

公告本

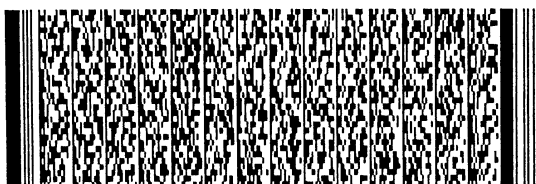
申請日期: 91-8-9	案號: 91117974
類別: H01J 37/417 H01L 21/065	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

552610

一、 發明名稱	中文	將離子植入靶材之裝置及方法
	英文	APPARATUS FOR IMPLANTING AN ION ON A TARGET AND METHOD FOR THE SAME
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 山下貴敏
	姓名 (英文)	1. Takatoshi YAMASHITA
	國籍	1. 日本
	住、居所	1. 日本國京都府京都市南區久世殿城町575番地 日新イオン機器株式会社内
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 日新電機股份有限公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. NISSIN ELECTRIC CO., LTD. (日新電機株式会社)
	國籍	1. 日本
	住、居所 (事務所)	1. 日本國京都府京都市右京區梅津高畝町47番地
	代表人 姓名 (中文)	1. 位高光司
	代表人 姓名 (英文)	1. Koshi ITAKA



本案已向

國(地區)申請專利
日本 JP

申請日期
2001/08/09

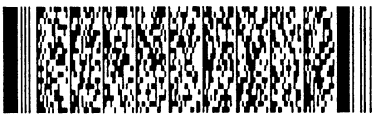
案號
2001-241524

主張優先權
有

有關微生物已寄存於

寄存日期
寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

發明之背景發明之領域

本發明係關於將離子植入靶材之裝置及方法，及更特定言之，係關於防止在質量數及能量之至少一者上與期望離子不同之不純物離子植入靶材之裝置及方法。

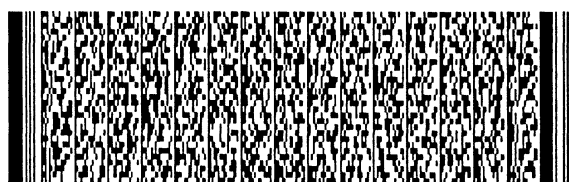
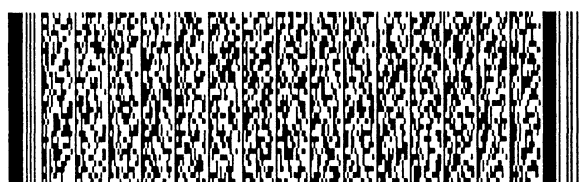
相關技藝之說明

圖2顯示相關技藝之離子植入裝置的一例子。離子植入裝置包括具有用於自其中靜電引出離子8之電漿產生室4的離子源2，用於自離子源2所引出之離子8選擇性得到特定離子(其係由質量數及價數所指定)之質量分離磁鐵10，用於將來自質量分離磁鐵10之離子8靜電加速之加速管12，及用於自來自加速管12之離子8選擇性得到具有特定動量之離子(其係由質量數及能量所指定)之動量分離磁鐵14。離子植入裝置係經構造成僅將來自動量分離磁鐵14之期望離子植入於靶材(例如基材，諸如半導體晶圓)16。

靶材16係在大地電位下固定於裝置具18上。通常在動量分離磁鐵14與靶材16之間設置未示於圖中之用於掃描離子8等等之掃描器。自離子源2之出口至裝置具18之離子8之路徑係包含於真空室中。圖中未顯示真空室。

離子源2包括用於產生電漿之電漿產生室4及用於引出離子8之引出電極6。電漿產生室具有一正電位，然後自DC引出電極20於其間施加一引出電壓 V_E 。離子8藉由引出電壓而自電漿產生室4以靜電方式產生。

加速管12具有複數個電極13。加速管12具有一正電位，



五、發明說明 (2)

