



(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 I457988 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 10 月 21 日

(21)申請案號：101110085

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 03 月 23 日

(51)Int. Cl. : **H01L21/265 (2006.01)**

(30)優先權：2011/03/25 日本 2011-068307

2012/01/12 日本 2012-003960

(71)申請人：日新離子機器股份有限公司 (日本) NISSIN ION EQUIPMENT CO., LTD. (JP)
日本(72)發明人：河村泰典 KAWAMURA, YASUNORI (JP)；川上喬子 KAWAKAMI, KYOKO
(JP)；中島良樹 NAKASHIMA, YOSHIKI (JP)

(74)代理人：賴經臣；宿希成

(56)參考文獻：

CN 101313395A

CN 101511969A

US 2007/0148888A1

審查人員：徐雨弘

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：6 共 0 頁

(54)名稱

離子植入方法

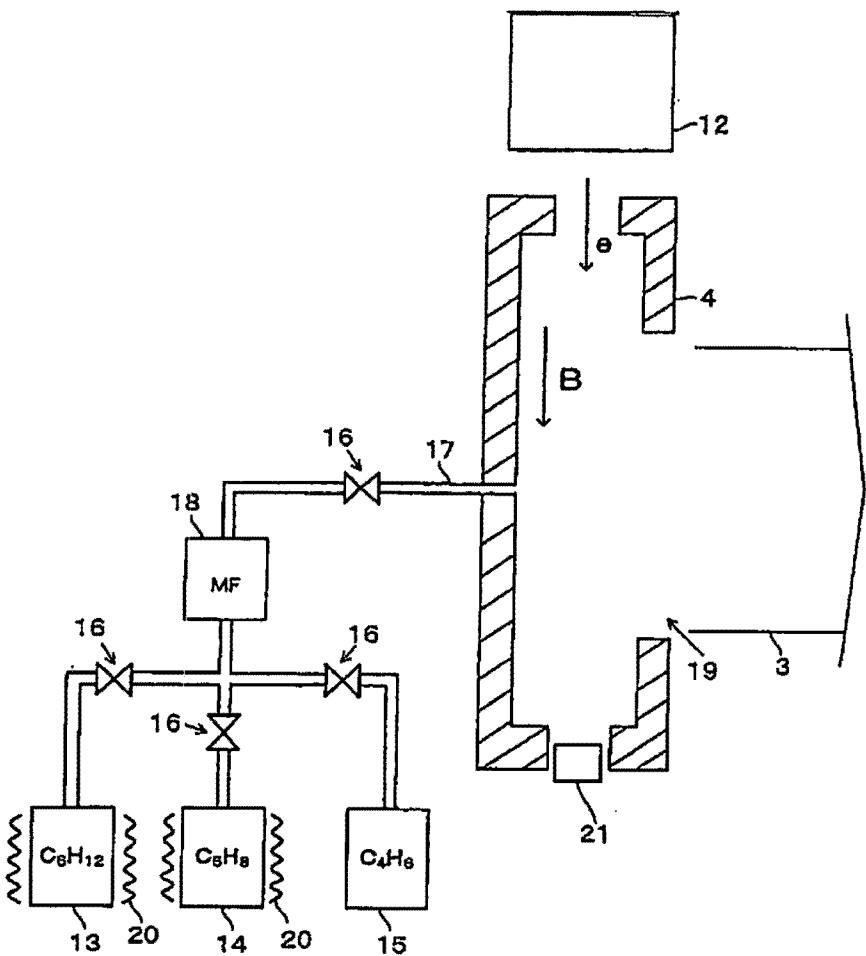
ION IMPLANTATION METHOD

(57)摘要

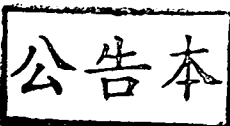
本發明係關於一種離子植入方法，其包括使用由 $C_n H_x$ (n 係諸如 $4 \leq n \leq 6$ 之整數，且 x 係諸如 $1 \leq x \leq 2n+2$ 之整數)表示之離子產生材料產生 $C_m H_y^+$ 離子(m 係諸如 $4 \leq m \leq 6$ 之整數，且 y 係諸如 $1 \leq y \leq 2m+2$ 之整數)；及將該等離子植入至晶圓中。

An ion implantation method includes generating $C_m H_y^+$ ions (m is such an integer as $4 \leq m \leq 6$. and y is such an integer as $1 \leq y \leq 2m+2$) using an ion generating material expressed by $C_n H_x$ (n is such an integer as $4 \leq n \leq 6$, and x is such an integer as $1 \leq x \leq 2n+2$), and implanting the ions into a wafer.

