

發明專利說明書 200529275

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：93129822

※ 申請日期：93/10/01

※IPC 分類：

H01J 37/317,
H01L 21/265

一、發明名稱：(中文/英文)

離子植入方法及裝置 / ION IMPLANTATION METHOD AND APPARATUS

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

日新意旺機器股份有限公司

NISSIN ION EQUIPMENT CO., LTD. (日新イオン機器株式会社)

代表人：(中文/英文)

辻貞夫 / Sadao TSUJI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國京都府京都市南區久世殿城町 575 番地

575, Kuze Tonoshiro-cho, Minami-ku, Kyoto-shi, Kyoto, 601-8205 Japan

國籍：(中文/英文)

日本 / Japan

三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文)

(1)松本貴雄 / Takao MATSUMOTO

(2)長井宣夫 / Nobuo NAGAI

國籍：(中文/英文)

(1)~(2)日本 / Japan

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本；2004/02/23；2004-046213
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種形成於基體（例如半導體基體）之平面為非均勻之劑量（每單位面積之植入離子數目）的離子植入方法及裝置。

【先前技術】

習知離子植入技術，主旨係均勻地植入離子於基體之平面。近年來，需要形成具有預定圖案之非均勻劑量分佈。非均勻劑量分佈為劑量分佈不均或於數個區域有不同劑量之劑量分佈。

例如近年來，如 LSI 及記憶體等半導體裝置之製造製程係為複雜，半導體基體在尺寸上變大且極為昂貴。因此，極為重要地需改良半導體裝置製造時的良率。換言之，極為重要地需要儘可能有效利用一片基體。為了實現此項目的，於多種半導體裝置之製造程序中之離子植入程序，強烈需要經由於基體平面之中任意讓劑量分佈變不均（稱之為 APC：先進製程控制），以及任意變更特性（例如場效電晶體（FET）之臨限值電壓 V_{th} ），以校正於基體平面之中形成之半導體裝置之一特定區域之半導體裝置的特性。

滿足此項需求之一項技術係為離子植入技術，其用來環繞基體中心部分為邊界，以形成縱向方向及/或橫向方向不同的劑量分佈，例如述於 JP-A-2003-132835（第 0011 至 0014 段，圖 4）。

使用前述 JP-A-2003-132835 所述之技術，劑量分佈只改變需環繞基體中心部分為邊界，因而無法於基體平面之

中形成各種劑量分佈。

順便一提，半導體裝置之特性的校正或改變係非經常環繞基體中心部分為邊界進行，用以校正或改變特性之區域係依據例如處理程序之條件等各種條件而改變。如此，如前述 JP-A-2003-132835 所述技術不足以因應近年來之需求。

【發明內容】

本發明之目的係提供一種可於基體平面形成各種劑量分佈之離子植入方法及裝置。

根據本發明，提供一種離子植入方法，用於將離子植入一基體，採用藉電場或磁場於 X 方向往復式掃描離子束，以及於幾乎正交於 X 方向之 Y 方向機械往復式驅動基體二者，其特徵為經由於離子束入射於基體之一區域之中，改變離子束掃描速度與基體驅動速度中之至少一者，來形成於基體平面為非均勻之劑量分佈。

根據本發明，提供一種植入離子至一基體之離子植入裝置，包含一掃描單元，用來藉電場或磁場於 X 方向往復式掃描一離子束；以及一驅動單元，用來於幾乎正交於 X 方向之 Y 方向以機械往復式驅動基體；其特徵在於更包含一控制單元，用來控制該掃描單元及該驅動單元中之至少一者，俾於該離子束入射基體之一區域，改變離子束掃描速度與基體驅動速度中之至少一者，因而於基體平面形成非均勻之劑量分佈。

若離子束之束電流密度為恆定，則入射基體之劑量係與離子束之掃描速度成反比。如此，經由於離子束入射於基

體之一區域，而改變離子束掃描速度與基體驅動速度中之至少一者，可能形成於基體平面為非均勻之劑量分佈。此外，經由適當選擇圖案來改變掃描速度或驅動速度，可於基體平面中形成各種不同的劑量分佈。

經由於離子束入射於基體之一區域，以改變離子束掃描速度與基體驅動速度中之至少一者以及以其中心部為中心旋轉該基體，可能形成於基體平面中為非均勻之劑量分佈。

此外，經由於離子束入射基體之一區域，逐步改變離子束掃描速度與基體驅動速度中之至少一者，同時控制基體驅動速度為與離子束之束電流密度成反比，進行植入離子至基體之多次植入程序，以及旋轉程序，經由於各植入程序中間間隔，環繞基體中心部以預定旋轉角旋轉基體，可形成於基體平面中為非均勻之劑量分佈。

經由從基體一端至另一端，逐步改變離子束掃描速度由一第一掃描速度至與該第一掃描速度不同之一第二掃描速度至該第一掃描速度，而重複進行植入離子至基體之植入程序 n 次 (n 為 2 或 2 以上之正整數)，以及每次旋轉基體 $360/n$ 度之旋轉程序，可於基體平面中形成介於中心區域與環繞該中心區域之周邊區域間具有不同劑量之劑量分佈。

假設於該中心區域及該周邊區域之目標劑量分別為 D_A 及 D_B ，以及於一次植入程序之第一掃描速度及第二掃描速度之設定劑量分別為 d_1 及 d_2 ，設定劑量 d_1 及 d_2 可根據下式設定，

$$d_1 = (2D_B - D_A) / n \text{ 及}$$

$$d_2 = D_A / n$$

經由於離子束入射基體之一區域，逐步改變基體驅動速度由一第一驅動速度至與該第一驅動速度不同之一第二驅動速度至該第一驅動速度，而重複進行植入離子至基體之植入程序 n 次 (n 為 2 或 2 以上之正整數)，以及每次旋轉基體 $360/n$ 度之旋轉程序，可於基體平面中形成介於中心區域與環繞該中心區域之周邊區域間具有不同劑量之劑量分佈。

假設於該中心區域及該周邊區域之目標劑量分別為 D_A 及 D_B ，以及於一次植入程序之第一驅動速度及第二驅動速度之設定劑量分別為 d_1 及 d_2 ，設定劑量 d_1 及 d_2 可根據下式設定，

$$d_1 = (2D_B - D_A) / n \text{ 及}$$

$$d_2 = D_A / n$$

[發明操作]

使用前述離子植入方法及裝置，於離子束入射基體之一區域，以改變離子束掃描速度與基體驅動速度中之至少一者，因此基體中心部無需變成劑量改變之邊界。如此，可於基體平面中形成多種不同之劑量分佈。隨後，可進行離子植入來於形成於該基體平面中之半導體裝置一特定區域以配合校正或改變該半導體裝置特性。

此外，因基體係環繞該中心部而旋轉，故於環繞基體中心部之旋轉方向的劑量分佈可改變，藉此可於基體平面中形成各種不同的劑量分佈。

此外，經由逐步改變離子束掃描速度與基體驅動速度中

之至少一者，重複多次執行植入離子至基體之植入程序，以及於進行各次植入程序中間間隔，環繞基體中心部每次 $360/n$ 度旋轉基體進行旋轉程序，藉此形成環繞基體中心部為旋轉對稱性之劑量分佈。結果，於基體平面進一步形成各種不同之劑量分佈。

此外，經由逐步改變離子束掃描速度，由第一掃描速度、至與第一掃描速度不同之第二掃描速度、至第一掃描速度，執行植入離子至基體之植入程序，以及執行逐步旋轉基體之旋轉程序，藉此可於基體中心區域與環繞基體中心區域之周邊區域形成有不同劑量之劑量分佈。

此外，設定劑量 d_1 與 d_2 係根據所列舉之公式設定，則容易達成於中心區域及周邊區域之目標劑量 D_A 及 D_B 。

此外，經由逐步改變離子束驅動速度，由第一驅動速度、至與第一驅動速度不同之第二驅動速度、至第一驅動速度，執行植入離子至基體之植入程序，以及執行逐步旋轉基體之旋轉程序，藉此可於基體中心區域與環繞基體中心區域之周邊區域形成有不同劑量之劑量分佈。

【實施方式】

圖1為示意平面圖，顯示根據本發明，執行離子植入方法之離子植入裝置之一例。圖2為放大尺寸之示意側視圖，顯示圖1之離子植入裝置之一基體及其周圍之範例。

此離子植入裝置係依賴所謂之混成掃描方法來將離子植入於基體（例如半導體基體）2之全體表面上，採用藉電場或磁場於X方向（例如水平方向）往復式掃描離子束4；以及於幾乎正交於X方向之Y方向（例如垂直方向）機械方