然後自DC加速電源22在入口與出口電極13之間施加一電壓 V_A 。離子8藉由加速電壓 V_A 以靜電方式加速，以致離子8具有靶材能量。

假設期望離子之價數為 Z_I ，則入射於靶材16上之期望離子的總能量 E_T 係由以下方程式表示。

[方程式1]

$$E_T = (V_E + V_A) \times Z_I \quad [eV]$$

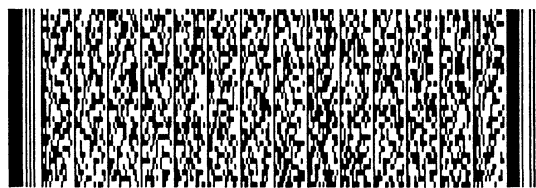
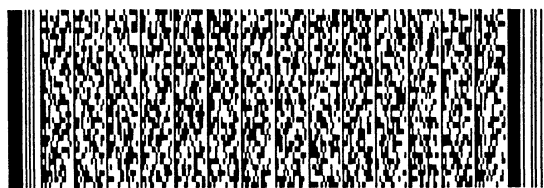
由於在質量分離磁鐵10之出口與加速管12之入口之間發生以下現象，因而不同於期望離子之不純物離子會混合至離子植入裝置中之期望離子中。

(1)被加速管12加速之能量經由期望離子與殘留氣體碰撞的充電轉換而改變。舉例來說，當帶雙價電荷之離子經由充電轉換而轉變為帶單價電荷之離子時，如電壓 V_A 為定值，則被加速管12加速之能量變為在帶雙價電荷之離子之情況中的一半。

(2)當期望離子為分子離子時，期望離子會經由分子解離而變為不同離子。舉例來說，當 BF_2 離子解離為BF離子及F離子，或B離子及F離子時， BF_2 離子不再為期望離子。

(3)一部分的離子8與構成裝置之元件諸如真空室碰撞，以致元件之原子或分子經由濺射離開元件之表面，而成為不純物離子。

(4)一部分的離子8與構成裝置之元件諸如真空室碰撞，以致在離子植入裝置之先前操作中沈積於元件上或植入其中之原子或分子經由濺射離開元件表面，而成為不純物離



五、發明說明 (3)

子。

(5) 於離子源2之電漿產生室4中用於產生電漿之氣體或蒸氣自電漿產生室4流出至離子8之通道中，然後流出之氣體或蒸氣於至加速管12之入口的通道上離子化，或者流出之氣體或蒸氣與由於以上第(3)及(4)項之現象所產生之原子或分子反應，因而成為不純物離子。

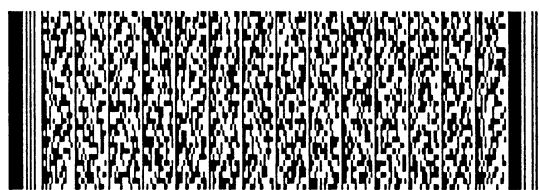
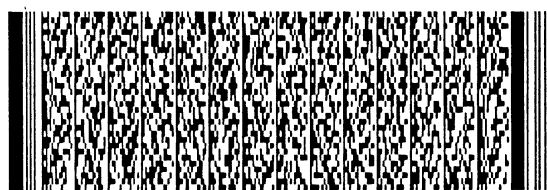
在離子植入裝置中，將在質量數及能量之至少一者上與期望離子不同之不純物離子與期望離子一起植入於靶材16中並不佳。因此，無法得到靶材的期望植入特性。

因此，當如同圖2所示之例子需要具高純度之離子植入時，將如前所述之動量分離磁鐵14以及質量數分離磁鐵10設置於加速管12之後，以僅選擇性地得到具有特定動量之離子。

動量分離磁鐵14可將由於以上第(1)及(2)項之現象所產生之不純物離子移除。在(1)及(2)之現象中產生具有與期望離子不同動量之不純物離子。

然而，在由以上第(3)至(5)項之現象所產生之不純物離子中，無法藉由動量分離磁鐵14而將滿足以下方程式2之不純物離子自期望離子分離及移除。此適用於方程式2中之左邊 $\approx$ 右邊的情況(即方程式2之左邊等於或大約等於其之右邊)。現假設 M_i 指示期望離子之質量數， Z_i 指示其之價數， M_c 指示所爭論之不純物離子之質量數，及 Z_c 指示其之價數。 V_E 及 V_A 已經定義。

