

公告本

申請日期：91. 9. 27	IPC分類
申請案號：91122310	H01L 21/324

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

571368

一、發明名稱	中文	材料基質中植入階段之特徵化方法
	英文	A method of characterizing a step of implanting in a material substrate
二、發明人 (共2人)	姓名 (中文)	1. 克里斯多夫 2. 史瓦特
	姓名 (英文)	1. MALEVILLE Christophe 2. SCHWARZENBACH Walter
	國籍 (中英文)	1. 法國 FR 2. 法國 FR
	住居所 (中文)	1. 法國拉塔瑞市夏堤路90號 2. 法國納薩爾市摩拉路19號
	住居所 (英文)	1. 90 Rue du Chateau - 38660 La Terrasse, France 2. 19 Chemin du Mollard - 38330 St Nazaire Les Eymes, France
三、申請人 (共1人)	名稱或姓名 (中文)	1. 法商斯歐埃技術公司
	名稱或姓名 (英文)	1. S.O.I. TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES
	國籍 (中英文)	1. 法國 FR
	住居所 (營業所) (中文)	1. 法國伯尼市方頓科技園區 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1. Parc Technologique des Fontaines, Chemin des Franques, 38190 BERNIN / FRANCE
	代表人 (中文)	1. 歐安嘉
	代表人 (英文)	1. Dr. AUBERTON-HERVE Andre-Jacques



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

法國 FR

2001/09/28 0112507

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)

發明領域

本發明是有關於材料基質所承受處理之作業。

更準確而言，本發明是有關於將至少一種物質(離子)之劑量植入於基質之方法。

5 發明背景

其所說明的是此基質可以尤其是由例如矽之半導體材料所構成。

其亦說明所使用“物質”(species)代表植入於基質之任何形式之離子或原子。如同在以下本發明較佳實施例中
10 說明，此物質可以例如是氫離子 H^+ 及 / 或氫原子 H 。

舉例說明，將物質(離子或原子)植入於材料基質中的方法為，將該基質表面暴露於該等物質之轟擊。

作為與此轟擊有關能量之函數，且作為被植入物質之性質之函數，該物質被植入於基質的塊中所具有的分佈，
15 其在給定的深度呈現明顯的最大濃度。此對於在基質中給定深度所植入之物質建立最大濃度。

對於任何給定之材料可以藉由控制植入能量而改變此植入步驟。

作為執行此種植入步驟方法之例子是 SMARTCUT® 方法，其在專利文件 FR-2 681 472 中以一般術語說明。
20

在 SMARTCUT® 方法中，此植入步驟是用於界定在基質(其由例如是單晶矽之半導體材料製成)中弱的平面。

此方法中隨後的步驟是裂開(cleaving)步驟，用於使由此植入物質層所界定之弱的平面至少部份破裂。

五、發明說明(2)

因此在此 SMARTCUT®式方法的例子中，此植入步驟界定弱平面作為植入特徵(並尤其是植入劑量)之函數，可以或多或少地容易達成裂開。

此外，此植入至某種程度決定在裂開後此晶圓表面之
5 粗糙程度。

因此，在 SMARTCUT®方法之上下文中可以看出，令人期望能夠突顯植入於材料基質中物質之劑量。

此亦須要應用於其他說明書中物質之植入。

通常，因此令人期望能夠突顯植入之兩個重要參數，
10 即：

- 植入於基質中物質之劑量；
- 在該基質之表面上不同點，在基質中植入之均勻性。

而所熟知的方法與裝置提供對此須求至少部份的回
15 應。

因此，所知方法之第一型式在於在原位(in situ)執行測量，即，在植入期間即時地(real time)測量被植入物質之劑量。

在此方面，專利文件 US-4 743 767 揭示裝置用於測量
20 代表植入之電流。

在該專利中所執行的方法是根據對所想要植入基質之帶電粒子射束所實施之電性測量。

該方法之第一缺點為它無法使得可能電性測量可能植入於基質中之電性中性物質。不幸的是，即使當所植入的

五、發明說明(3)