式往復驅動基體 2。混成掃描系統之離子植入器也說明於 JP-A-2001-143651 及 JP-A-2001-185071。

此種離子植入器特別包含一離子物種 10 來選取該離子束 4，一質量分離磁鐵 12 來由該離子源 10 所選取之離子束 4，導出一特定離子物種，一加速管 14 用來加速或減速由此種質量分離磁鐵 12 所導出之離子束 4，一 Q 透鏡 16 用來成形由該加速管 14 所導出之離子束 4，一能量分離器 18 用來選擇性由該 Q 透鏡 16 所導出之離子束 4 而導出具有特定能量之離子，一掃描器 20 用來藉電場或磁場於 X 方向往復式掃描由該能量分離器 18 所導出之離子束 4，以及一束平行化器 24 用來經由藉電場或磁場將由掃描器 20 所導出之離子束 4 之方向彎回，與掃描器 20 共同讓掃描用之離子束 4 變成平行，換言之，製造平行離子束 4。

由束平行化器 24 所導出之離子束 4 係施加於一植入腔體 26 內部之夾持器 28 所夾持的基體 2 上，來讓離子植入基體 2 中。然後，基體 2 藉驅動單元 32 而於 Y 方向往復式驅動。基體 2 之往復式驅動與離子束 4 之往復式掃描共同使基體 2 之全體表面上進行離子植入。

此種情況，如前述 JP-A-2003-132835 所述，於離子束入射於基體 2 之一區域，基體 2 於 Y 方向之驅動速度 v 係控制為與離子束 4 之束電流密度 J 成反比。換言之，其控制使 J/v 為常數。藉此方式，即使於離子植入基體 2 期間，離子束 4 之束電流密度 J 改變，此種改變可被驅動速度 v 所補償，而可防止植入基體 2 之劑量改變。換言之，離子植入係以預定劑量植入基體 2 進行。

此外，此種離子植入器包含一旋轉單元 30，其用來連同夾持器 28 一起環繞基體 2 之中心部 2a，以旋轉基體 2（例如於圖 2 以箭頭 B 指示之順時針方向旋轉）。驅動單元 32 於 Y 方向以往復式驅動整個旋轉單元 30、夾持器 28 及基體 2。

離子束 4 之掃描係基於由掃描電源 22 供給掃描器 20 之掃描輸出（例如掃描電壓或掃描電流） $P(t)$ 來控制。 $P(t)$ 為時間 t 之函數。此掃描電源 22 及掃描器 20 組成一掃描單元，來用於 X 方向往復式掃描離子束 4。

如圖 2 所示，用來經由接收離子束 4，以及量測於 X 方向之束電流密度分佈，而成形掃描輸出 $P(t)$ 波形之前級多點法拉第系統 38 及後級多點法拉第系統 39 係設置於夾持器 28 之上游及下游。前級多點法拉第系統 38 及後級多點法拉第系統 39 係由複數個法拉第杯排列於 X 方向所組成。後級多點法拉第系統 39 固定於離子束 4 之束線上。前級多點法拉第系統 38 及夾持器 28 係於 Y 方向驅動，且於需要時置於離子束 4 之束線上。類似之多點法拉第系統說明於 JP-A-2001-143651。

由多點法拉第系統 38 及 39 所得測量值係輸出至控制單元 36。控制單元 36 具有下列功能：（1）控制掃描單元（特別於本具體例掃描電源 22 等）來調整離子束 4 於 X 方向之掃描速度 s ；（2）控制驅動單元 32，來調整於夾持器 28 之基體 2 於 Y 方向之驅動速度 v ；（3）控制旋轉單元 30 以中心部 2a 為中心來旋轉基體 2；以及（4）控制掃描單元、驅動單元 32 及旋轉單元 30 以進行植入程序及多次中間旋轉

程序；以及(5)基於測量值及各種設定值，以成形本具體例之掃描輸出 $P(t)$ 之波形。

在該離子植入器中於基體平面中形成各種不同的劑量分佈之離子植入方法範例說明如後。

例如於基體 2 平面中為非均勻之劑量分佈係如下形成，經由根據預定的圖案改變離子束 4 於 X 方向之掃描速度 s ，同時控制基體 2 於 Y 方向之驅動速度 v 而與離子束 4 之束電流密度成反比。基體 2 之驅動速度 v 控制為與束電流密度成反比，以補償離子束 4 之束電流密度可能的變化。若離子束 4 之束電流密度無變化，則基體 2 之驅動速度 v 為恆定。於後文說明中，基體 2 之驅動速度 v 與離子束 4 之掃描速度 s 表示於離子束 4 入射基體 2 之一區域之驅動速度及掃描速度，原因在於掃描速度 s 及驅動速度 v 對植入此區域以外之基體 2 之劑量無影響。

此種情況下，改變離子束 4 之掃描速度 s 之位置及程度之若干範例，亦即改變掃描速度 s 之圖案顯示於圖 3 至圖 7。

圖 3 之範例中，離子束 4 之掃描速度 s 係以凹面逐步形成而改變，由 s_1 改變至 s_2 改變至 $s_3 (= s_1)$ 。本例中， s_2 係小於 s_1 ，但相反地， s_2 可大於 s_1 而以凸面形式改變掃描速度。此外， s_1 可不等於 s_3 。此外，掃描速度可以更多階改變。由於即使改變為逐步，於時間 0 之掃描速度 s 係無法改變，仍然關聯略為變遷間隔(後文亦同)。

若離子束 4 之束電流密度為恆定，則入射基體 2 之劑量係與離子束 4 之掃描速度 s 成反比。換言之，掃描速度 s

與劑量係成反比關係，其中劑量於較高掃描速度 s 之區域為較小，而劑量於較低掃描速度 s 之區域為較大。因離子束 4 之掃描速度 s 係遠高於基體 2 之驅動速度 v ，故任何時間，當於 X 方向於基體 2 上掃描離子束 4 時，可合理地考慮離子束 4 之束電流密度為恆定。

如此，於圖 3 之範例中，如同圖 9 所示範例，於基體 2 平面中沿 Y 方向形成類似河流而有不同劑量之區域 R_1 至 R_3 (原因在於基體 2 之驅動速度 v 係如前述控制以抑制 Y 方向之劑量改變)。於各區域 R_1 至 R_3 之劑量間的交互關係係與前文說明相同。

如圖 9 至圖 14 所示，基體 2 之定向平面 2b 可清晰了解在旋轉基體 2 時之位置關係，容後詳述；定向平面 2b 與植入區域之位置關係並無特殊限制。

圖 4 之範例中，離子束 4 之掃描速度 s 係以另一逐步形式改變，由 s_4 改變至 s_5 改變至 s_6 ($=s_4 > s_5 > s_6$)。相反地，掃描速度可以 $s_4 < s_5 < s_6$ 改變。此外，掃描速度也可以更多階改變。

圖 4 之範例中，於基體 2 平面沿 Y 方向形成類似河流而有不同劑量之區域 R_1 至 R_3 ，如圖 9 範例所示。但區域 R_1 至 R_3 之劑量間之交互關係係與圖 3 之範例之交互關係不同。

圖 5 之範例中，離子束 4 之掃描速度 s 係呈連續形式且平滑地線性改變。傾斜方向可與所示方向相反。此外，傾斜程度可更大或更小。

於圖 5 之範例中，於基體 2 平面中形成一種劑量分佈

，其中劑量係於與圖 5 之傾斜方向相反的傾斜方向而連續地改變。

圖 6 之範例中，離子束 4 之掃描速度 s 類似曲線改變而作為連續及平滑改變之另一形式。雖然於圖 6 之例中，該曲線類似波谷，但該曲線也可類似山峰。

於圖 6 之範例中，於基體 2 平面中形成一種劑量分佈，其中劑量係於與圖 6 之傾斜方向相反的傾斜方向連續地改變。

圖 7 之範例中，離子束 4 之掃描速度 s 係類似折痕於三階 s_7 、 s_8 及 s_9 改變。傾斜方向可與圖中舉例說明方向相反。掃描速度可以更多階改變。

圖 7 之範例中，於基體 2 平面中沿 Y 方向形成類似河流有著不同劑量之區域 R_1 至 R_3 ，如圖 9 範例所示。但區域 R_1 至 R_3 之劑量間之交互關係係與圖 3 與圖 4 之範例之交互關係不同。

控制單元 36 控制掃描單元，以前文說明方式改變離子束之掃描速度 s 。

前述各例中，經由於 X 方向改變離子束 4 之掃描速度 s ，同時控制基體 2 於 Y 方向之驅動速度 v ，變成與離子束 4 之束電流密度成反比，可形成於基體 2 之平面為非均勻之劑量分佈。用以改變掃描速度 s 之圖案可經適當地選擇來於基體 2 平面中形成各種不同的劑量分佈。並非經常性需要基體 2 之中心部 2a 作為劑量改變之邊界。如此，例如可於形於基體 2 平面之半導體裝置之特定區，進行離子植入來調適性地校正或改變該半導體裝置之特性。