[方程式2]



五、發明說明 (4)

$$M_I \cdot (V_E + V_A) / Z_I = M_C \cdot V_A / Z_C$$

假設B係磁通量密度， V_T 係全部的加速電壓，m係質量，及q係電荷，則離子於動量分離磁鐵14中之環繞半徑R係由以下方程式3表示。現假設M係離子之質量數及 m_p 係質子之質量，則 $m = M \cdot m_p$ 。此外，Z係離子之價數及e係電子重量，則 $q = Z \cdot e$ 。簡而言之，方程式3意味具相同 $M \cdot V_T / Z$ 之離子提供相同的環繞半徑R。

[方程式3]

$$R = B^{-1} \sqrt{(2mV_T / q)}$$

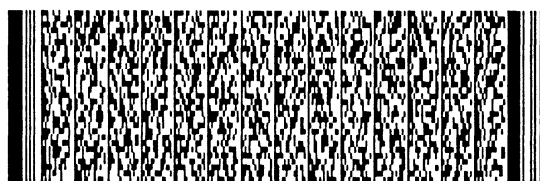
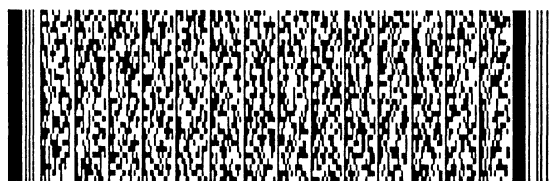
因此，如滿足以上方程式2，則在動量分離磁鐵14中，期望離子及不純物離子的環繞半徑彼此相等，而無法將兩者彼此分離。結果，即使係利用動量分離磁鐵14，不純物離子以及期望離子皆會植入於靶材16中。此適用於方程式2之左邊 $\cong$ 右邊的情況(即方程式2之左邊等於或大約等於其之右邊)。

期望離子之價數 Z_I 與所爭論之不純物離子之價數 Z_C 彼此相等(即其中 $Z_I = Z_C$)係典型的情況。舉例來說，其兩者皆係帶單價電荷的離子。在此情況，以上的方程式2可由以下方程式表示。

[方程式4]

$$M_I \cdot (V_E + V_A) = M_C \cdot V_A$$

如在方程式4之條件下對靶材16進行離子植入，則期望離子以及不純物離子皆將會植入至靶材16中。此適用於左邊 $\cong$ 右邊的情況(即方程式2之左邊等於或大約等於其之右



五、發明說明 (5)

邊)。此種植入並不佳。

可假設將動量分離磁鐵14提供作為質量分離磁鐵用，而未設置質量分離磁鐵10。然而，在此一情況中，以上的問題變得更為嚴重。在不存在質量分離磁鐵10之情況中，在出口(更特定言之係引出電極6之出口)與加速管12之入口之間在此較以上範圍更寬廣的範圍中產生不純物離子。

發明之概述

本發明之一目的為防止在質量數及能量之至少一者上與期望離子不同之不純物離子與期望離子一起被植入於靶材中。

根據本發明將期望離子植入靶材之方法的特徵在於如滿足方程式2之關係，或在方程式2中，左邊 $\cong$ 右邊，則將引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之其中一者提高，及將其之另一者減低，同時 $(V_E + V_A)$ 之值實質上為定值。

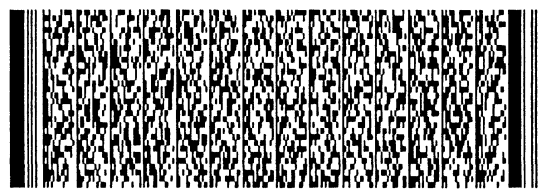
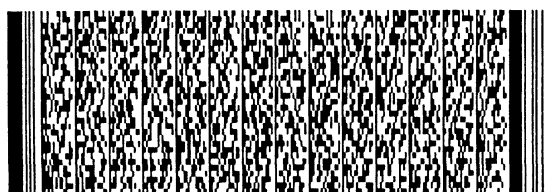
根據本發明將離子植入靶材之裝置的特徵在於其包括用於提高引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之其中一者，及將其之另一者減低，同時將 $(V_E + V_A)$ 之值實質上維持定值且滿足方程式2之控制裝置。