圖 2



- 3 . . . 離子束
- 4 . . . 離子源室
- 12 . . . 電子槍
- 13 . . . 第一氣體供應源
- 14 . . . 第二氣體供應源
- 15 . . . 第三氣體供應源
- 16 . . . 閥
- 17 . . . 氣體引入通道
- 18 . . . 質量流量控制器
- 19 . . . 離子束提取埠
- 20 . . . 加熱器
- 21 . . . 射束截止器



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101110085

※申請日：101/03/23

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L21/26 · 2006.01

離子植入方法 / ION IMPLANTATION METHOD

二、中文發明摘要：

本發明係關於一種離子植入方法，其包括使用由 C_nH_x (n 係諸如 $4 \leq n \leq 6$ 之整數，且 x 係諸如 $1 \leq x \leq 2n+2$ 之整數) 表示之離子產生材料產生 $C_mH_y^+$ 離子 (m 係諸如 $4 \leq m \leq 6$ 之整數，且 y 係諸如 $1 \leq y \leq 2m+2$ 之整數)；及將該等離子植入至晶圓中。

三、英文發明摘要：

An ion implantation method includes generating $C_mH_y^+$ ions (m is such an integer as $4 \leq m \leq 6$, and y is such an integer as $1 \leq y \leq 2m+2$) using an ion generating material expressed by C_nH_x (n is such an integer as $4 \leq n \leq 6$, and x is such an integer as $1 \leq x \leq 2n+2$), and implanting the ions into a wafer.

四、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：

3	離子束
10.4001	離子源室
12	電子槍
13	第一氣體供應源
14	第二氣體供應源
15	第三氣體供應源
16	閥
17	氣體引入通道
18	質量流量控制器
19	離子束提取埠
20	加熱器
21	射束截止器

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

本申請案係基於且主張 2011 年 3 月 25 日提出申請之日本專利申請案第 2011-068307 號及 2012 年 1 月 12 日提出申請之日本專利申請案第 2012-003960 號之優先權的權利，將其等之全體內容併入本文為參考資料。

【發明所屬之技術領域】

本揭示內容係關於一種將碳之分子離子植入至晶圓中以於晶圓中產生一非晶形層之方法。

【先前技術】

隨著半導體元件發展的精進，產生將離子自上方植入至晶圓之極淺區域中的需求。為於此區域中進行離子植入，已關注一種將分子離子植入至晶圓中，以將晶圓表面之指定區域轉變為非晶形層的技術。此外，植入碳之分子離子的研究已獲得進步，因為在離子植入後的退火過程中，其可有利地減少在非晶形層下方形成瑕疵晶體。

此種碳分子離子植入技術揭示於專利參考文獻 1 中。明確言之，專利參考文獻 1 揭示一種使用 $C_{16}H_{20}$ 或 $C_{18}H_{14}$ 作為碳之分子離子的材料，將 $C_{16}H_X^+$ 離子或 $C_{18}H_X^+$ 離子(X 為 1 或更大之整數)植入至晶圓中的技術，及一種使用 $C_{14}H_{14}$ 作為碳之分子離子的材料，將 $C_7H_7^+$ 離子、 $C_3H_X^+$ 離子或其類似物(X 為 1 或更大之整數)植入至晶圓中的技術。

[先前技術參考文獻]

[專利參考文獻]

[專利參考文獻 1] JP-A-2009-518869(段落 0022~0024、0045~0046，圖 1、2、8)

當使用碳分子離子形成非晶形層時，取決於用於照射離子束之能量，待使用具有大質量數之離子形成之非晶形層的厚度小。在當前的半導體元件製程中，非晶形層之厚度需為約 60 奈米或以上。因此，近來為產生具有此厚度之非晶形層，相關技術人士關注一種將 $C_4H_X^+$ 離子、 $C_5H_X^+$ 離子或 $C_6H_X^+$ 離子(X 為 1 或更大之整數)植入至晶圓中的技術。

然而，已發現使用專利參考文獻 1 中揭示之技術產生 $C_4H_X^+$ 離子、 $C_5H_X^+$ 離子或 $C_6H_X^+$ 離子，及將如此產生之離子植入至晶圓中的方法相當無效率。其理由將說明於下。

在專利參考文獻 1 中揭示之技術中，如段落 0045 中所記述，使用 $C_{14}H_{14}$ 產生 $C_4H_X^+$ 離子、 $C_5H_X^+$ 離子或 $C_6H_X^+$ 離子。 $C_{14}H_{14}$ 係固體材料且其具有 284°C 之高沸點。為將其蒸發，必需將其於高溫下加熱，因此需要可滿足此高溫之加熱器。