物質原來帶電(例如 H^+ 離子)，至少一些物質可以與存在於植入室中殘剩的元素產生碰撞(例如氧或氮原子及／或分子)並且失去電荷。

此種已經變成電性中和的物質然而可以保持足夠的能量而成為植入於基質中，且以上提到的方法無法使它們列入考慮。

同樣的，該方法無法使其能夠以代表的方式考慮到電荷以某種方式轉換之物質。

這例如適用於 H_2^+ 離子之例子，其所具有質量除以電荷之比例為 H^+ 離子之質量除以電荷之比例之兩倍，而此種方法將 H_2^+ 離子各算為單一離子，然而其所植入之實際劑量是後者之兩倍。

此外，此種方法無法特徵化植入之均勻一致性。

亦存在有原位測量方法，其建議對上述之一些缺點之改善減輕。

例如，美國專利文件案號 US-4 751 393 說明一種方法能夠被內插點測量以便提供關於植入均勻性之至少部份資訊。

此外，美國專利文件案號 US 5 998 798 建議藉由補償而將缺乏中性粒子之測量作某種程度之緩和減輕。

然而，此種嘗試只解決關於在即時測量方法之上述諸缺點之一。

此外，所提供之響應並非完美(僅為用於均勻性之內插，以及用於測量中性粒子離位補償——而不是直接測量

五、發明說明 (4)

此種中性粒子之植入)。

此種已知方法之第二種型式在於離位(ex situ)測量植入之特徵，即，在已經實施植入步驟之後測量。

該型式之第一方法在於植入之後實施退火，而控制退火參數以便將植入之材料“固定”於基質之結構中。

在此種退火之後，除所植入之基質以電性方式特徵化，以測量所植入物質之劑量。

此種型式方法重要的限制在於，它不適用於測量例如是氫(或實際是氘)輕重量物質之植入劑量。

10 此種限制對於借助於例如氫的輕的離子以特徵化植入尤其不利，其對應於 SMARTCUT®型式方法之較佳實施例。

在第二種方法中是在離位作測量，此被植入基質的表面層是以光學的方式突顯。

15 美國專利文件案號 US 5 834 364 與 US 4 807 994 揭示此方法之例。

然而，在該例中，此方法適用於測量具有例如磷或硼之重離子之植入，且不適用於測量具有例如氫之輕離子之植入。

20 此外，執行該方法須要(THERMAPROBE®型式之)特殊設備。

美國專利文件案號 US 4 807 994 亦受限於測量植入之均勻性。此外，該文件所揭示之方法受限於相當小的植入劑量，而在 SMARTCUT®型式之方法中所使用之植入劑量

五、發明說明 (5)

是典型大於每平方公分(cm^2) 10^{16} 個原子。

在第三種離位的測量方法中，其為人所知是分析對著先前被植入基質所發出高能量粒子之單能量射束之反射部份，以便建立在基質表面層中植入之輪廓分佈。

- 5 有關於此種方法之說明可以在由 Scott M. Baumann 所著由 Charles Evens & Associates, 810 Kifer Road, Sunnyvale, California, USA 所出版之論文“Rutherford backscattering spectrometry (RBS)”中找到。

10 此種方法之第一限制為它不適合用於特徵化植入之均勻性。

為了如此作將必須進行多個點至點(point-by-point)測量，這將是麻煩且昂貴的。

此外，以該方法所能特徵化基質層之厚度是有限的。

15 最後，由該方法之型式所獲得測量的準確度不比在5%內更佳，這在某些應用中是不夠的。

最後，第四種離位測量方法在於使用能量射束以蝕刻經植入基質之表面，並且然後徹底分析蝕刻之基質。

此種方法為人所知為第二離子質譜測定法(mass spectrometry)。

20 此種型式方法之第一缺點為它亦不適合特徵化植入之均勻性。

此外，此方法之執行是非常昂貴的。

因此可以看出雖然確實存在各種方法而使得能夠至某程度用以特徵化所植入物質的劑量或植入之均勻性，然而

五、發明說明 (6)

仍然須要快速且簡單的方法使得可以同時特徵化此兩者且可避免上述之缺點。

其茲說明它已經可顯示此植入步驟之各種參數對於經植入之基質結構之影響。

5 因此有由 L.J. Huang 等人所著之論文 “Model for blistering of hydrogen implanted silicon and its application to silicon-on-quartz” (電子化學學會之第 8 屆矽半導體國際討論會之會議記錄(1998 年 5 月 4-8 日, 卷 98-1, 第 1373-1384 頁))。