當將要提高或減低之電壓以 ΔV 表示時，則於電壓調整後之以上方程式2轉變為以下的方程式5或方程式6。可採用方程式5及方程式6的任一方法。

[方程式5]

$$M_1 \cdot \{(V_E - \Delta V) + (V_A + \Delta V)\} / Z_1 \neq M_C \cdot (V_A + \Delta V) / Z_C$$

[方程式6]



五、發明說明 (6)

$$M_I \cdot \{(V_E + \Delta V) + (V_A - \Delta V)\} / Z_I \neq M_C \cdot (V_A - \Delta V) / Z_C$$

在方程式5及方程式6的兩情況中，左邊及右邊之值彼此不等。以此方式，如由以上方程式3之說明所明瞭，在動量分離磁鐵中，由於使期望離子之環繞半徑與注意到之不純物離子之環繞半徑彼此不同，因而可藉由動量分離磁鐵移除不純物離子，以僅選擇性地得到要植入於靶材中之期望離子。換言之，可防止在其之質量數及能量之至少一者上與期望離子不同之不純物離子與期望離子一起被植入於靶材中。

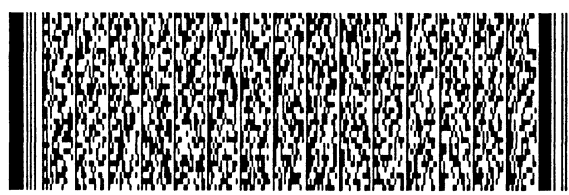
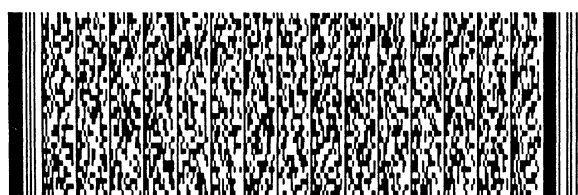
此外，當調整以上電壓時，由於將 $(V_E + V_A)$ 之值（其係引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之總和）實質上維持定值，因而不需改變靶材上之期望離子的總能量。因此，可維持期望離子的起始離子植入條件。

較佳具體例之說明

圖1係顯示根據本發明之用於實行運轉方法之範例離子植入裝置的示意圖。參照圖1，以類似的元件編號指示於顯示先前技藝之圖2中的類似部分，以下將主要說明本發明與先前技藝的不同點。

在此離子植入裝置中，由引出電源20及加速電源22之各者所產生之輸出電壓的大小係可變化。在離子植入中，控制裝置24控制引出電源20及加速電源22，以提高或減低由引出電源20輸出之引出電壓 V_E 及由加速電源22輸出之加速電壓 V_A 。

在此離子植入裝置中，將說明於將As離子植入靶材16一



五、發明說明 (7)

段長時間後，植入期望的 BF_2 離子以取代As離子之情況。

由於As離子已經植入至靶材16中一段長時間，因而已有大量的As原子或As分子沈積於或植入於構成離子植入裝置之元件(諸如真空室)上。

在於以上條件下植入具115仟電子伏特總能量之期望 BF_2 離子(質量數49)的情況中。引出電壓 V_E 為40仟伏特。加速電壓 V_A 為75仟伏特。至於不純物離子，注意到由於 BF_2 離子而濺射之As離子(質量數75)。假設 BF_2 離子及As離子之價數為1。

在此情況，以上方程式2(或方程式4)之左邊及右邊係由以下方程式7及方程式8所表示。

[方程式7]