此外，如可由專利參考文獻 1 之圖 8 中所揭示之離子束之質量光譜所見， $C_4H_X^+$ 離子、 $C_5H_X^+$ 離子或 $C_6H_X^+$ 離子相對於整體的比率極小。因此，當將 $C_4H_X^+$ 離子、 $C_5H_X^+$ 離子或 $C_6H_X^+$ 離子大量植入至晶圓中時，要耗費長時間來完成此離子植入處理。

【發明內容】

本發明之例示性具體例提供一種產生 $C_4H_x^+$ 離子、 $C_5H_x^+$ 離子或 $C_6H_x^+$ 離子(x 為 1 或更大之整數)，及將其有效率地植入至晶圓中的方法。

根據本發明之一例示性具體例之離子植入方法為一種包括以下步驟的離子植入方法：

使用由 C_nH_x (n 係諸如 $4 \leq n \leq 6$ 之整數，且 x 係諸如 $1 \leq x \leq 2n+2$ 之整數) 表示之離子產生材料產生 $C_mH_y^+$ 離子 (m 係諸如 $4 \leq m \leq 6$ 之整數，且 y 係諸如 $1 \leq y \leq 2m+2$ 之整數)；及

將該等離子植入至晶圓中。

該離子產生材料可具有 C_4H_u (u 係諸如 $1 \leq u \leq 10$ 之整數)、 C_5H_v (v 係諸如 $1 \leq v \leq 10$ 之整數)、或 C_6H_w (w 係諸如 $1 \leq w \leq 10$ 之整數) 之相對豐度之峰為 20% 或以上的質量光譜。

該離子產生材料可為 C_6H_{12} 。

該離子產生材料可為 C_5H_8 。

該離子產生材料可為 C_4H_6 。

根據該離子植入方法，可產生 $C_4H_x^+$ 離子、 $C_5H_x^+$ 離子或 $C_6H_x^+$ 離子(x 為 1 或更大之整數) 及將其有效率地植入至晶圓中。

【實施方式】

圖 1 顯示根據本發明之一具體例之離子植入器 IM。在此圖中，Z 方向指示離子束之前進方向，X 方向指示藉以照射晶圓之離子束的縱向，及 Y 方向指示垂直於以上兩方向之

方向。此外，所說明之 X、Y 及 Z 軸分別對應於離子束於處理室內之前進方向等，及隨著離子束沿射束通道前進，個別的 X、Y 及 Z 軸可適當地改變。

於構成離子源 1 之離子源室 4 中產生之離子被提取電極系統 5 自離子源室 4 中提取出成為具有給定能量量值的離子束 3。如於相關技術之離子植入器中所熟知之提取電極系統 5 係由三個電極構成，即提取電極、限制電極、及接地電極。

已通過提取電極系統 5 之離子束 3 含有除待植入至晶圓 2(例如，矽晶圓)中之期望離子以外的離子。為自離子束 3 提取期望離子，使用質量分析電磁鐵 6 及分析狹縫 7 進行質量分析。由於離子束 3 中所含之大量離子的質量數彼此不同，因此在通過質量分析電磁鐵 6 後之離子束的離子通道會由於待由質量分析電磁鐵 6 所產生之磁場的不同而不同。因此，在質量分析電磁鐵 6 中，調整磁場，以致僅期望離子可通過分析狹縫 7。此處，於圖 1 中，為簡化說明，將除期望離子外之離子的射束通道省略。

於通過分析狹縫 7 後，藉由四極透鏡 8 調整離子束 3 之形狀，然後利用掃描器 9 掃描，以使其提供一方向中較長的帶狀離子束 3。於此情況中，採用電磁鐵作為掃描器。然而，另一選擇方式為可使用習知的靜電板來藉由電場掃描離子束 3。最後，藉由平行化裝置 10 調整離子束 3 之形狀，以使其外側具有平行形狀，且離子束 3 照射於設置在處理室

11 內之晶圓 2 上。

設置於處理室 11 內之晶圓 2 係，例如，藉由包括靜電夾盤之壓板支撐。壓板藉由傳動機構(未圖示)沿 Y 方向往復移動而穿越離子束 3，藉此將離子植入至晶圓 2 中。此處，如圖 1 所示，已通過掃描器 9 及平行化裝置 10 之離子束 3 的 X 方向尺寸較設置於處理室 11 內之晶圓 2 長。

