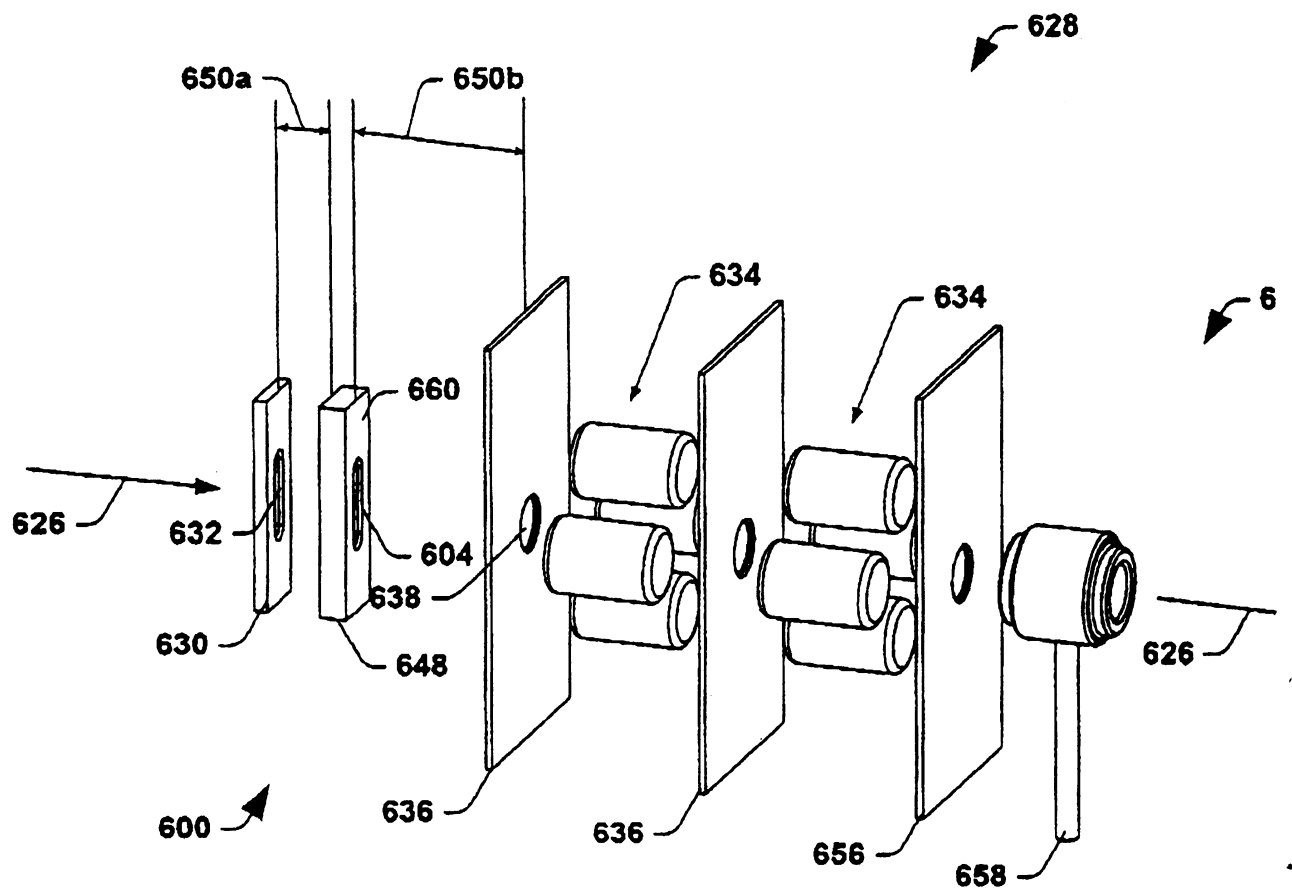


圖 8

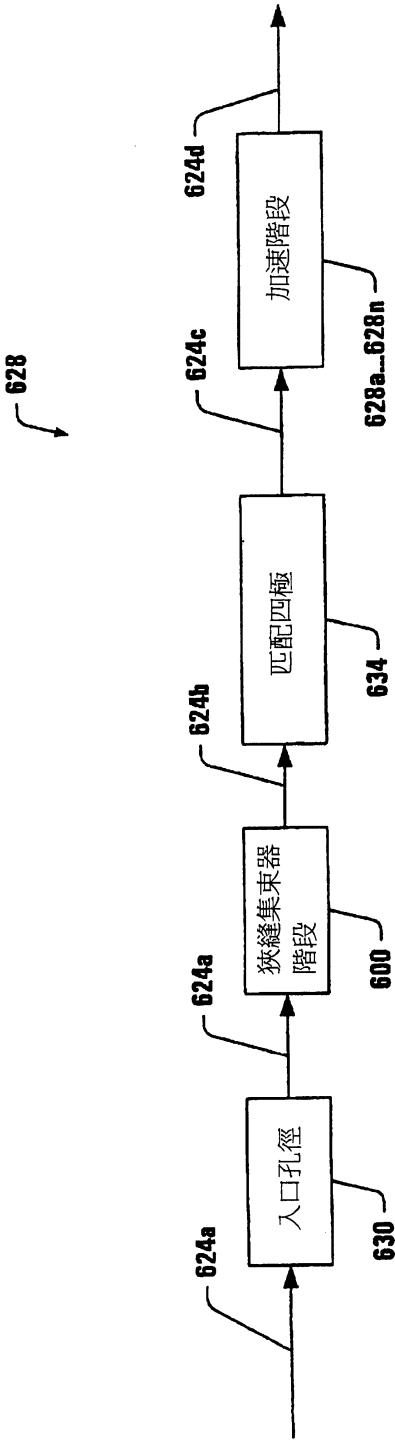
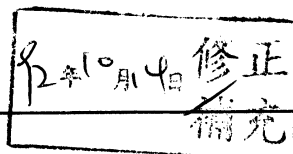


圖 9



六、申請專利範圍

器包括：

一具有細長狹縫孔徑之第一接地電極，其形成具有細長狹縫形狀之橫向輪廓的離子束入口孔徑；

一具有狹縫孔徑或圓形孔徑之第二接地電極，其係配置在沿著朝該加速模組的離子束路徑中；及

一具有細長狹縫孔徑之可激發電極，其係配置在該第一及第二接地電極之間且界定出兩者之間間隙，以及用以配合能量源一起作業，並且用以分別在該可激發電極與該第一及第二接地電極之間間隙中產生一調變電場，以便提供集束離子給該加速模組；