若離子束 4 之束電流密度為恆定，則入射基體 2 之劑量也與基體 2 之驅動速度 v 成反比。如此，經由根據預定之圖案來改變基體 2 於 Y 方向之驅動速度 v ，同時維持離子束 4 於 X 方向之掃描速度 s 為恆定，可形成於基體 2 平面中為非均勻之劑量分佈。

此種情況下，當於圖 3 至圖 7 中，縱軸係為基體 2 之驅動速度 v ，橫軸係為基體於 Y 方向位置時，則獲得基體 2 之驅動速度 v 改變位置及改變程度，亦即驅動速度 v 改變之圖案的若干範例。前文說明也適用於此種情況。

控制單元 36 如前文說明，以控制驅動單元 32 來改變基體 2 之驅動速度 v 。

藉此方式，經由根據預定之圖案來改變基體 2 於 Y 方向之驅動速度 v ，同時維持離子束 4 於 X 方向之掃描速度 s 為恆定，可形成於基體 2 平面中為非均勻之劑量分佈。以及經由適當選擇用以改變驅動速度 v 之圖案，可於基體 2 平面形成各種不同的劑量分佈。並非經常性需要有基體 2 中心部 2a 作為劑量改變的邊界。如此，例如可於基體 2 平面中形成之半導體裝置的特定區域，讓離子植入調適性校正或改變半導體裝置之特性。

經由如前述範例改變離子束 4 之掃描速度 s ，且同時如前述範例改變基體 2 之驅動速度 v ，可於基體 2 平面中形成非均勻之劑量分佈。由於劑量分佈係以此種方式於基體 2 平面中之 X 方向及 Y 方向的改變，故可於基體 2 平面中進一步形成各種不同的劑量分佈。

控制單元 36 可控制掃描單元及驅動單元 32，以前述方

式來改變離子束 4 之掃描速度 s 以及基體 2 之驅動速度 v 。

此外，經由改變離子束 4 之掃描速度 s 及基體 2 之驅動速度 v 中之至少一者，且以中心部 2a 為中心旋轉基體 2，可於基體 2 平面中形成非均勻之劑量分佈。

在此方式中，因劑量分佈係於以基體 2 中心部 2a 為中心之旋轉方向來改變，故可進一步於基體平面中形成多種不同的劑量分佈。

當旋轉基體 2 時，基體可以每個預定之旋轉角 θ 逐步旋轉，或可於預定之旋轉角 θ 以內平滑地連續旋轉。前述情況下，於基體 2 平面中之劑量分佈有一清晰之邊界。旋轉角 θ 係為 $0 < \theta \leq 360^\circ$ 之任何值。

此外，基體 2 可於離子束 4 未施加於基體 2 時而旋轉，或離子束 2 施加於基體 2 時旋轉。前述情況下，於基體 2 平面中之劑量分佈有清晰之邊界。

控制單元 36 係以前述方式控制旋轉單元 30 以旋轉基體 2。

此外，經由類似圖 8 所示程序範例，經由逐步改變離子束 4 之掃描速度 s ，同時控制基體 2 之驅動速度 v 而使與離子束 4 之束電流密度成反比，進行多次植入離子至基體 2 之植入程序，以及於各次植入程序中間間隔，當離子束 4 未施加於基體 2 時，以中心部 2a 為中心旋轉基體 2 達預定旋轉角，而進行旋轉程序，可於基體 2 平面中形成非均勻之劑量分佈。圖 8 之範例中，植入程序進行 4 次（亦即植入程序 40、42、44 及 46），以及旋轉程序係於各次植入程序中間間隔進行一次，或共進行三次（亦即旋轉程序 41、43

及 45)。

藉此方式，由於經由逐步改變離子束 4 之掃描速度 s 之植入離子之植入程序、以及於各次植入程序中間間隔，以中心部 2a 為中心進行多次旋轉基體 2 之旋轉程序，故可形成以基體 2 中心部 2a 為中心呈旋轉對稱之劑量分佈。如此，進一步於基體 2 平面中形成各種不同的劑量分佈。

控制單元 36 控制掃描單元、驅動單元 32 及旋轉單元 30，來以前述方式進行植入程序及旋轉程序。

經由如圖 3 所示，由一端至另一端，逐步改變離子束 4 之掃描速度 s 由 s_1 至 s_2 ($\neq s_1$) 至 s_3 ($=s_1$)，以進行植入程序 n 次 (n 為 2 或 2 以上之整數)，以及每次旋轉 $360/n$ 度進行旋轉基體 2 之旋轉程序，可於基體 2 平面介於中心區域與周邊區域間形成有不同劑量之劑量分佈。控制單元 36 可進行此項控制。

參照圖 9 至圖 12 當逐步改變離子束 4 之掃描速度 s 由 s_1 至 s_2 ($\neq s_1$) 至 s_3 ($=s_1$) 之植入程序四次 ($n=4$) 時，將循序說明如圖 3 所示於基體 2 平面中所形成之劑量分佈。以圖 8 所示程序為例，於基體 2 平面中形成之劑量分佈將參照圖 9-12 說明如後。如前文說明，經由參照定向平面 2b，可容易了解基體 2 於旋轉方向的位置。離子束 4 之掃描速度 s 實際上係以稍微之變遷間隔而改變，掃描前離子束 4 之截面尺寸(點大小)實際上具有預定之大小。但於後文為了方便說明，假設離子束 4 之掃描速度 s 之改變並無變遷間隔，以及離子束 4 之截面尺寸為點狀。

首先，進行第一植入程序 40，藉此如圖 9 所示，於基體

2 平面中沿 Y 方向形成類似河流之有不同劑量之區域 R_1 至 R_3 。此時，假設於植入程序中之設定用以植入之劑量為於掃描速度為 $s_1 (=s_3)$ 之區域為 d_1 ，以及於掃描速度為 s_2 之區域為 d_2 ，由下式獲得如上程序中於基體 2 平面中植入 R_1 、 R_2 及 R_3 各區域之劑量 D_1 、 D_2 及 D_3 。

[式 1]

$$D_1 = d_1$$

$$D_2 = d_2$$

$$D_3 = d_1$$

然後，於進行第一旋轉程序 41 後，進行第二植入程序 42，藉此於基體 2 平面中形成類似格子之具有不同劑量之區域 R_4 至 R_{12} ，如圖 10 所示。如此係對應圖 9 之劑量分佈與圖 9 旋轉 90 度之劑量分佈的重疊。經由前述方法植入 R_4 至 R_{12} 各區域之劑量 D_4 至 D_{12} 可由下式 2 得知。

[式 2]

$$D_4 = 2d_2$$

$$D_5 = d_1 + d_2$$

$$D_6 = 2d_1$$

$$D_7 = d_1 + d_2$$

$$D_8 = 2d_1$$

$$D_9 = d_1 + d_2$$

$$D_{10} = 2d_1$$

$$D_{11} = d_1 + d_2$$

$$D_{12} = 2d_1$$

隨後，於進行第二旋轉程序 43 後，以相同方式進行第

三植入程序 44，藉此於圖 11 所示狀態，藉下式 3 求出藉前述程序植入 R_4 至 R_{12} 各區域之劑量 D_4 至 D_{12} 。

[式 3]

$$D_4 = 3d_2$$

$$D_5 = d_1 + 2d_2$$

$$D_6 = 3d_1$$

$$D_7 = 2d_1 + d_2$$

$$D_8 = 3d_1$$

$$D_9 = d_1 + 2d_2$$

$$D_{10} = 3d_1$$

$$D_{11} = 2d_1 + d_2$$

$$D_{12} = 3d_1$$

此外，於進行第三旋轉程序 45 後，進行第四植入程序 46，如此完成離子植入程序。結果於圖 12 所示狀態，經由前述方法植入 R_4 至 R_{12} 各區域之劑量 D_4 至 D_{12} 可由下式 4 得知。

[式 4]

$$D_4 = 4d_2$$

$$D_5 = 2d_1 + 2d_2$$

$$D_6 = 4d_1$$

$$D_7 = 2d_1 + 2d_2$$

$$D_8 = 4d_1$$

$$D_9 = 2d_1 + 2d_2$$

$$D_{10} = 4d_1$$

$$D_{11} = 2d_1 + 2d_2$$

$$D_{12} = 4d_1$$

由圖 12 及式 4 可知，經由如前文說明之離子植入以形成介於中心區域 R_4 與其周邊區域 R_5 至 R_{12} 間有不同劑量之劑量分佈。

此處將說明實際離子植入方法(裝置)。如前文說明，離子束 4 之掃描速度 s 係有些微變遷間隔而改變，以及離子束 4 之截面尺寸(點大小)有預定大小(例如直徑約 70 毫米至 80 毫米之圓)。結果，於接近 R_4 至 R_{12} 各區域之邊界，劑量係緩和地改變。如此，中心區域 R_4 為近似圓形，而於四角落之 R_6 、 R_8 、 R_{10} 及 R_{12} 各區域係極小，故劑量分佈係由具有劑量 $3d_2$ 之近圓形中心區域 R_4 與具有劑量 $2d_1+2d_2$ 之環形周邊區域所組成。如前文說明，由緩和地(平滑地)改變劑量的觀點，離子束 4 之截面尺寸係較佳地更大至某種程度。