在圖 1 所示之離子源室 4 內，舉例來說，離子係以如下方式產生。此將參照圖 2 說明於下。

離子源室 4 與用於將離子產生用氣體引入至離子源室 4 中之氣體引入通道 17 連接。氣體引入通道 17 經由質量流量控制器 18 連接至第一氣體供應源 13、第二氣體供應源 14 及第三氣體供應源 15。來自個別氣體源之氣體可藉由開關其之相關閥 16 而獨立地引入至離子源室 4 中。

於此具體例中，將 C_6H_{12} (環己烷)填充入第一氣體供應源 13 中，將 C_5H_8 (環戊烯)填充入第二氣體供應源 14 中，及將 C_4H_6 (丁二烯)填充入第三氣體供應源 15 中，作為用於產生 $C_4H_X^+$ 離子、 $C_5H_X^+$ 離子或 $C_6H_X^+$ 離子(X 為 1 或更大之整數)之材料。此等材料通常係於商業上銷售供工業用途用，且較專利參考文獻 1 中所使用之 $C_{14}H_{14}$ (聯苳)廉價。此外， $C_4H_X^+$ 離子、 $C_5H_X^+$ 離子或 $C_6H_X^+$ 離子(X 為 1 或更大之整數)可較 $C_{14}H_{14}$ (聯苳)更有效率地產生。

圖 3 至 6 顯示個別材料之質量光譜。關於圖 6 所示之

$C_{14}H_{14}$ (聯苳)的質量光譜，雖然 C_5H_X (X 為 1 或更大之整數)之相對豐度的峰稍低於 20%，但 C_4H_X (X 為 1 或更大之整數)及 C_6H_X (X 為 1 或更大之整數)之相對豐度的峰係低於 10%。另一方面，關於圖 3 所示之 C_6H_{12} (環己烷)的質量光譜， C_4H_X (X 為 1 或更大之整數)之相對豐度的峰為 100%， C_5H_X (X 為 1 或更大之整數)之相對豐度的峰為約 30%，及 C_6H_X (X 為 1 或更大之整數)之相對豐度的峰係大於 80%。此外，關於圖 4 所示之 C_5H_8 (環戊烯)的質量光譜， C_4H_X (X 為 1 或更大之整數)之相對豐度的峰係大於 20%，及 C_5H_X (X 為 1 或更大之整數)之相對豐度的峰為 100%。關於 C_4H_6 (丁二烯)之質量光譜， C_4H_X (X 為 1 或更大之整數)之相對豐度的峰係大於 90%。

如可由以上比較瞭解，由於使用 C_6H_{12} (環己烷)、 C_5H_8 (環戊烯)及 C_4H_6 (丁二烯)，因而當與專利參考文獻 1 中所使用之 $C_{14}H_{14}$ (聯苳)相比時， $C_4H_X^+$ 離子、 $C_5H_X^+$ 離子或 $C_6H_X^+$ 離子(X 為 1 或更大之整數)之產生效率可顯著地提高。

再次參照圖 2，第一及第二氣體供應源 13 及 14 各自包括加熱器 20。由於 C_6H_{12} (環己烷)及 C_5H_8 (環戊烯)在室溫下為液體，因而為將其經由氣體引入通道 17 引入至離子源室 4 中，必需將其蒸發。因此，其必需使用加熱器 20 加熱。

然而，此等液體材料所必需加熱達到的溫度係低於 $C_{14}H_{14}$ (聯苳)所必需加熱達到的溫度。其原因係 C_6H_{12} (環己烷)之沸

點為約 81°C 及 C_5H_8 (環戊烯)之沸點為約 44°C 。

因此，無需使用可加熱及蒸發 $\text{C}_{14}\text{H}_{14}$ (聯苳)之高溫類型的加熱器。亦於此方面，使用 C_6H_{12} (環己烷)及 C_5H_8 (環戊烯)作為離子產生材料可提供優勢。

由於填充於第三氣體供應源 15 中之 C_4H_6 (丁二烯)在室溫下為氣體，因此第三氣體供應源 15 不包括如同在第一及第二氣體供應源 13 及 14 中之該加熱器 20。