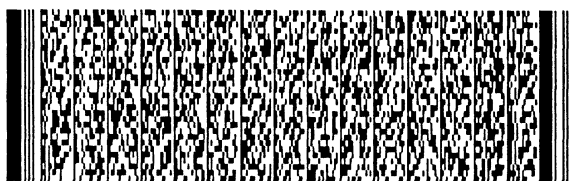
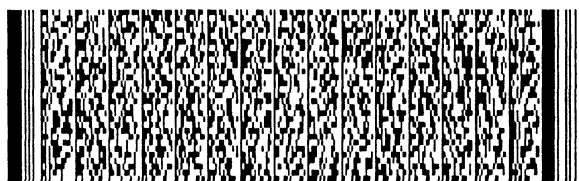
$$\text{左邊} = M_I \cdot (V_E + V_A) = 49 \times (40 + 75) = 5635$$

[方程式8]

$$\text{右邊} = M_C \cdot V_A = 75 \times 75 = 5625$$

因此，如未採取任何措施，則在方程式2(或方程式4)中，左邊 $\approx$ 右邊。兩邊之差非常小，其約為0.2%。因此，動量分離磁鐵14無法將具75仟電子伏特之As離子與具115仟電子伏特之 BF_2 離子分離，以致As離子將會與具115仟電子伏特之期望 BF_2 離子一起植入靶材16中。

為避免以上的情況，將實行以上的電壓調整。舉例來說，將電壓 ΔV 設為10仟伏特，及將引出電壓 V_E 減低10仟伏特而設為30仟伏特。將加速電壓 V_A 增加10仟伏特而設為85仟伏特。此增加或減低的方法係對應於說明於上之方程



五、發明說明 (8)

式5的例子。因此，分別可將以上方程式2(或方程式4)之左邊及右邊表示為以下的方程式9及方程式10。

[方程式9]

$$\text{左邊} = M_I \cdot (V_E + V_A) = 49 \times (30 + 85) = 5635$$

[方程式10]

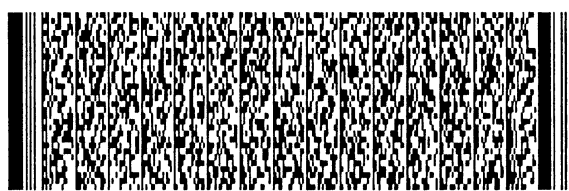
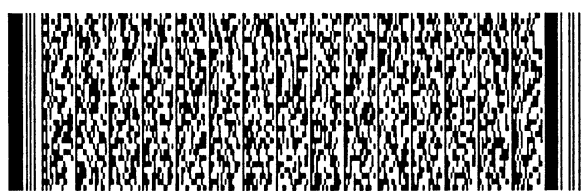
$$\text{右邊} = M_C \cdot V_A = 75 \times 85 = 6375$$

結果，在方程式2(或方程式4)中，左邊 $\approx$ 右邊。兩邊之間之值的差約為12%。因此，動量分離磁鐵14可將具85仟電子伏特之As離子與具115仟電子伏特之期望BF₂離子充分分離。因此，僅有期望的BF₂離子可選擇性地植入於靶材16中。另外，期望BF₂離子之總能量仍維持為115仟電子伏特。

在方程式2(或方程式4)中之左邊值與右邊值之間之差的下限係視動量分離磁鐵14之解析度而定。因此，差之極限可較動量分離磁鐵14之解析度大。舉例來說，下限為5%左右較佳。上限並無特殊限制。當差增加時，利用動量分離的分離作用可更容易地實行。然而，由於差並不需過大，因而實際上，例如，上限可為50%。

相對於以上的情況，如前所述，可將引出電壓V_E增加 ΔV ，及可將加速電壓V_A減低 ΔV 。此增加或減低的方法係對應於以上方程式6的例子。

在此具體例中，可透過控制裝置24之控制而進行如前所述之增加或減低引出電壓V_E及加速電壓V_A的電壓調整。然而，可利用其他方式，諸如人工設定，不使用控制裝置24



五、發明說明 (9)