圖 13 及圖 14 顯示以前述方式實際獲得之劑量分佈範例。圖 13 及圖 14 中，減號(-)表示劑量為小的，加號(+)表示劑量為大的，以及矩形符號(\square)表示劑量為中等的。

圖 13 係對應圖 9。於圖 13 之範例中，離子植入形成為一種狀態，基體 2 之定向平面 $2b$ 於 X 方向傾斜 22 度(與圖 14 相同)。實際上，劑量分佈沿 Y 方向形成為類似河流。此外，如前文說明，於中心區域 R_2 之劑量為 d_2 ，以及於兩邊 R_1 及 R_3 各區域之劑量為 d_1 。

圖 14 係對應圖 12。但定向平面 $2b$ 之位置係重合圖 13 之位置。實際上，劑量分佈係由有大劑量之近似圓形之中心區域 R_4 與有小劑量之環繞中心區域 R_4 之環形周邊區域

R_{13} 所組成。此外，如前文說明，中心區域 R_4 之劑量為 $4d_2$ ，周邊區域 R_{13} 之劑量為 $2d_1+2d_2$ 。

於圖 14 之範例，當介於中心區域 R_4 與環繞中心區域 R_4 之周邊區域 R_{13} 間有不同劑量之劑量分佈之情況下，假設中心區域 R_4 之目標劑量及周邊區域 R_{13} 之目標劑量分別為 D_A 及 D_B ，以及於一次植入程序中，設定於離子束 4 之第一掃描速度 s_1 及第二掃描速度 s_2 之劑量分別為 d_1 及 d_2 ，設定劑量 d_1 及 d_2 係根據下式所設定，藉此容易達成（實現）目標劑量 D_A 及 D_B 。

[式 5]

$$d_1 = (2D_B - D_A) / n$$

$$d_2 = D_A / n$$

例如於圓形基體 2 直徑為 20 厘米（8 吋），在圓形中心區域之劑量 D_A 為 2.0×10^{13} / 平方厘米，在環形周邊區域之劑量 D_B 為 1.9×10^{13} / 平方厘米，實施植入程序之次數 n 為 4，以及基體 2 以每次 90 度旋轉之植入條件下，根據式 5 以設定劑量 $d_1 = 4.5 \times 10^{12}$ / 平方厘米及設定劑量 $d_2 = 5.0 \times 10^{12}$ / 平方厘米進行離子植入，因而容易實現目標劑量 D_A 及 D_B 。次數 n 及設定劑量 d_1 及 d_2 可於控制單元 36 設定。一次旋轉程序之旋轉角 $360/n$ 可由控制單元 36 計算。

圖 14 顯示於前述條件下進行離子植入所得結果（圖 13 顯示於第一次植入程序後所得結果）。獲得於中心區域 R_4 之目標劑量 2.0×10^{13} / 平方厘米，以及於周邊區域 R_{13} 之目標劑量 1.9×10^{13} / 平方厘米。中心區域之半徑約為 6.5 厘米。

此外，經由類似圖 8 所示程序範例，相當大階地逐步改變基體 2 之驅動速度 v ，同時控制為基體 2 之驅動速度 v 與離子束 4 之束電流密度成反比，進行離子植入基體 2 中之多次植入程序，以及於介於各次植入程序中間間隔，當離子束 4 未施加於基體 2 時，以中心部 2a 為中心旋轉基體 2 預定之旋轉角，進行旋轉程序，而於基體 2 平面中形成非均勻之劑量分佈。圖 8 之範例中，植入程序進行 4 次（亦即植入程序 40、42、44 及 46），以及旋轉程序係於各次植入程序中間間隔進行一次，或共進行三次（亦即旋轉程序 41、43 及 45）。

藉此方式，由於經由逐步改變基體 2 之驅動速度 v ，以及於各次植入程序中間間隔，以中心部 2a 為中心旋轉基體 2 之旋轉程序進行多次，故可形成以基體 2 之中心部 2a 為中心呈旋轉對稱之劑量分佈，如此，進一步於基體 2 平面中形成各種不同的劑量分佈。

控制單元 36 控制掃描單元、驅動單元 32 及旋轉單元 30，來以前述方式進行植入程序及旋轉程序。

經由以圖 3 所示離子束掃描速度 s 之相同方式，於離子束 4 入射基體 2 之一區域 n 次（ n 為 2 或 2 以上之整數），經由逐步改變基體 2 之驅動速度 v 由 v_1 、 v_2 （ $\neq v_1$ ）至 v_3 （ $=v_1$ ），進行植入程序，以及每次旋轉基體 2 為 $360/n$ 度以進行旋轉程序，可於基體平面中介於中心區域與周邊區域間形成有不同劑量之劑量分佈。此種情況下，劑量分佈係由近似圓形之中心區域與環繞中心區域之環形周邊區域所組成，組成方式類似離子束 4 之掃描速度 s 逐步改變

之組成方式。控制單元 36 可執行此項控制。

此外，於此種情況下，假設中心區域及周邊區域之目標劑量分別為 D_A 及 D_B ，以及在一次植入程序中之於第一驅動速度及第二驅動速度之設定劑量分別為 d_1 及 d_2 ，設定劑量 d_1 及 d_2 係根據式 5 設定，藉此容易達成（實現）目標劑量 D_A 及 D_B 。

經由如同前述範例逐步改變離子束 4 之掃描速度 s ，且同時如同前述範例逐步改變基體 2 之驅動速度 v ，可於基體 2 平面中形成非均勻之劑量分佈。因劑量分佈係以此種方式於基體 2 平面中於 X 方向及 Y 方向的改變，故可於基體 2 平面中進一步形成各種不同的劑量分佈。控制單元 36 可進行此項控制。

執行離子植入程序之次數非僅限於 4 次，而可為 2 或 2 以上之任何整數。隨著數目 n 的變大，中心區域 R_4 更接近圓形，周邊區域 R_{13} 更接近環形。例如 n 可為 5、6、7 或 8。

此外，如圖 3 至圖 7 舉例說明，當離子束 4 之掃描速度 s 改變及 / 或基體 2 之驅動速度 v 改變時，可經由於控制單元 36 建立速度改變圖案來改變速度，控制單元 36 控制掃描電源 22 及 / 或驅動單元 32。

速度改變圖案特別係由指出基體 2 與離子束 4 間之位置關係的位置資訊、與該位置之速度資訊所組成。此種速度資訊可為速度值本身，或為參考速度及變數（或變化率）。

此外，當速度改變圖案如圖 3 及圖 4 之範例為逐步改變，或如圖 7 之範例為褶狀改變之情況下，較佳建立速度改變曲線，仍採用高階（例如四次方程式）近似曲線或齒條

函數，來消除或遮蔽速度改變之反折點。藉此方式讓於基體 2 平面中介於不同劑量間的劑量改變更平滑。控制單元 36 可執行此項程序。

實際上於基體 2 獲得之離子束 4 於 X 方向之掃描速度 s 的值係藉內插法獲得，該內插法係採用 (1) 於前級多點法拉第系統 38 於 X 方向上多點之掃描速度 s 的資訊，係採用前級多點法拉第系統 38 量測；(2) 於後級多點法拉第系統 39 於 X 方向上多點之掃描速度 s 的資訊，係採用後級多點法拉第系統 39 量測；及 (3) 多點法拉第系統 38、39 與基體 2 表面間之距離。

此外，當於基體 2 實際獲得之掃描速度 s 與離子束 4 之設定掃描速度 s 有偏差時，則控制單元 36 控制掃描電源 22 來成形由掃描電源 22 供給掃描器 20 之掃描輸出 $P(t)$ 波形，以去除該偏差。