使用設置於離子源室 4 外部之電子槍 12，將電子 e 供應至自第一至第三氣體供應源 13 至 15 中之任一者引入至離子源室 4 中之氣體。此類型之電子槍 12 揭示於由專利參考文獻 1 所引述之先前技術參考文獻(美國專利 6686595)中，因此在此將其明確說明省略。簡言之，電子槍 12 包括用於產生電子 e 之燈絲及用於將由燈絲產生之電子 e 轉變為具有給定能量量值之電子 e 及將此電子 e 提取至離子源室 4 中之電極。在離子源室 4 外部設置射束截止器(beam dump)21。當自供應源(未圖示)供應之射束截止器 21 之電位高於離子源室 4 之電位時，由電極提取出之電子 e 將與射束截止器 21 碰撞並消失。相反地，當射束截止器 21 之電位低於離子源室 4 之電位時，由電極提取出之電子 e 將被射束截止器 21 反射。

於離子源室 4 外部設置一對永久磁鐵(未圖示)，以使其將離子源室 4 包圍於其間。永久磁鐵於離子源室 4 內在圖 2

中箭頭 B 所示之方向中產生磁場。

自電子槍 12 引入至離子源室 4 中之電子 e 於離子源室 4 內沿磁場移動且與經引入至離子源室 4 中之氣體碰撞。碰撞使氣體游離因而產生離子。然後藉由構成圖 1 所示之提取電極系統 5 之提取電極將於此處產生之離子自離子源室 4 之離子束提取埠 19 提取出成為離子束 3。簡要提及於此階段產生之離子束 3 中所含的離子，舉例來說，當使用 C_6H_{12} (環己烷)作為材料時，經由先前描述製程提取出之離子束 3 含有 $C_3H_5^+$ 、 $C_4H_7^+$ 、 $C_4H_8^+$ 、 $C_5H_9^+$ 、及 $C_6H_{11}^+$ 離子。

<其他修改>

在圖 2 之說明中，已描述將永久磁鐵設置於離子源室 4 外部的結構。然而，當離子源室 4 之容量小時，即使未設置該等永久磁鐵，電子 e 仍可到達離子源室 4 之內部，因此，無需特別提供永久磁鐵。

此外，於圖 2 中，已描述一種使用電子槍 12 將電子 e 引入至離子源室 4 中之系統。然而，替代此習知之伯那斯 (Bernas) 型離子源，亦可使用一種將燈絲設置於離子源室 4 之末端部分及加熱燈絲藉此排放電子的系統。或者亦可使用間接加熱型離子源替代伯那斯型離子源。

此外，於圖 2 中，至離子源室 4 之氣體引入埠的數目為一，但此非限制性。舉例來說，至離子源室 4 之氣體引入埠的數目可為三，及分別來自個別氣體供應源之氣體可通過其之個

別通道，且可自其個別的氣體引入埠引入至離子源室 4 中。於此情況中，為可個別地控制待自個別的氣體供應源供應之氣體的流動量，亦可設置分別對應於三個氣體供應源的三個質量流量控制器 18。另一方面，氣體供應源的數目不需為三個，反之，氣體供應源的數目可為一或多個。

在以上具體例中，使用 C_6H_{12} (環己烷)、 C_5H_8 (環戊烯) 及 C_4H_6 (丁二烯) 作為用於產生離子之材料。然而，本發明不受限於此。舉例來說，使用 C_nH_x (n 係諸如 $4 \leq n \leq 6$ 之整數，且 x 係諸如 $1 \leq x \leq 2n+2$ 之整數) 作為材料，可產生 $C_mH_y^+$ 離子 (m 係諸如 $4 \leq m \leq 6$ 之整數，且 y 係諸如 $1 \leq y \leq 2m+2$ 之整數)。此處使用之 n 及 m 之值可相等或不等。此外，類似地， x 及 y 可相等或不等。

此外，在此情況中，可選擇該材料，以致在其質量光譜中， C_4H_X 、 C_5H_X 或 C_6H_X (X 為 1 或更大之整數) 之相對豐度為 20% 或以上。於此材料中， $C_4H_X^+$ 離子、 $C_5H_X^+$ 離子或 $C_6H_X^+$ 離子 (X 為 1 或更大之整數) 可較專利參考文獻 1 中所使用之 $C_{14}H_{14}$ 更有效率地產生。

雖然已描述特定具體例，但此等具體例僅經由實例呈現，且不欲限制本發明之範疇。實際上，文中描述之新穎方法可以各種其他形式具體實施；此外，可不脫離本發明之精神而對文中說明之方法形式進行各種省略、替代及變化。隨附申請專利範圍及其等效物意欲涵蓋將歸屬於本發明之範疇及