10 然而, 該論文僅觀察到在植入後基質上所造成的效應是為各種不同植入參數之函數。

該論文在任何情況下均未建議作相反之動作, 即, 使用所觀察之合成效應以特徵化所植入之劑量。

而且應察覺當特徵化植入劑量時, 該論文揭示一種方法以觀察植入之基質其實施是相當麻煩的 (透射電子式顯微鏡(TEM)型式之觀察其嘗試經由基質的深度提供其截面之影像)。

15

亦知有其他文件甚至某些程度特徵化植入劑量對所植入基質特徵之影響。

20 作為舉例而提到 Shiettekatte 等人之論文 “Dose and implantation temperature influence extended defects nucleation in c-Si”, 物理研究中核子儀器與方法, 第 B 節: beam interactions with materials and atoms, North-Holland Publishing Company, 卷 164-165, 2000 年 4 月曆

五、發明說明(7)

2000-04)，第 425-430 頁)。

然而在該例中此論文僅只觀察到在各種植入參數中變化結果之效應，但並未建議使用此種觀察用於特徵化植入參數本身。

- 5 此外，該方法是 TEM 式同樣是相當昂貴，它被使用以觀察經植入之基質：在該論文之上下文中觀察到埋入於基質厚度中“延伸的缺陷”。

最後應注意此論文特徵化植入溫度之影響，而未以任何方式集中討論植入劑量之影響。

- 10 茲提到 Da Silva 等人的論文“The effects of implantation temperature on He bubble formation in silicon”物理研究中核子儀器與方法，第 B 節：beam interactions with materials and atoms, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, NL, 卷 175-177，2001 年 4 月(2001-04)第 335-
15 339 頁。

在該論文中亦未建議使用所執行的觀察以特徵化植入之劑量。

在該例中由於是 TEM 或 RBS 型式，使用此方法以觀察所植入基質之內部深入結構是昂貴的。

- 20 此外，該論文僅集中注意於植入溫度之影響，但未考慮到與劑量有關的方面。

茲應注意在該論文之上下文中基質所受到的退火是快速熱退火(RTA：Rapid Thermal Annealing)式的退火，因此，如同在本發明以下的內容中說明，令人期望避免太高

五、發明說明（8）

的退火溫度。

因此可以看出上述之文件其尋求觀察在經植入步驟各種特徵之影響並不能滿足上述之需求。

本發明之目的是滿足該需求。

5 發明概述

為達此目的，本發明提供一種方法以離位(ex situ)特徵化在基質中至少一種物質之植入劑量，此方法之特徵為包括以下步驟：

- 退火步驟用於造成在經植入的基質中的物起泡；
- 10 ● 步驟用於在基質的表面上取得影像；以及
- 影像處理步驟；

所植入劑量之特徵是由影像處理步驟導出。

本發明方法之較佳但非限制之特徵如下：

- 該植入劑量之特徵為定量特徵；
- 15 ● 在影像處理步驟期間，分析此浮泡之密度與大小；
- 在影像處理步驟期間計算浮泡之面積；
- 在此退火步驟以及取得影像之前，浮泡之密度係作為植入劑量之函數而被測定；
- 20 ● 所植入劑量之測量是由浮泡密度參數導出；
- 使用所植入劑量測量以建立用於植入器之補償因數；
- 該植入劑量特徵為定性特徵；
- 植入劑量特徵包括特徵化在基質上植入劑量之空

五、發明說明 (9)

間均勻性；

- 在基質不同的位置上實施不同浮泡測量，以便獲得在基質表面上劑量之空間分佈；
 - 在多個基質上實施該測量，其在相同的條件下以
- 5 個別不同的方向承受經歷退火步驟，以便考慮到在退火步驟期間之局部溫度效應；
- 所植入之物質是氫或氦；
 - 此基質是由半導體材料製成；以及
 - 該材料是單晶矽。

- 10 本發明其他的觀點、目的與優點將由閱讀以下本發明實施例之說明，並參考所附圖式而獲得更佳的瞭解。

圖式之簡單說明

- 15 第 1 圖顯示先前被植入之相同基質表面之四個連續圖式，此四個圖式對應於根據本發明所實施退火的四個階段，因此形成時間序列說明在退火期間基質表面面貌如何改變；