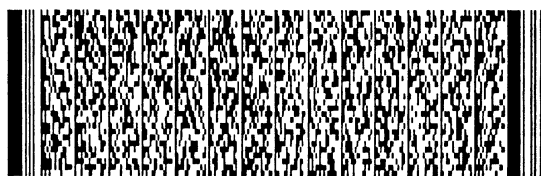
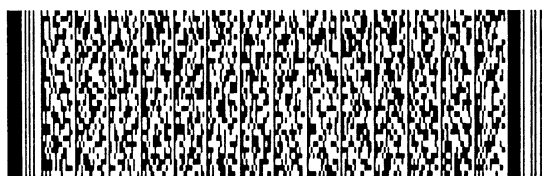
而進行電壓調整。

此外，根據本發明之方法亦可適用於如前所述之未設置質量分離磁鐵10，及將動量分離磁鐵14提供作為質量分離磁鐵的情況。在此情況，注意到在離子源2之出口與加速管12之入口之間產生的不純物離子。

如迄今為止所說明，根據本發明，在動量分離磁鐵中，由於使期望離子之環繞半徑與注意到之不純物離子的環繞半徑彼此不同，因而可藉由動量分離磁鐵移除不純物離子，而僅選擇性地得到要植入靶材中之期望離子。換言之，可防止在其之質量數及能量之至少一者上與期望離子不同之不純物離子與期望離子一起被植入於靶材中。此外，即使當實行以上的電壓調整時，由於將 $(V_E + V_A)$ 之值（其係引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之總和）實質上維持定值，因而不需改變入射於靶材上之期望離子的總能量。因此，可維持期望離子的起始離子植入條件。

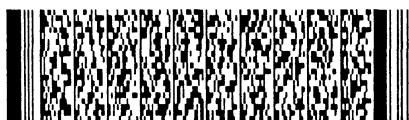
元件編號之說明

2	離子源
4	電漿產生室
6	引出電極
8	離子
10	質量分離磁鐵
12	加速管
13	電極
14	動量分離磁鐵



五、發明說明 (10)

- 16 靶材
- 18 裝置具
- 20 DC引出電極
- 22 DC加速電源
- 24 控制裝置



圖式簡單說明

圖1係顯示根據本發明之用於實行運轉方法之範例離子植入裝置的示意圖；及

圖2係範例之習知離子植入裝置之示意圖。

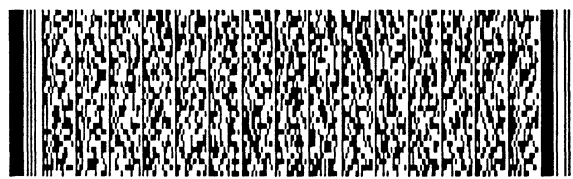
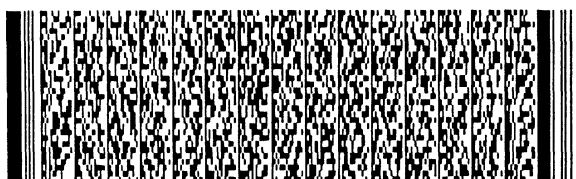


四、中文發明摘要 (發明之名稱：將離子植入靶材之裝置及方法)

一種離子植入裝置，包括用於在引出電壓下自其中引出離子之離子源，用於在 V_A 之加速電壓下將經如此引出之離子加速之加速管，及用於自加速管所引出之離子選擇具有特定動量之離子的動量分離磁鐵，以致使期望離子入射於靶材上。假設 M_I 指示期望離子之質量數， Z_I 指示其之價數， M_C 指示於加速管之上游側產生之注意到之不純物離子的質量數，及 Z_C 指示其之價數，如滿足 $M_I \cdot (V_E + V_A) / Z_I$ 之值及 $M_C \cdot V_A / Z_C$ 之值彼此相等或大約相等的關係，則使引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之其中一者增加，及使其之另一者減低，同時並使 $(V_E + V_A)$ 之值實質上維持定值。

英文發明摘要 (發明之名稱：APPARATUS FOR IMPLANTING AN ION ON A TARGET AND METHOD FOR THE SAME)