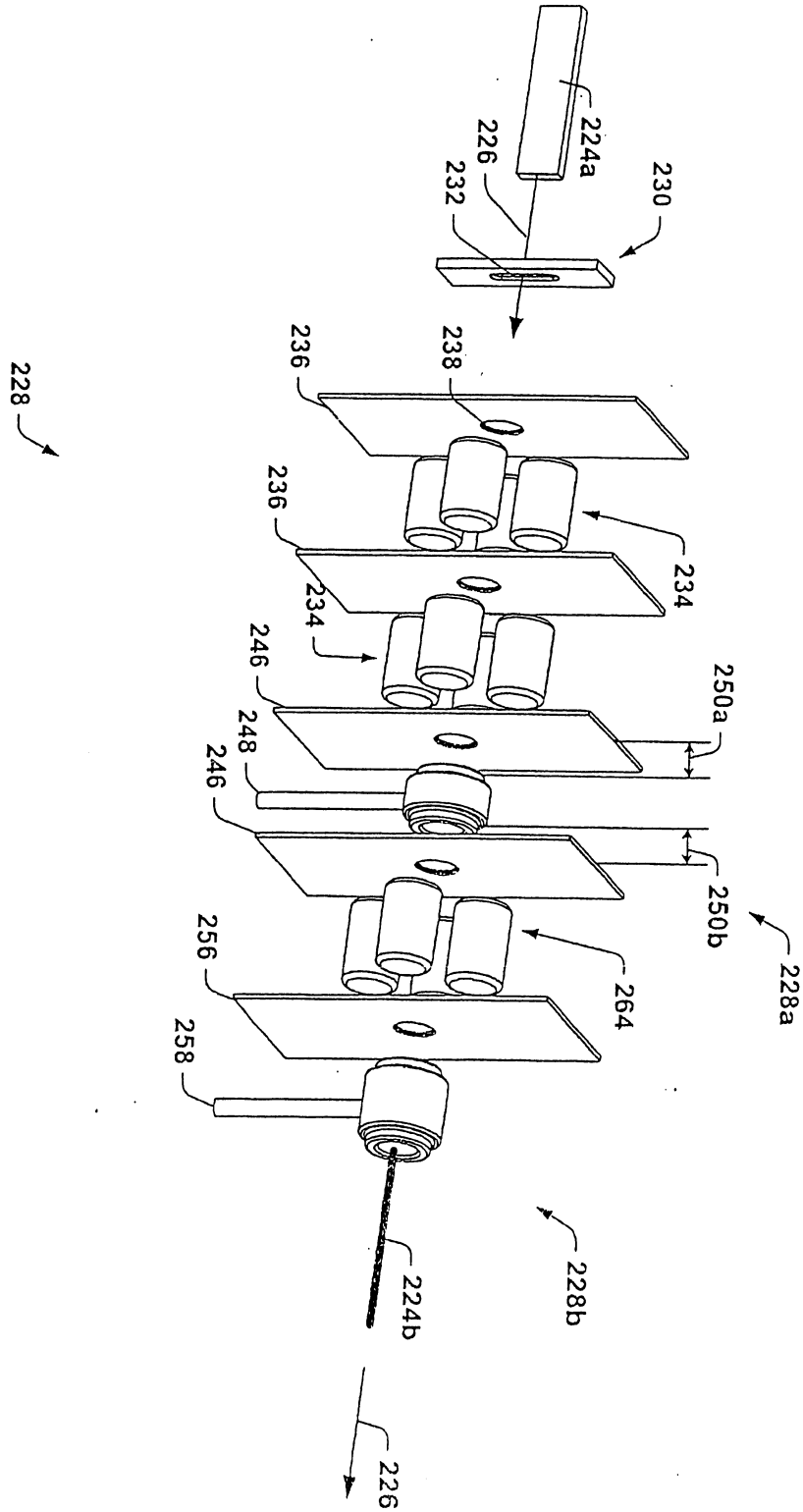
一終點站，用以放置一工作件，以便讓加速至第二能量的帶電離子撞擊該工作件；及

一控制器，其耦合至該能量源，並且用以控制該線性加速器系統中電場的相對振幅及相位。

15.如申請專利範圍第 14 項之離子植入機，其中該些間隙經過選擇之後，該些間隙其中一個所包括的距離會夠小，因此在離子穿過其中的期間，其中的調變電場一般係均勻的。