第 2 圖為圖式顯示由退火所產生浮泡之密度如何作為退火期間為函數而變化；

- 20 第 3 圖為圖示其顯示本發明應用之效應，其在於以根據本發明所實施植入劑量測量為基礎而建立植入器補償因數；以及

第 4 圖為圖示顯示在各種不同測量方向中在晶圓表面上浮泡密度之空間分佈之測量的結果。

五、發明說明（10）

發明詳細說明

本發明所特徵化之方法是離位特徵化方法，即，它使得能夠將在基質中已經執行之植入步驟用以下說明之各種參數為特徵。

- 5 更精確而言，如同以下說明，本發明的方法使得可能特徵化植入劑量。

此特徵可以是定量的及／或定性的。

使用“定量特徵”此名詞以表示決定所植入劑量之值。

- 10 使用“定性特徵”此名詞以特徵化在基質中所植入劑量之三、四次均勻性：此第二形式之特徵因此集中於辨識基質之區域其所接收單位面積之劑量是大於或小於由此基質所接收之平均劑量。

- 15 使用“植入器”此名詞以表示用於植入此基質所使用之裝置。它可以是任何已知形式之植入器。

如同上述在本發明之較佳實施例中，此基質是由例如單晶矽之半導體材料構成，而所植入之物質是氮。

然而，基質材料與所植入之物質可以不同，例如可以以此方式特徵化植入具有氮之矽基質。

- 20 因此以已經被植入之基質開始，本發明之特徵化方法包括以下主要步驟：

- 退火步驟用於造成物質在此植入基質中起泡；
- 步驟以獲得基質表面之影像；以及
- 處理此影像之步驟。

五、發明說明（11）

在所控制之溫度與期間實施退火步驟，以致於造成在基質的表面區域中形成氫的浮泡。

由第 1 圖說明在此經植入基質上此種退火之效應，其中此四個連續圖示顯示此經植入基質(1A)的表面外表如何改變，而隨著退火期間在基質表面出現浮泡(隨著退火發生接連著 1B 與 1C)，一直到此“起泡”的現象實際上完成(1D)的狀態為止。

此在第 1 圖中所顯示效應之退火是在 44°C 中溫度實施。

然而，此例之溫度並不具有限制性。其僅說明對應於本發明較佳實施例中良好妥協之值。

須要界定此退火溫度以便可以同時執行以下：

- 此退火溫度足夠地高以促使起泡（其須要某種熱預算）（該預算在實質上取決於退火之溫度與期間）；以及
- 迴水溫度避免超過上限值，在此值以上之熱預算為過度，造成在起泡期間所形成之某些浮泡破裂，而會妨礙實施良好之特徵。

藉由控制退火溫度與期間參數，而可以造成所植入之氫或多或少地起泡（同時確保此等泡沫不會破裂）。

第 2 圖顯示基質單位面積泡沫密度之參數代表（沿著縱座標繪製）如何以退火期間（沿著橫座標繪製）為函數改變，而退火在特定的溫度發生。

明確而言，此圖是關於與第 1 圖中所顯示效應之退火

五、發明說明 (12)

相同的退火。

此密度參數是藉由處理在退火後基質表面之影像而獲得，而此影像是藉由例如電荷耦合裝置(CCD)感測器之裝置而取得。此參數典型地與對應於顯微鏡觀看領域中起泡

5 面積之像素數目有關。

此密度參數尤其是與以下的因素有關：

- 於處理影微鏡中所用之鑑別臨界；
- 影像之大小與定義；
- 退火之期間與溫度；以及
- 10 ● 實際植入於基質中氫的劑量。

對於那些可以被控制的參數（即，除了植入劑量以外的參數）界定其操作值，並使用所產生之密度值以決定植入劑量。

為了計算實際植入之劑量，在一開始實施測定以建立在浮泡密度參數與實際劑量之間之關係（使用參考植入器並在參考條件下）。

此測定是藉由根據本發明將先前以已知劑量植入之基質承受經歷退火而實施，並且然後特徵化其起泡面積。

如同以下參考第 4 圖詳細說明，亦可能分析浮泡密度之空間分佈以便突顯此植入之均勻一致。

再回到此等可以控制參數之定義，一個重要的參數是退火期間。

第 2 圖顯示：

- 對於短的退火期間（在此圖中少於 5 分鐘），無

五、發明說明 (13)