精神內之該等形式或修改。

【圖式簡單說明】

圖 1 係顯示根據本發明之一具體例之離子植入器之平面圖。

圖 2 係顯示如何於離子源室中產生離子之示意圖。

圖 3 顯示 C_6H_{12} 之質量光譜。

圖 4 顯示 C_5H_8 之質量光譜。

圖 5 顯示 C_4H_6 之質量光譜。

圖 6 顯示 $C_{14}H_{14}$ 之質量光譜。

【主要元件符號說明】

- 1 離子源
- 2 晶圓
- 3 離子束
- 4 離子源室
- 5 提取電極系統
- 6 質量分析電磁鐵
- 7 分析狹縫
- 8 四極透鏡
- 9 掃描器
- 10 平行化裝置
- 11 處理室
- 12 電子槍

13	第一氣體供應源
14	第二氣體供應源
15	第三氣體供應源
16	閥
17	氣體引入通道
18	質量流量控制器
19	離子束提取埠
20	加熱器
21	射束截止器

七、申請專利範圍：

1.一種植入 C_4 - C_6 碳分子離子之方法，包括：

使用由 C_nH_x (n 係 $4 \leq n \leq 6$ 之整數，且 x 係 $1 \leq x \leq 2n+2$ 之整數) 表示之離子產生材料產生 $C_mH_y^+$ 離子 (m 係 $4 \leq m \leq 6$ 之整數，且 y 係 $1 \leq y \leq 2m+2$ 之整數)，

其中，該離子產生材料係被離子化且具有 C_4H_u (u 係 $1 \leq u \leq 10$ 之整數)、 C_5H_v (v 係 $1 \leq v \leq 10$ 之整數)、或 C_6H_w (w 係 $1 \leq w \leq 10$ 之整數) 之相對豐度之峰為 20% 或以上的質量光譜，及

其中，該離子產生材料之沸點為 81°C 或以下；及

藉由質量分析將該等具有相對豐度 20% 或以上之 C_4H_u 、 C_5H_v 或 C_6H_w 離子植入至晶圓中。

2.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該離子產生材料為 C_6H_{12} 。

3.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該離子產生材料為 C_5H_8 。

4.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該離子產生材料為 C_4H_6 。

5.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中，該離子產生材料係選擇性地經由一第一氣體供應源、一第二氣體供應源及一第三氣體供應源中任一者之一共同路徑而供應。