16.如申請專利範圍第 15 項之離子植入機，其中該些間隙的另外一個所包括的距離會大於該一間隙，因此在離子穿過其中的期間，其中的調變電場實質上會改變。

修正
補充
92年10月4日



82年04月 修正
補充

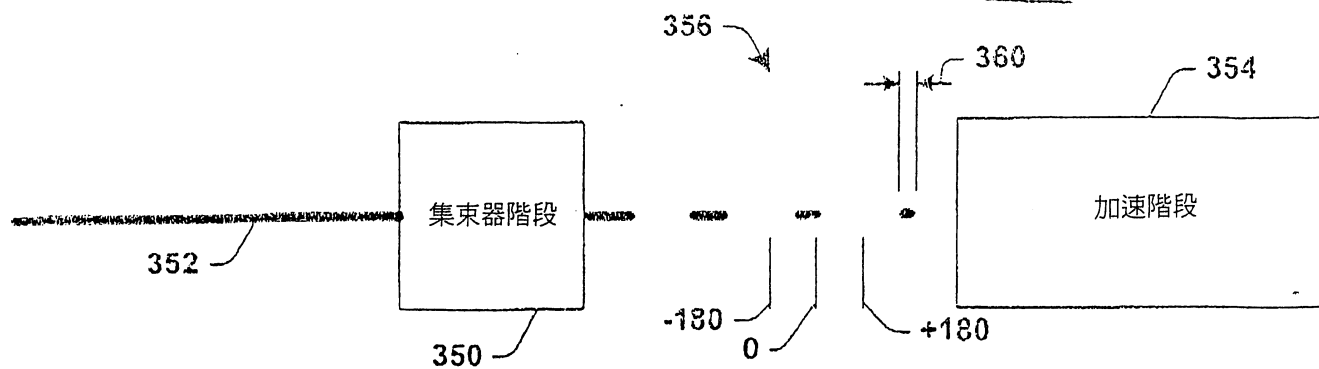