法產生起泡效應；

- 存有中間期間範圍（在此圖中為 5 分鐘至 15 分鐘的範圍內），在此範圍以上則產生浮泡而隨著時間增加；以及
- 5 ● 超過了某個退火期間（在圖中大約 15 分鐘至 20 分鐘），可以觀察到浮泡“飽和”並且不再增加。

在本發明之內容中較佳以此方式選擇退火期間（當然作為其溫度之函數）使得良好地產生浮泡，並且到達恰在
10 飽和之前的階段（因此在第 2 圖之例子中大約 15 分鐘）。

首先須要避免太短之退火：

- 重要的是具有良好產生之浮泡以便能夠作有用的測量—此由第 2 圖可以看出此須要最小的期間；
- 15 以及
- 太短的退火期間將基質曝露於退火爐中局部的溫度效應（冷／熱點．．．），且此等效應可以藉由延長退火而克服。

然而其次令人期望要避免將退火延長超過用於飽和所
20 須的時間：

- 這是由於此事實：過度地延長退火會冒險促使在基質表面所形成的某些浮泡破裂。

此外，具有一些破裂浮泡之經植入之基質表面是難以特徵化，因為要在已破裂浮泡、未破裂浮泡以及基質背景

五、發明說明 (14)

之間作視覺區別是困難的。

因此良好調整之退火期間是足夠地長以確保浮泡良好地產生，但尚未超過飽和期間。

在本發明之特殊應用中，藉由處理經退火基質之影像
5 而實施氬劑量測量，以便決定須要施加於各種植入器之補償因素。

當以工業之規模實施植入時，可能須要使用多個不同的植入器（即使它們均為相同的設計）以同時平行地植入基質。

10 令人期望地是在給與各植入器之單一參考值之基礎上控制各種植入器之操作。

不幸的是接收相同參考值之兩種不同之植入器（即，被命令植入相同劑量），在事實上可能植入不同的劑量，即使它們均以相同的方式設計。

15 典型地是觀察到可能大約 5% 之差異。

因此須要選擇參考植入器並將補償因數給與各其他之植入器，因此藉由將共同的參考值乘以補償因數而使得能夠對各植入器個別地調整參考值，以致於此等植入器實際上植入相同的劑量。

20 因此補償因數是接近於 1，且它典型地可能降至大約 0.9 之低的值。此界定補償因數之作業可以稱為"平衡"。

第 3 圖顯示由兩個不同的植入器實際上所植入劑量之測量(此劑量是根據本發明測量)而使用相同的退火。

更正確而言，對於各植入器所測量在平衡之前之劑量

五、發明說明 (15)

是在第 3 圖中左手邊兩個測量，且在平衡後之劑量是在圖中右手邊的兩個測量。

此縱座標所界定密度零數是代表經植入之劑量。

可以看出在平衡之前，在由兩個各別植入器所實施植入作業之間在密度參數中有重大之差異：此參數對於第 1 號植入器之值為 20,000，而其對於第 2 號植入器之值為 24,000。

此在密度參數中大的差異對應於由此兩個植入器所實際植入劑量中 10%之差異。

10 因此，密度參數對於劑量之變化是非常敏感，因此使它能够偵測出小的變化。

在第 3 圖的例中可以輕易地偵測到 1%之差異。

這使得可以使用第 2 號植入器作為參考植入器而界定用於第 1 號植入器之補償因數。

15 在第 3 圖的右手邊顯示在應用補償因數之後(在將給予第 1 號植入器之參考值被該補償因數相乘之後)，兩個補償器的確植入相同劑量。

應可觀察到本發明之方法因此使得可以將植入劑量之準確度確定於大約 1%之中或更佳，其構成對已知方法之

20 重大改進。

本發明的方法因此提供優點，其使得能夠以大的準確度而決定所植入劑量。

本發明另外的優點是它的執行簡單。

尤其是對此經植入基質的觀察是關於表面影像之觀

五、發明說明 (16)