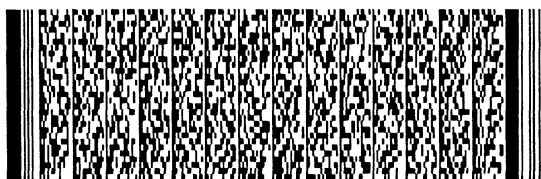
An ion implantation apparatus includes an ion source for extracting ions therefrom at an extraction voltage, an acceleration pipe for accelerating the ions thus extracted at an acceleration voltage of V_A and a momentum segregation magnet for selecting the ions having a specific momentum from the ions extracted from the acceleration pipe so that the desired ions are caused to be incident on a target. Assuming that M_I denotes the mass number of the desired ions, Z_I



四、中文發明摘要 (發明之名稱：將離子植入靶材之裝置及方法)

英文發明摘要 (發明之名稱：APPARATUS FOR IMPLANTING AN ION ON A TARGET AND METHOD FOR THE SAME)

denotes the valence thereof, M_c denotes the mass number of noted impurity ions of the impurity ions generated an upstream side of the acceleration pipe, and Z_c denotes the valence thereof, if the relationship that the value of $M_i \cdot (V_E + V_A) / Z_i$ and that of $M_c \cdot V_A / Z_c$ are equal or approximately equal to each other is satisfied, one of the extraction voltage V_E and the acceleration voltage V_A is increased and the other thereof is decreased while the value of $(V_E + V_A)$ is maintained substantially



四、中文發明摘要 (發明之名稱：將離子植入靶材之裝置及方法)

英文發明摘要 (發明之名稱：APPARATUS FOR IMPLANTING AN ION ON A TARGET AND METHOD FOR THE SAME)

constant.



六、申請專利範圍

1. 一種將離子植入靶材之裝置，此裝置包括：

一離子源，其係用於在 V_E 之引出電壓下自離子源以靜電方式引出離子；

一加速裝置，其係用於在 V_A 之加速電壓下以靜電方式使引出離子加速；

一動量分離磁鐵，其係用於自引出離子選擇性地得到具有特定動量之期望離子，以致將自動量分離磁鐵得到之期望離子植入靶材；及

一控制裝置，其使引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之其中一者增加，及使引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之另一者減低，同時並使 $(V_E + V_A)$ 之值實質上維持定值，且滿足如下的方程式A：

$$M_I \cdot (V_E + V_A) / Z_I \cong M_C \cdot V_A / Z_C。$$

2. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中，該控制裝置使引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之其中一者增加 ΔV ，及使引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之另一者減低 ΔV ，同時並滿足如下的方程式B：

$$M_I \cdot \{(V_E - \Delta V) + (V_A + \Delta V)\} / Z_I \neq M_C \cdot (V_A + \Delta V) / Z_C。$$

3. 如申請專利範圍第1項之裝置，其中，該控制裝置使引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之其中一者增加 ΔV ，及使引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之另一者減低 ΔV ，同時並滿足如下的方程式C：

$$M_I \cdot \{(V_E + \Delta V) + (V_A - \Delta V)\} / Z_I \neq M_C \cdot (V_A - \Delta V) / Z_C。$$

4. 一種將離子植入靶材之方法，包括下列步驟：



六、申請專利範圍

- a) 在 V_E 之引出電壓下以靜電方式引出離子；
- b) 在 V_A 之加速電壓下以靜電方式使引出離子加速；
- c) 自引出離子得到具有特定動量之期望離子，以致將期望離子植入靶材；
- d) 使引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之其中一者增加，及使引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之另一者減低，同時並使 $(V_E + V_A)$ 之值實質上維持定值，且滿足如下的方程式A：

$$M_I \cdot (V_E + V_A) / Z_I = M_C \cdot V_A / Z_C。$$

5. 如申請專利範圍第4項之方法，其中，該控制裝置使引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之其中一者增加 ΔV ，及使引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之另一者減低 ΔV ，同時並滿足如下的方程式B：

$$M_I \cdot \{(V_E - \Delta V) + (V_A + \Delta V)\} / Z_I \neq M_C \cdot (V_A + \Delta V) / Z_C。$$