雖然通常係於基體 2 全體表面進行離子植入，但若有所需，也可只於基體 2 平面中之一部分進行植入。

【圖式簡單說明】

圖 1 為顯示根據本發明執行離子植入方法之離子植入裝置之一例的示意平面圖；

圖 2 為顯示圖 1 之離子植入裝置範例的放大尺寸之示意側視圖；

圖 3 為顯示改變離子束掃描速度之圖案範例的視圖；

圖 4 為顯示改變離子束掃描速度之圖案範例的視圖；

圖 5 為顯示改變離子束掃描速度之圖案範例的視圖；

圖 6 為顯示改變離子束掃描速度之圖案範例的視圖；

圖 7 為顯示改變離子束掃描速度之圖案範例的視圖；

圖 8 為顯示根據本發明之離子植入方法範例的程序圖；

圖 9 為用於理論上說明如何形成介於基體中心區域與環繞中心區域之周邊區域間有不同劑量之劑量分佈的視圖；

圖 10 為用於理論上說明如何形成介於基體中心區域與環繞中心區域之周邊區域間有不同劑量之劑量分佈的視圖；

圖 11 為用於理論上說明如何形成介於基體中心區域與環繞中心區域之周邊區域間有不同劑量之劑量分佈的視圖；

圖 12 為用於理論上說明如何形成介於基體中心區域與環繞中心區域之周邊區域間有不同劑量之劑量分佈的視圖；

圖 13 為顯示對應於圖 9 於第一次植入程序後實際所得劑量分佈範例的視圖；以及

圖 14 為顯示對應於圖 12 於第四次植入程序後實際所得劑量分佈範例的視圖。

【主要元件符號說明】

- 2 基體
- 2a 中心部
- 2b 定向平面
- 4 離子束
- 10 離子源
- 12 質量分離磁鐵
- 14 加速管

16	Q 透 鏡
18	能 量 分 離 器
20	掃 描 器
22	掃 描 電 源
24	束 平 行 化 器
26	植 入 腔 體
28	夾 持 器
30	旋 轉 單 元
32	驅 動 單 元
36	控 制 單 元
38	前 級 多 點 法 拉 第 系 統
39	後 級 多 點 法 拉 第 系 統
40、42、44、46	植 入 程 序
41、43、45	旋 轉 程 序

五、中文發明摘要：

一種離子植入方法包括藉電場或磁場於 X 方向，往復式掃描離子束，以及於正交於 X 方向之 Y 方向，以機械方式往復式驅動一基體，以植入離子於基體之全體表面上。經由離子束入射基體之一區，改變離子束掃描速度與基體驅動速度中之至少一者，可於該基體平面之中形成於基體平面非均勻之劑量分佈。

六、英文發明摘要：

An ion implantation method includes scanning reciprocatingly an ion beam in an X direction by an electric field or magnetic field and mechanically driving reciprocatingly a substrate in a Y direction orthogonal to the X direction to implant ions over the entire surface of the substrate. A dose distribution that is non-uniform within the plane of the substrate is formed within the plane of the substrate by changing at least one of a scanning speed of the ion beam and a driving speed of the substrate within an area where the ion beam is incident on the substrate.

十、申請專利範圍：

1. 一種離子植入方法，包含：

經由藉電場或磁場於 X 方向往復式掃描一離子束，以及於幾乎正交於 X 方向之 Y 方向，以機械方式往復式驅動一基體，以執行將離子植入該基體之植入程序；以及

於該離子束入射於基射之一區域，改變離子束之掃描速度與基體驅動速度中之至少一者。

2. 一種植入離子至一基體之離子植入裝置，該裝置包含：

一掃描單元，用來藉電場或磁場於 X 方向往復式掃描一離子束；

一驅動單元，用來於幾乎正交於 X 方向之 Y 方向，以機械方式往復式驅動該基體；以及

一控制單元，用來於離子束入射基體之一區域，以控制掃描單元及驅動單元中之至少一者，俾改變離子束之掃描速度與基體之驅動速度中之至少一者。

3. 如申請專利範圍第 1 項之離子植入方法，更包含：

以其中心部為中心旋轉該基體。

4. 如申請專利範圍第 2 項之離子植入裝置，更包含：

一旋轉單元，用來以其中心部為中心旋轉該基體，

其中該控制單元控制該旋轉單元，來以其中心部為中心而旋轉該基體。

5. 如申請專利範圍第 3 項之離子植入方法，其中，經由逐步改變離子束之掃描速度與基體之驅動速度中之至少一者，同時於一次植入程序，控制基體之驅動速度為與離子

束之束電流密度成反比，來進行多次植入程序，以及經由於介於各次植入程序中間間隔，以其中心部為中心而旋轉基體達預定的旋轉角。

6. 如申請專利範圍第 4 項之離子植入裝置，其中，離子植入基體之植入程序執行多次，以及其中控制單元控制掃描單元及驅動單元，以逐步改變離子束之掃描速度與基體之驅動速度中之至少一者，同時於一次植入程序，於離子束入射基體之一區域，以控制基體之驅動速度為與離子束之束電流密度成反比，以及該控制單元控制旋轉單元來於介於各次植入程序中間間隔，以其中心部為中心而旋轉基體達預定之旋轉角。

7. 如申請專利範圍第 5 項之離子植入方法，其中，經由於一次植入程序中，由基體一端至另一端，逐步改變離子束之掃描速度由一第一掃描速度、至與該第一掃描速度不同的一第二掃描速度、至該第一掃描速度，進行植入程序 n 次 (n 為 2 或 2 以上之整數)，以及該基體於介於各次植入程序中間間隔每次旋轉 $360/n$ 度。

8. 如申請專利範圍第 7 項之離子植入方法，其中，假設於該基體平面於一中心區域以及於一環繞中心區域之周邊區域之目標劑量分別為 D_A 及 D_B ，以及於一次植入程序中，於第一掃描速度及第二掃描速度之設定劑量分別為 d_1 及 d_2 ，該設定劑量 d_1 及 d_2 係根據下式設定，

$$d_1 = (2D_B - D_A) / n \text{ 及}$$

$$d_2 = D_A / n。$$

9. 如申請專利範圍第 6 項之離子植入裝置，其中，該植

入程序執行 n 次 (n 為 2 或 2 以上之整數)，以及其中該控制單元控制該掃描單元，以於一次植入程序中，由基體一端至另一端，逐步改變離子束之掃描速度，由一第一掃描速度、至與該第一掃描速度不同之一第二掃描速度、至該第一掃描速度，以及該控制單元控制旋轉單元，以於各次植入程序間之間隔，每次旋轉該基體為 $360/n$ 度。

10. 如申請專利範圍第 5 項之離子植入方法，其中，經由於一次植入程序中，於離子束入射基體之一區域，經由逐步改變基體之驅動速度，由一第一驅動速度、至與該第一驅動速度不同之一第二驅動速度、至該第一驅動速度，而重複執行植入程序 n 次 (n 為 2 或 2 以上之整數)，以及於介於各次植入程序中間間隔而每次旋轉該基體為 $360/n$ 度。

11. 如申請專利範圍第 10 項之離子植入方法，其中，假設於該基體平面中於一中心區域以及於一環繞中心區域之周邊區域之目標劑量分別為 D_A 及 D_B ，以及於一次植入程序中，於第一驅動速度及第二驅動速度之設定劑量分別為 d_1 及 d_2 ，該設定劑量 d_1 及 d_2 係根據下式設定，

$$d_1 = (2D_B - D_A) / n \text{ 及}$$

$$d_2 = D_A / n。$$

12. 如申請專利範圍第 6 項之離子植入裝置，其中，該植入程序執行 n 次 (n 為 2 或 2 以上之整數)，以及其中該控制單元控制該驅動單元，以於一次植入程序中，於離子束入射基體之一區域，逐步改變基體之驅動速度，由一第一驅動速度、至與該第一驅動速度不同之一第二驅動速