察，其可以使用標準的 CCD 式的感測器裝置實施。

這相較於習知技術構成另外的差異，因為習知技術所使用的裝置通常是昂貴且複雜以便在經植入的基質上實施(這些觀察通常是經由基質的厚度而實施)。

- 5 第 4 圖顯示另外的方法使用經測量之密度參數，用於特徵化在基質表面上所植入劑量均勻性的目的。

此項應用可以與以上所說明的配置組合。

- 第 4 圖顯示對於整個基質實際植入劑量之測量，且使用如同以上說明之本發明而測量，其顯示在 12 點至 2 點
10 之區域中植入不足。

此測量是在退火期間由基質局部吸收熱之熱預算之函數。因此它取決於在退火爐中溫度之均勻一致。

為了補償在退火爐中可能缺乏溫度的均勻一，而可以使基質在退火期間轉旋。

- 15 亦可以在多相同的基質上(其在相同的植入器(或由數個對彼此適當補償之植入器，請參考以上之說明)中在相同的條件下被植入)實施退火。

- 在此種情況下，退火是在多個相同的基質上實施，各基質在退火爐中被給予不同的方向以便克服局部溫度效
20 應。

例如，為了克服由第 4 圖所顯示；直幅射效應，此等基質應以角度方向設置，其規律地分佈於 0° 至 360° 的範圍。

此等測量是在於退火爐中不同定向之相同基質上實

五、發明說明 (17)

施，且然後將此等測量平均。

通常，當觀察顯示局部異常之劑量空間分佈之個別測量時，是合適以確定是否此異常是由於退火，而藉由將此等相同的基質在所給定的退火爐中作適當的分佈以克服局部的溫度效應，並且然後此等在基質上之測量平均。

一旦應用此種技術以防止在退火爐中局部效應，則可以獲得在基質的區域上所植入劑量之整個瞭解，並且因此特徵化植入之均勻一致性。

本發明因此提供一種簡單且便宜的方法用以特徵化植入(植入時間、影像之擷取，再加上藉由影像處理之分析總共須要少於2小時)。

本發明不須要特殊設備，且無須對所植入任何形式之基質作特殊的調整而實施。

四、中文發明摘要(發明之名稱:

材料基質中植入階段之特徵化方法)

本發明提供一種方法，該方法用於離位(ex situ)植入基質至少一物質之劑量，其特徵為包括以下步驟：

- 退火步驟用以造成此等植入於基質中之物質起泡；
- 取得基質表面影像之步驟；以及
- 影像處理步驟；

可由影像處理步驟導出植入劑量特徵。

英文發明摘要(發明之名稱:

A METHOD OF CHARACTERIZING A STEP OF IMPLANTING IN A MATERIAL SUBSTRATE)

A B S T R A C T

The invention provides a method of ex situ characterization of the implanted dose of at least one species in a substrate, the method being characterized in that it comprises:

- an annealing step for causing the species to blister in the implanted substrate;
 - a step of acquiring an image of the surface of the substrate; and
 - a step of processing the image;
- implantation dose characteristics being deduced from the image processing step.