圖 5

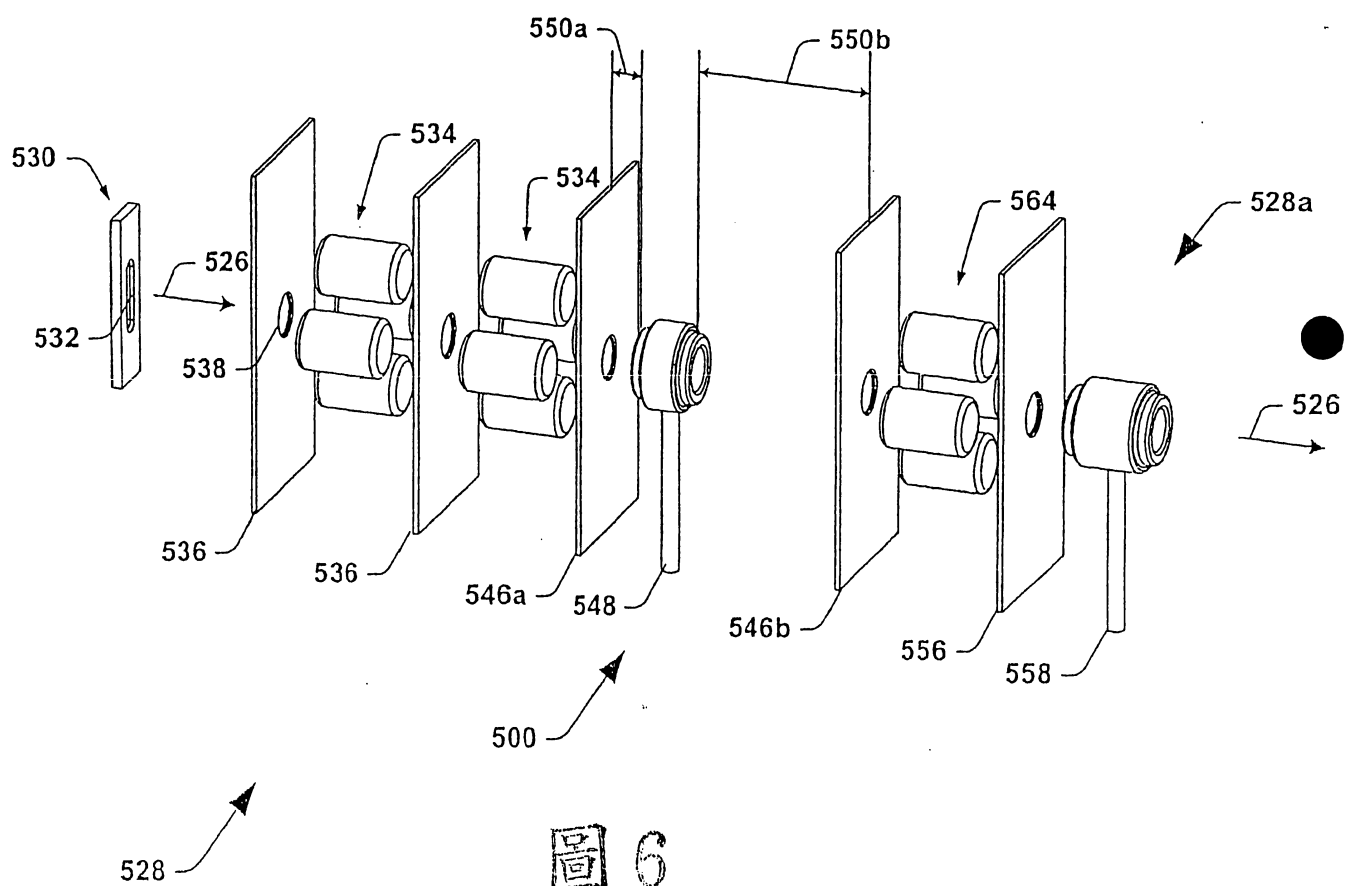


圖 6

修正
補充
92年10月14日

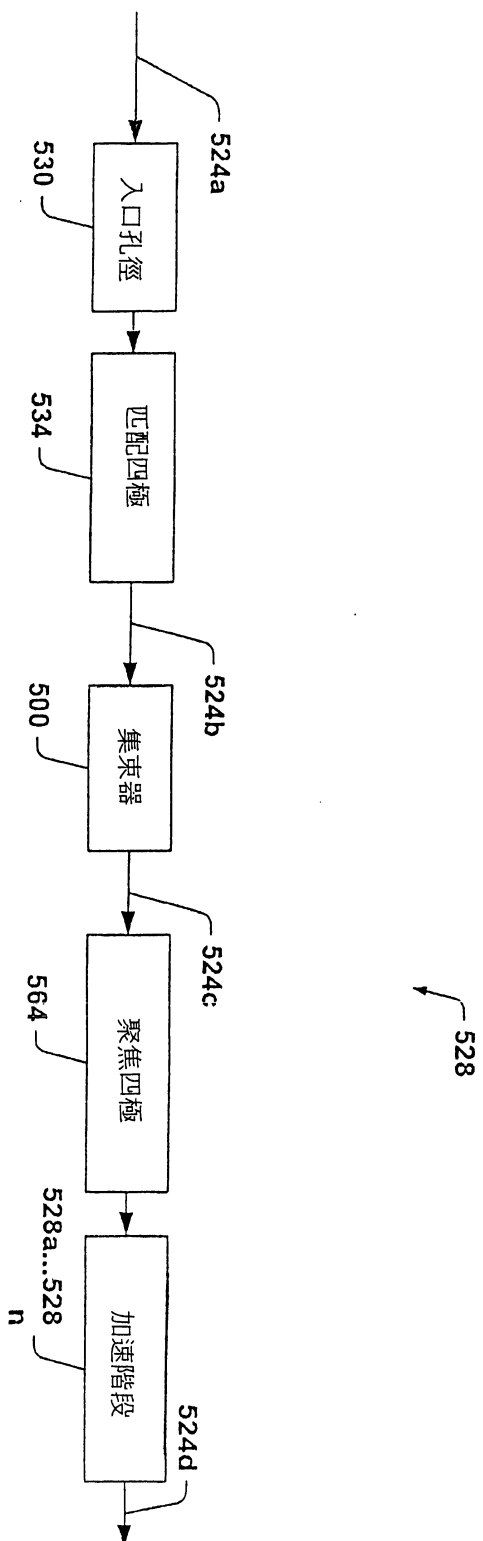


圖 7