度、至該第一驅動速度，以及該控制單元控制旋轉單元，
以於各次植入程序間之間隔而每次旋轉該基體為 $360/n$
度。

十一、圖式：

圖 1

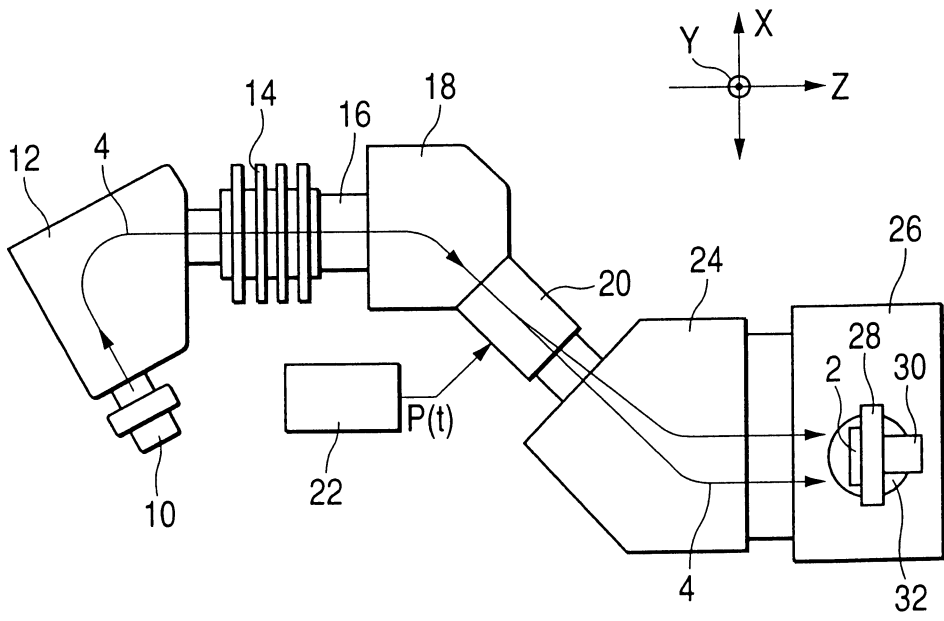


圖 2

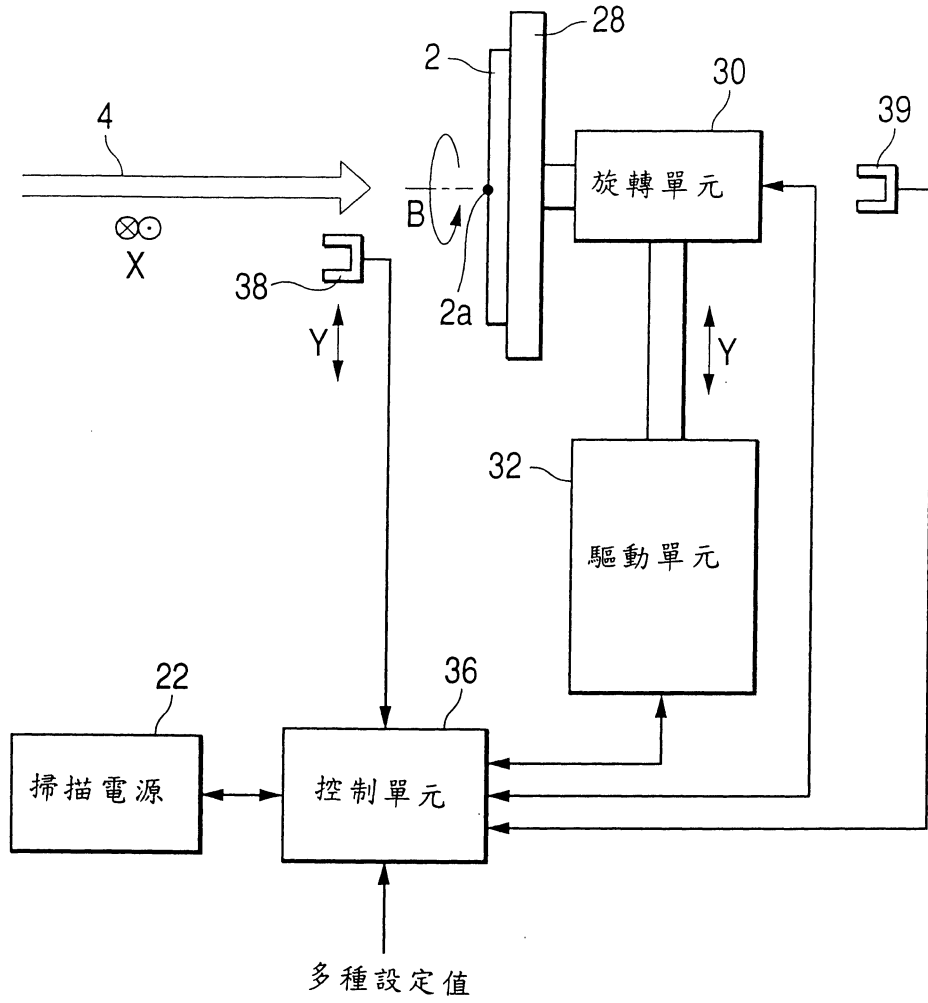


圖 3

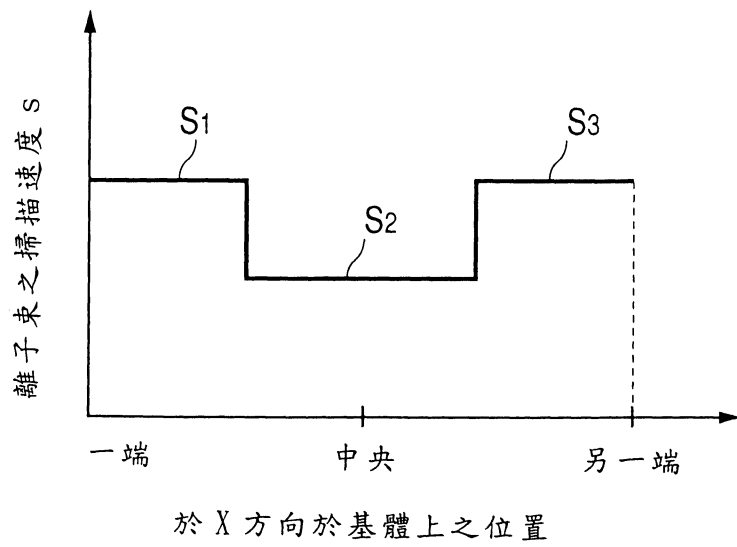


圖 4

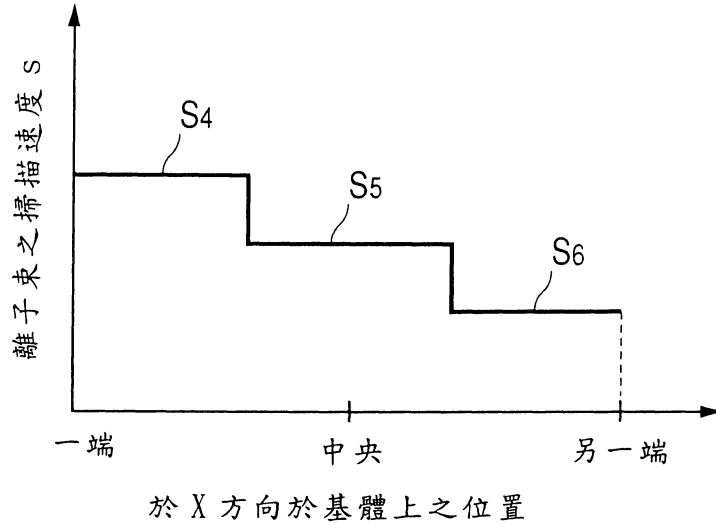


圖 5

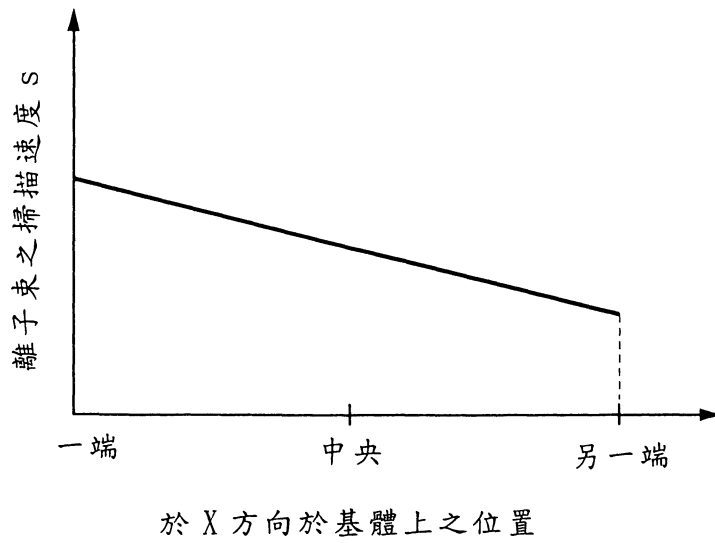


圖 6