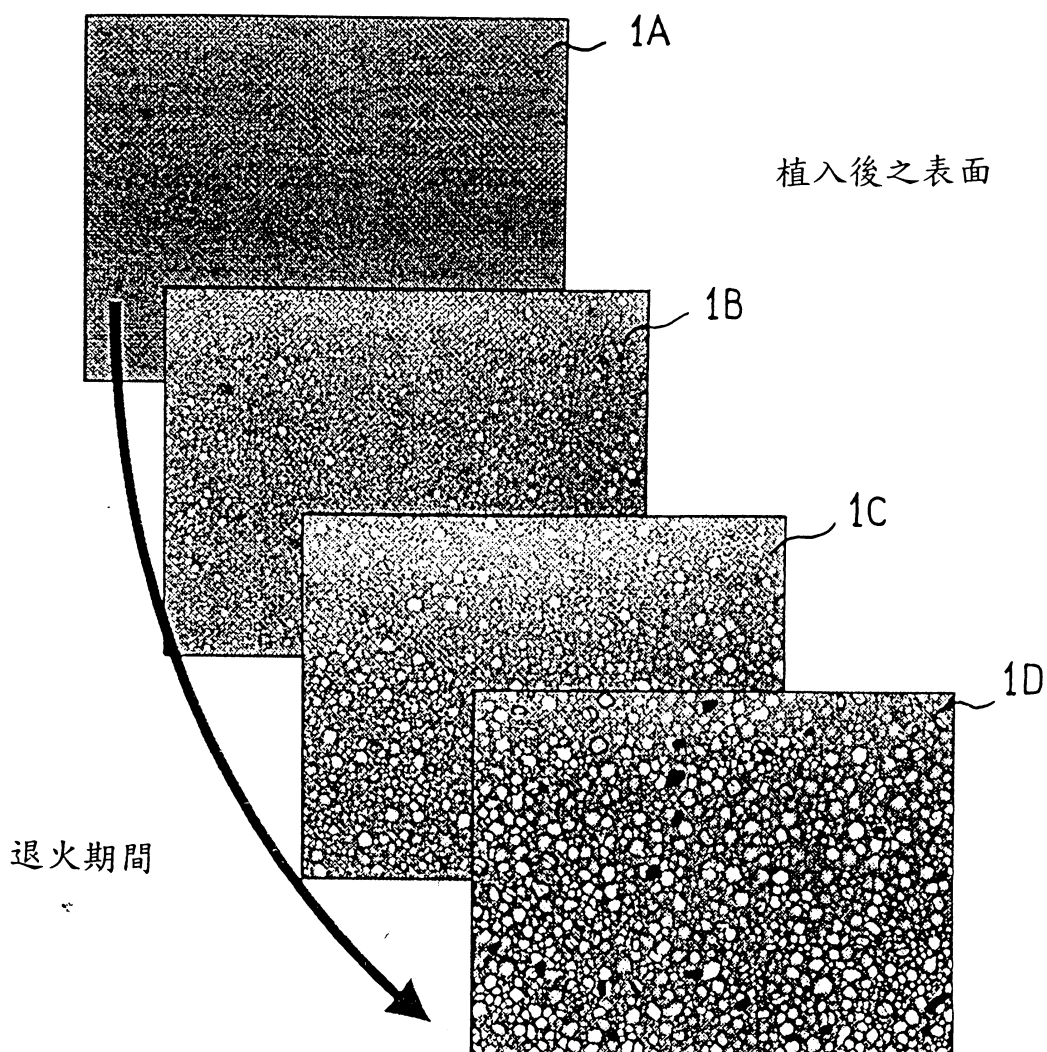


圖 1

浮泡密度(單位面積)