6. 如申請專利範圍第4項之方法，其中，該控制裝置使引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之其中一者增加 ΔV ，及使引出電壓 V_E 及加速電壓 V_A 之另一者減低 ΔV ，同時並滿足如下的方程式C：

$$M_I \cdot \{(V_E + \Delta V) + (V_A - \Delta V)\} / Z_I \neq M_C \cdot (V_A - \Delta V) / Z_C。$$

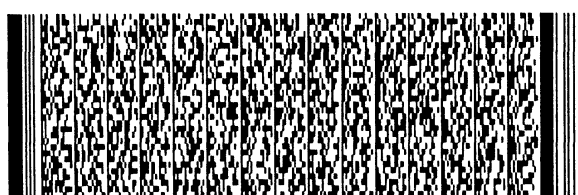


圖 1

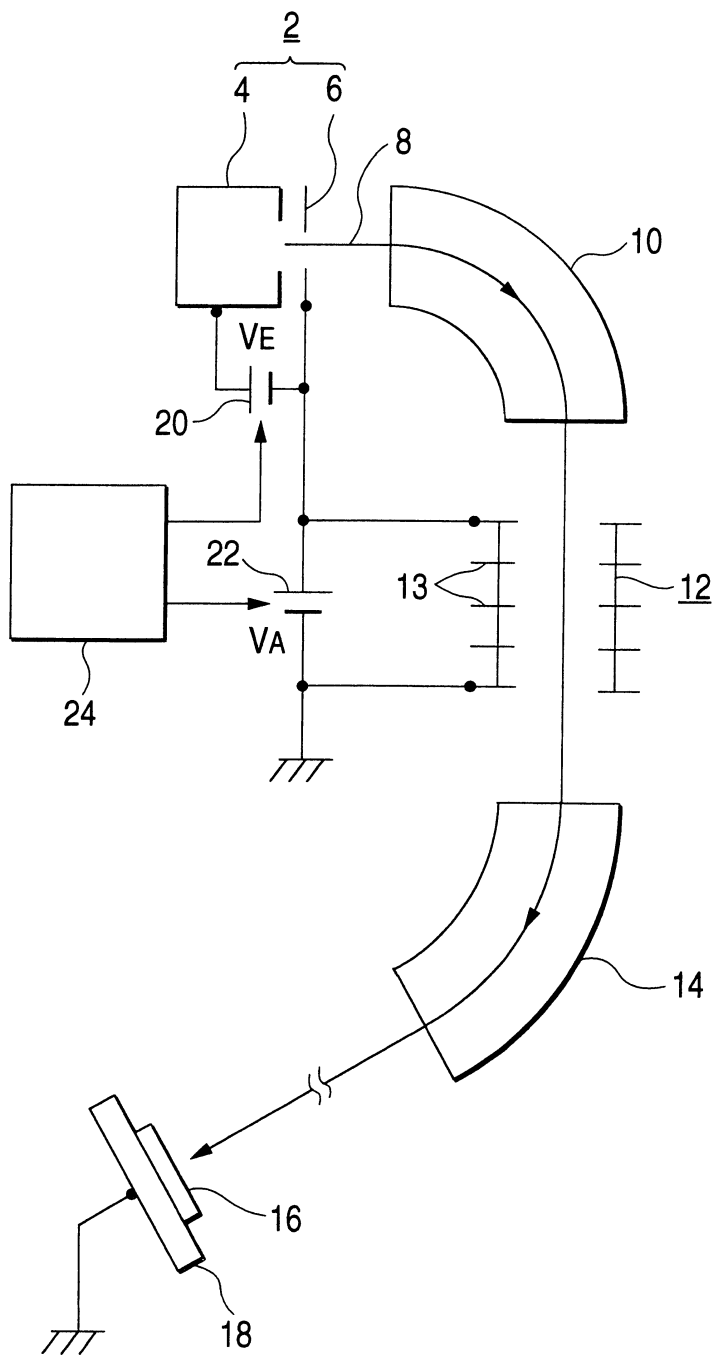


圖 2