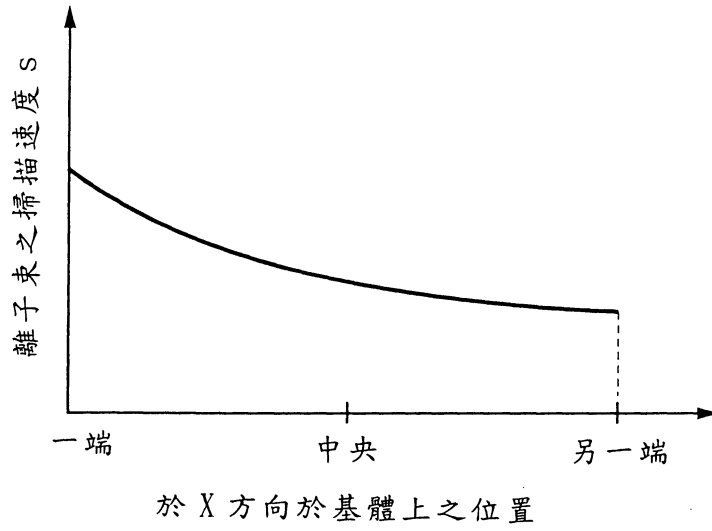


圖 7

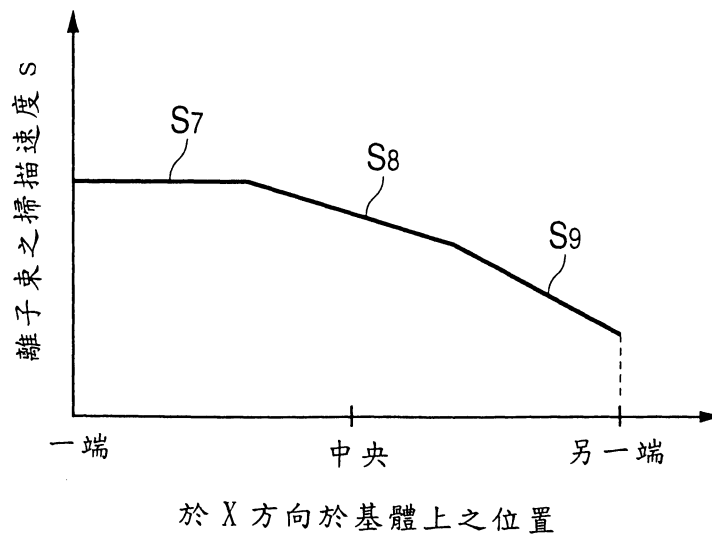


圖 8

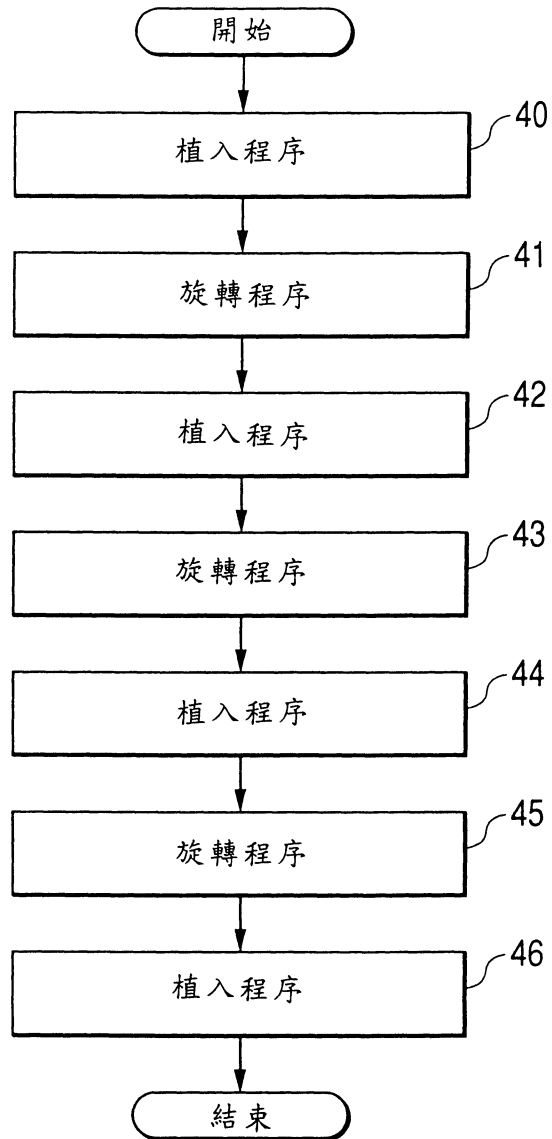


圖9

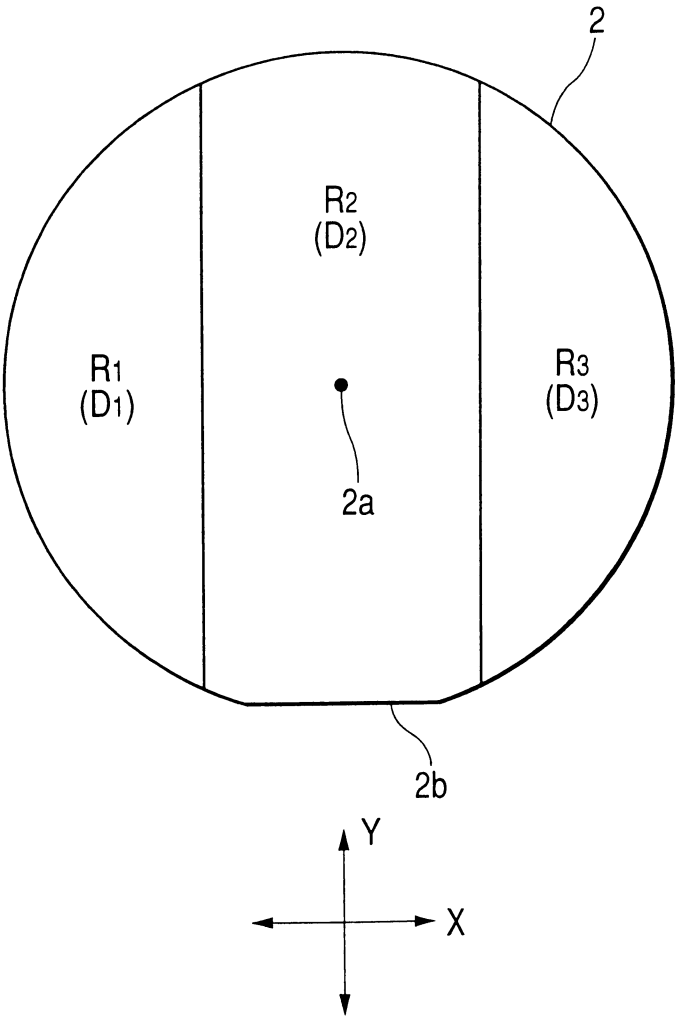


圖 10

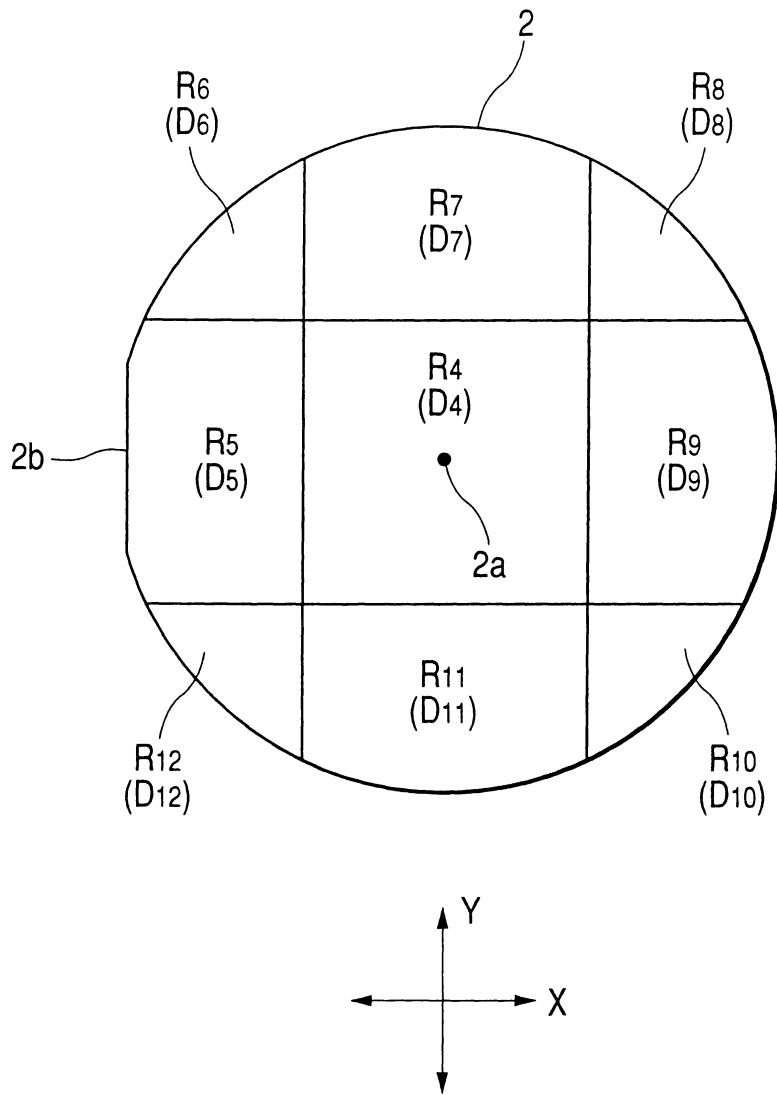


圖 11

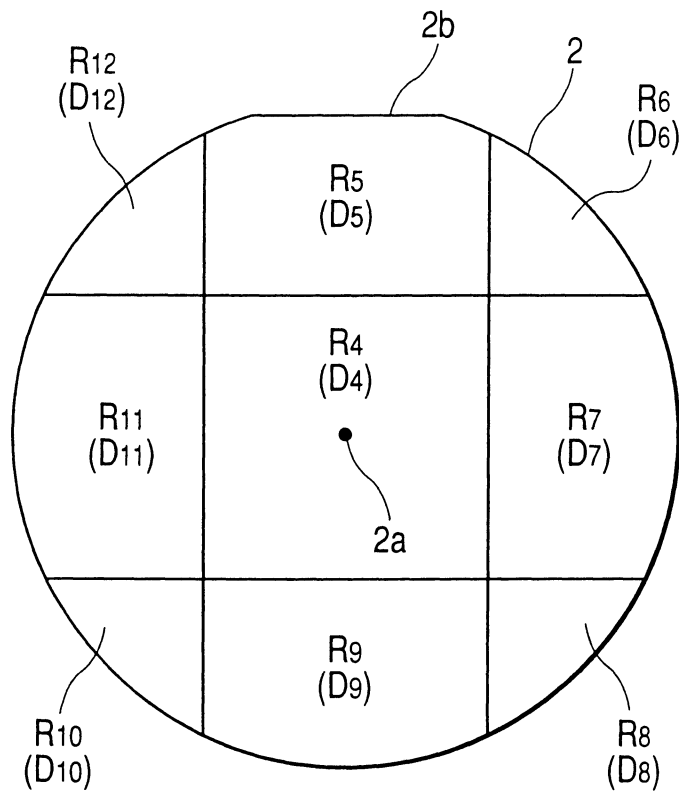


圖 12

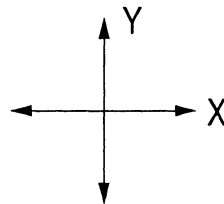