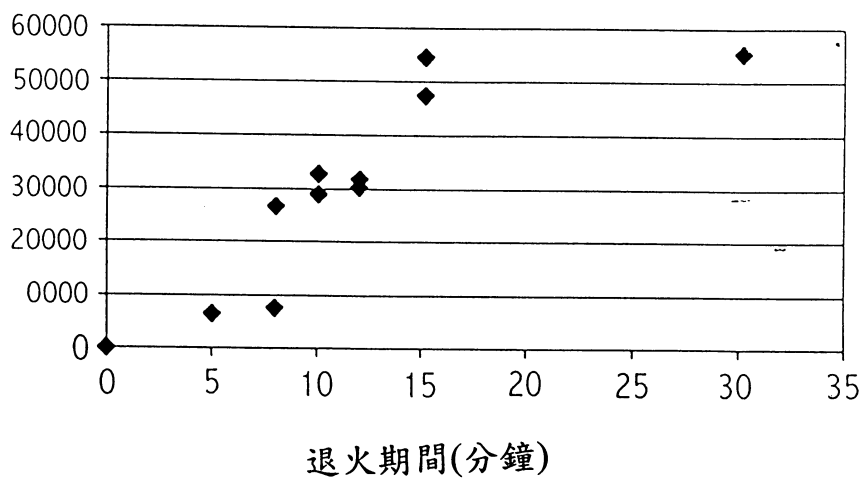


圖 2

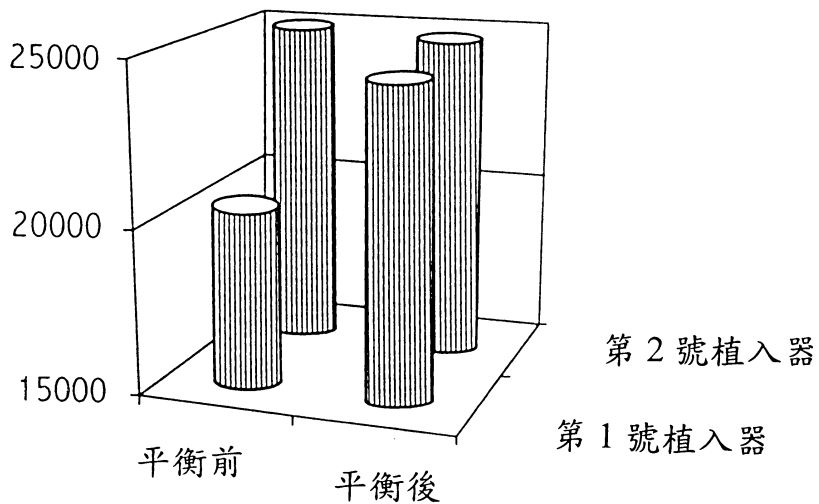


圖 3

在各弧口方向中之浮泡密度

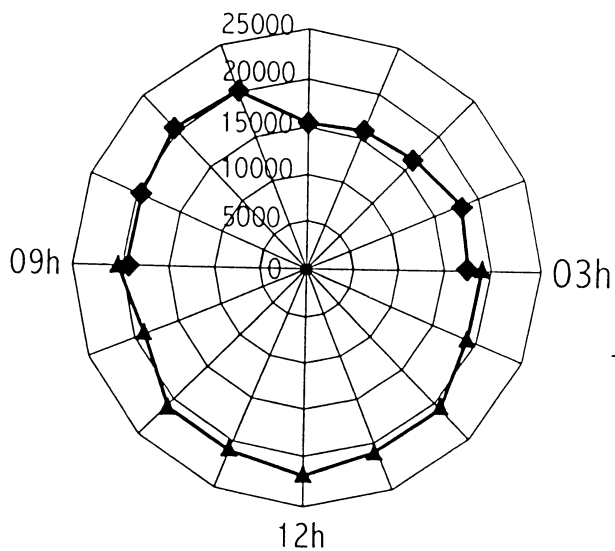


圖 4

六、申請專利範圍

專利申請案第 91122310 號
ROC Patent Appln. No.91122310
修正後無劃線中文申請專利範圍修正本 - 附件(一)
Amended Claims in Chinese - Encl.(I)
(民國 92 年 10 月 28 日送呈)
(Submitted on October 28, 2003)

1. 一種於離位特徵化植入於基質中至少一物質之劑量之方法，其特徵為包括以下步驟：
 - 退火步驟用以造成此等植入於基質中之物質起泡；
 - 取得基質表面影像之步驟；以及
 - 影像處理步驟；可由影像處理步驟導出植入劑量特徵。
2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該植入劑量之特徵為定量特徵。
3. 如申請專利範圍第 2 項之方法，其中在影像處理步驟期間，分析此等浮泡之密度與大小。
4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中在影像處理步驟期間，計算浮泡面積。
5. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之方法，其中在退火與取得影像步驟之前，測定浮泡之密度作為植入劑量之函數。
6. 如申請專利範圍第 5 項之方法，其中所植入劑量之測量是由浮泡密度參數導出。
7. 如申請專利範圍第 6 項之方法，其中使用此所植入劑量之測量以建立用於植入器之補償因數。
8. 如申請專利範圍第 1 至 4 項中任一項之方法，其中該等植入劑量特徵為定性特徵。

六、申請專利範圍

9. 如申請專利範圍第 8 項之方法，其中植入劑量之包括突顯在基質上所植入劑量之空間均勻性。
10. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中在基質之不同位置上實施不同浮泡劑量，以便獲得在基質表面上劑量之空間分佈。
11. 如申請專利範圍第 10 項之方法，其中在多個基質上實施該測量，此等基質在相同的條件下以個別不同的方向承受經歷退火步驟，以便考慮到在退火步驟期間之局部溫度效應。
12. 如申請專利範圍第 1 到 4 項中任一項之方法，其中所植入之物質是氫或氦。
13. 如申請專利範圍第 1 到 4 項中任一項之方法，其中此基質是由半導體材料製成。
14. 如申請專利範圍第 13 項之方法，其中該材料是單晶矽。