八、圖式：

1/6

圖1

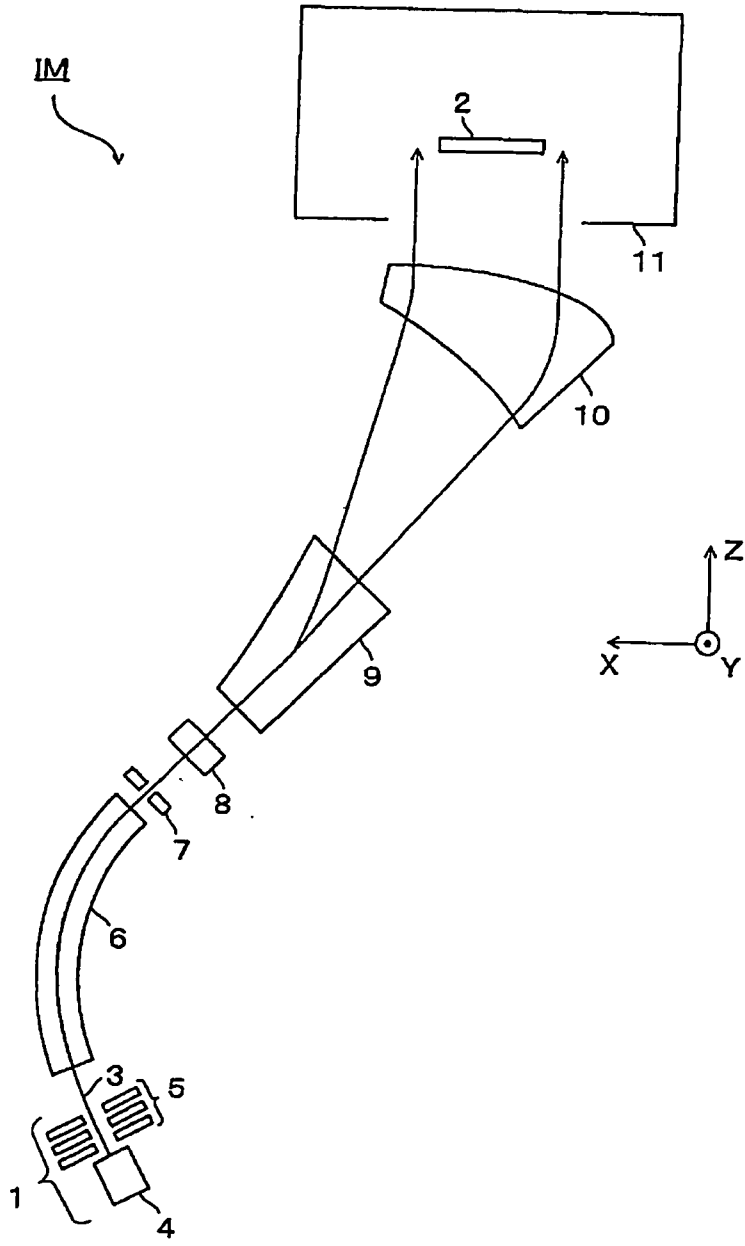
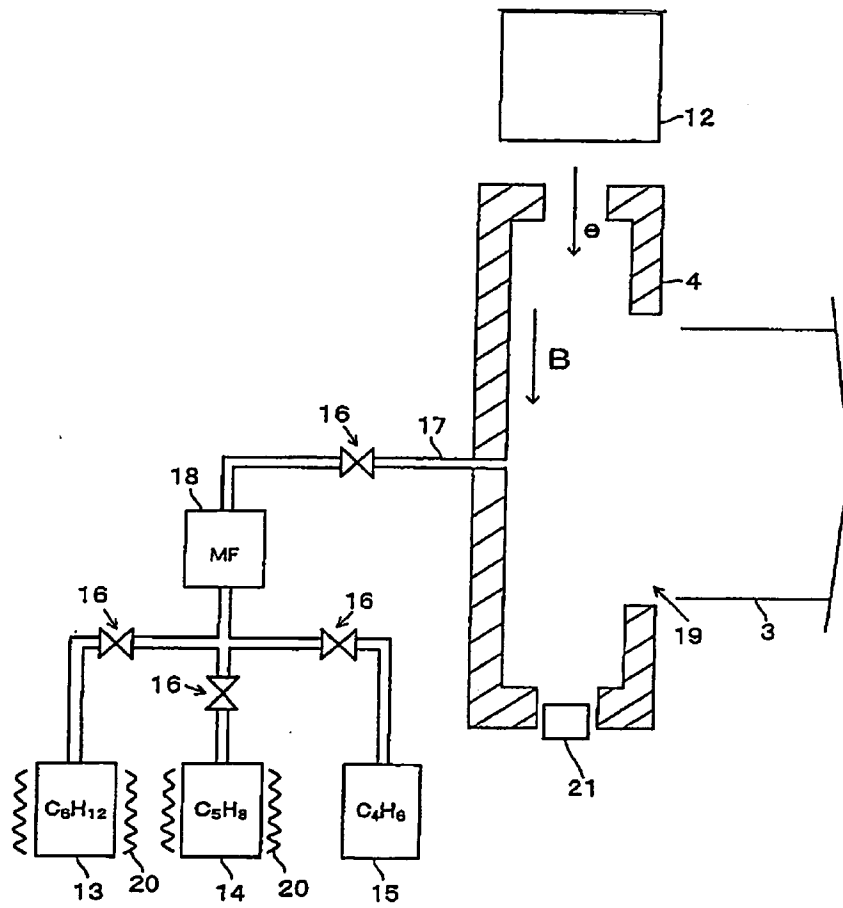
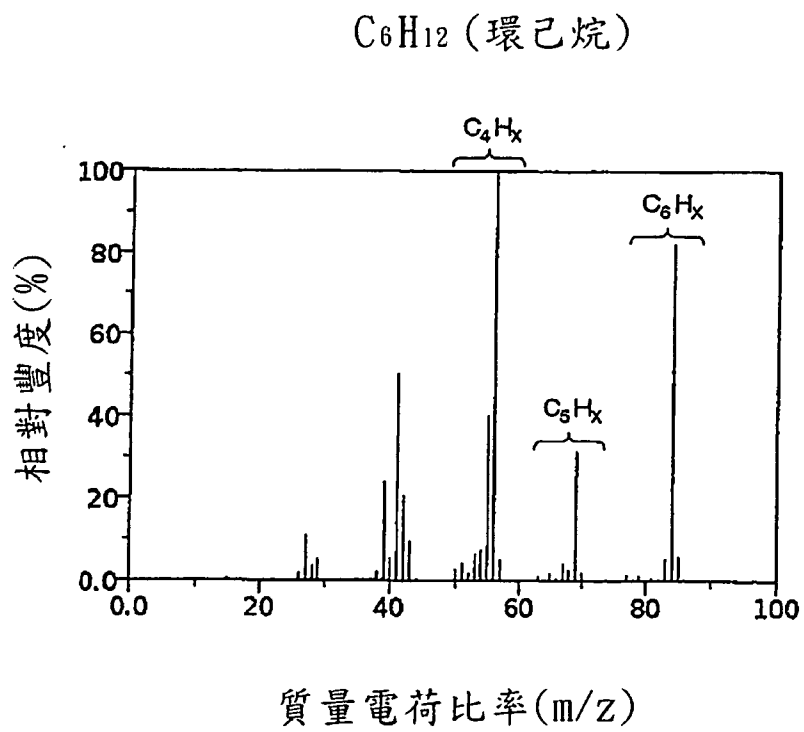