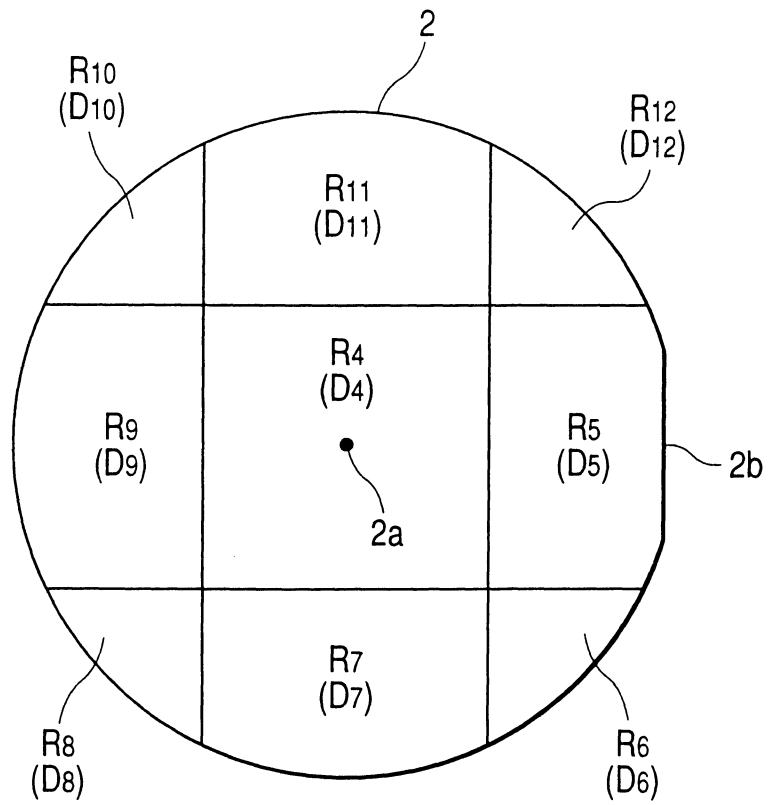


圖13

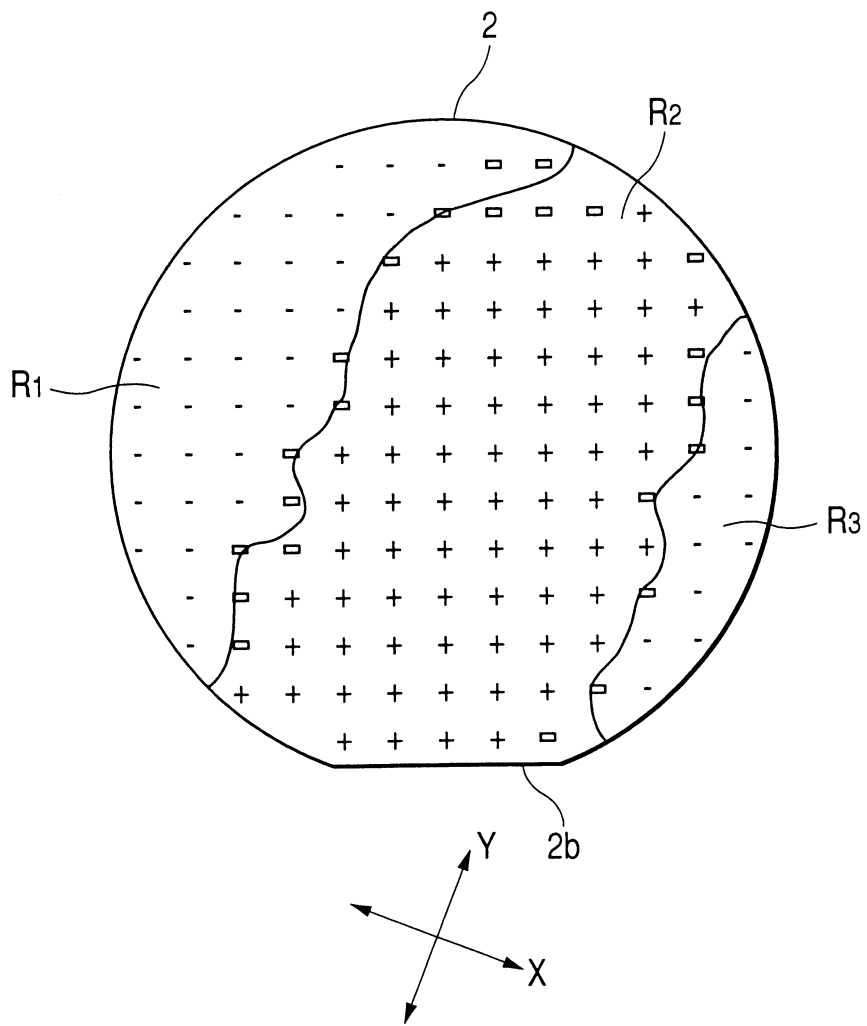
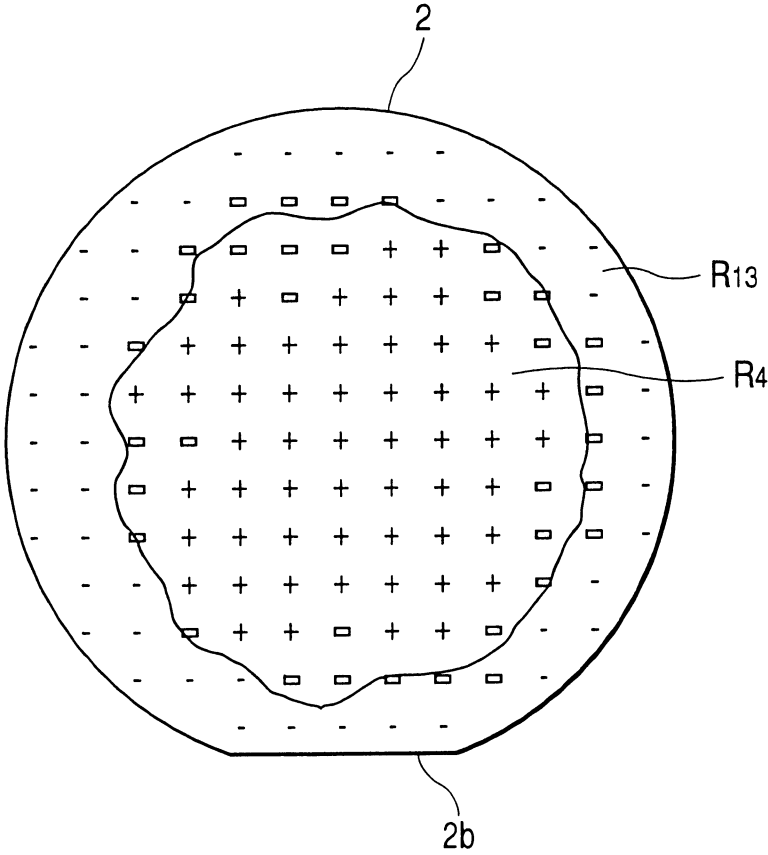


圖 14



七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

2	基體
2a	中心部
4	離子束
22	掃描電源
28	夾持器
30	旋轉單元
32	驅動單元
36	控制單元
38	前級多點法拉第系統
39	後級多點法拉第系統

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無