圖 2



3/6

圖3



4/6

圖 4

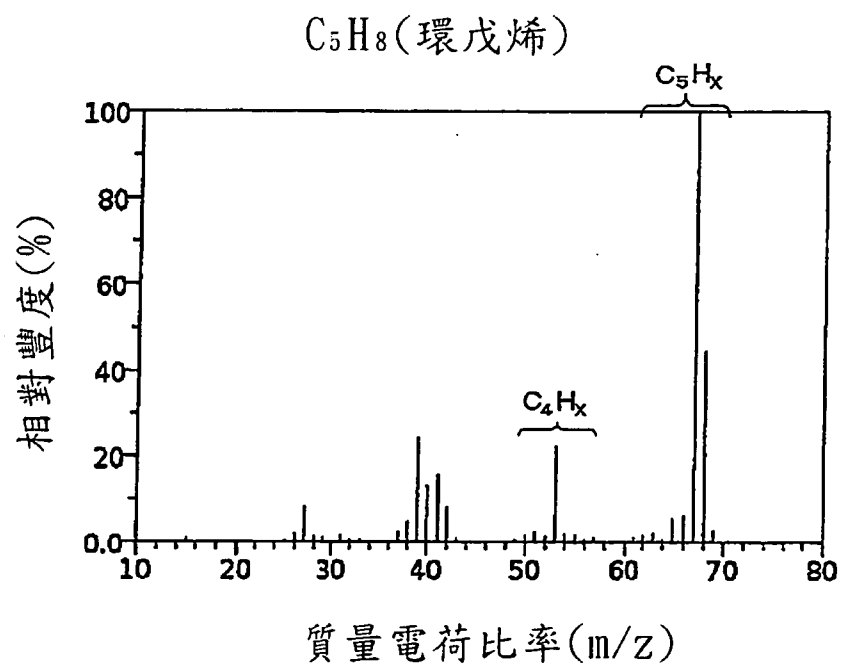
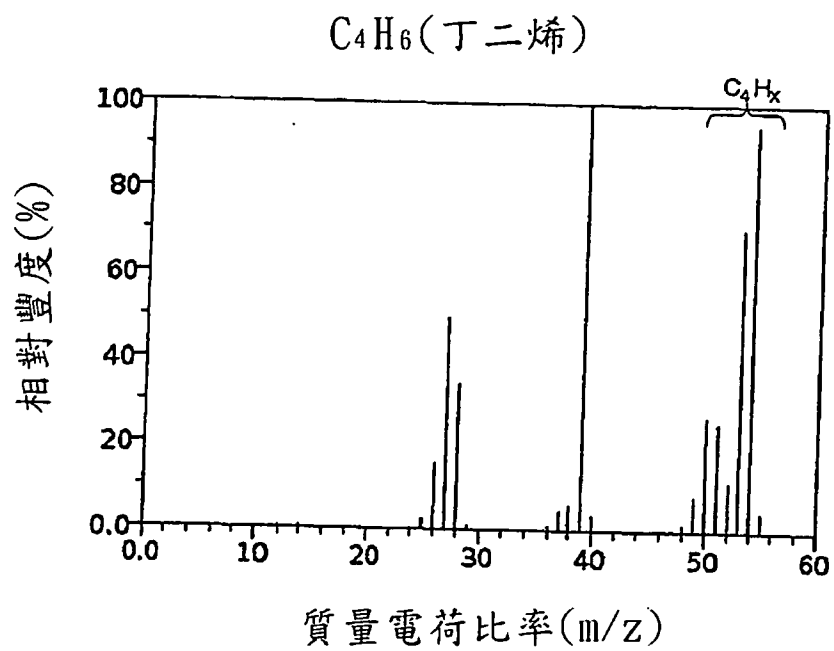


圖5



6/6

圖 6

