

本 告 白

|      |            |
|------|------------|
| 申請日期 | 87. 3. 25. |
| 案 號  | 87104488   |
| 類 別  | H01L21/16  |

A4  
C4

452926

(以上各欄由本局填註)

## 發 明 專 利 說 明 書

|        |               |                                                                                                         |
|--------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 一、發明名稱 | 中 文           | 可從離子植入所造成之損害中高效率復原的SOI基材製造方法                                                                            |
|        | 英 文           | PROCESS FOR FABRICATING SOI SUBSTRATE WITH HIGH-EFFICIENCY RECOVERY FROM DAMAGE DUE TO ION IMPLANTATION |
| 二、發明人  | 姓 名           | (1)瀨口洋平<br>(2)德重信明                                                                                      |
|        | 國 籍           | 日 本                                                                                                     |
| 三、申請人  | 住、居所          | (1)日本國奈良縣奈良市押熊町645-1柳本B207<br>(2)日本國奈良縣奈良市角振新屋町1-9-206                                                  |
|        | 姓 名<br>(名稱)   | 日商・夏普股份有限公司                                                                                             |
|        | 國 籍           | 日 本                                                                                                     |
|        | 住、居所<br>(事務所) | 日本國大阪府大阪市阿倍野區長池町22番22號                                                                                  |
|        | 代 表 人<br>姓 名  | 辻晴雄                                                                                                     |
|        |               |                                                                                                         |

裝

訂

線

452926

(由本局填寫)

|           |
|-----------|
| 承辦人代碼：    |
| 大類：       |
| I P C 分類： |

A6

B6

本案已向：

日本國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ， ☒有 ☐無主張優先權

1997.4.11

特願平9-92659

有關微生物已寄存於：

，寄存日期：

，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

## 五、發明說明(1)

本發明係關於一種使用 SIMOX (藉由植入氧而分離)的方法製造 SOI(絕緣體上有矽)的基板，其中氧化矽薄膜係藉由將氧離子植入單晶矽基板而形成在矽基板裡面。

至於製造非常大規模之積體電路的方法之一，SOI 技術一直以來由於其積合度及低功率損耗而受到注目。在製造 SOI 基板-其中矽層形成在絕緣基板上-的已知方法中，例如雷射再結晶方法及基板結合-其中單晶矽基板係經由絕緣膜結合在一起-的方法。此外，所謂的 SIMOX 方法-其中氧係以離子植入法置入矽基板-也一直在使用中。

該 SIMOX 方法係為一種其中製入高濃度氧離子以致於在矽基板之特定深度區域裡提供氧化層的方法。該方法裡，熱處理係為了從由於離子植入而致之任何損壞修復而執行。

以日本專利特許公開案 HEI 7-263538 所述的製造 SOI 基板之方法作為習知技術的參考。

首先，利用如圖 2 步驟(A)所示之植入裝置，將氧離子  $O^+$  植入單晶矽基板 21 裡至特定深度(氧離子的植入(步驟(A))。該情況裡，為了要避免表面單晶層 22 位錯密度增加及如圖 2 步驟(C)所之嵌入氧化層 25 的擊穿電場強度減低，氧離子植入的數量低於  $0.5 \times 10^{18}$  公分<sup>-2</sup>。除此之外，圖號 23 係指高濃度氧化離子植入層。

其次，如圖 2 步驟(B)所示，利用 CVD(化學蒸汽沉積法)裝置，使  $SiO_2$  退火保護膜 24 形成在晶矽基板 21 的表面上(保護膜的形成(步驟(B))。然而，也可以進行圖 2 的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

束

## 五、發明說明( 2 )

下一個第三步驟(C)而不用形成退火保護膜 24。

接著，如圖 2 的步驟(C)所示，將基板 21 放入含 0.5% 氧分壓之 Ar 大氣中保持 850°C 的爐裡，將溫度增加到 1350°C (退火程序(第三步驟(C)))。經由該為火方法，使基板穩定至致使高濃度氧離子植入層 23 變成嵌入氧化層 25。除此之外，圖號 26 係表示退火氧化膜。

再者，將單晶矽基板 21 在 1150°C 到低於熔點溫度的溫度範圍內進行熱處理數小時(高溫氧化程序(第四步驟))。在該方法裡，O<sub>2</sub> 氣體濃度應該保持在大於 1% 至最高可達 100% 的範圍內。

進行上述步驟的結果，獲得下列三種改良。

第一，如圖 2 的步驟(D)和(E)所示，退火程序所形成之嵌入氧化層 25 的增量 27係在增加嵌入氧化膜 25 厚度的步驟中形成。除此之外，圖號 28 係指由高溫氧化所增加的表面氧化膜。

同樣地，如圖 2 的步驟(F)和(G)，減少針孔步驟所示，當粒子已沉積在植入氧離子的單晶矽基板 21 表面上時，嵌入氧化膜 25 的針孔 29係獲得修復。

此外，如圖 2 之平化嵌入氧化膜 25 的步驟(H)及(I)所示，嵌入氧化膜 25 頂面的凹痕及突出部係以嵌入氧化膜增量 27 平化。除此之外，在上述圖 2 之步驟(C)所形成的退火膜 26 除去之後，可以進行圖 2 所示之步驟(D)到(I)。

接著，如圖 2 的步驟(J)所示，進行犧牲氧化程序以使表面矽單晶層 22 變薄。該犧牲氧化步驟可以在去除表面

(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 )

氧化膜 28 之後進行。同樣地，犧牲氧化步驟可以在退火程序及高溫氧化程序之間進行。此外，該犧牲氧化程序可以在去除退火氧化膜 26 後進行。

在上述程序中，也可以在增加溫度的條件下進行圖 2 的退火程序(C)，接著增加溫度，進行高溫氧化。退火係在提高爐溫的程序期間進行，其中爐溫保持在爐溫一直超過 1200℃ 的狀態。然後，在提高溫度之後供給火爐增量的氧，以致使氧內分壓調至大約 70% 的高濃度。因此，第四步驟的高溫氧化程序完成。

然而，在經由退火程序，藉由將氧離子植入單晶矽基板而於矽基板上形成嵌入氧化膜的程序裡，因為氧化矽膜係藉由植入氧離子而形成於矽基板內，所以表面矽層發生貫穿位錯現象。這將致使晶體管特性破壞及嵌入氧化膜介電強度變差。

發明摘要

本發明之目的因此係提供一種製造 SOI 基板的方法，其有效地修復由於離子植入而致的損壞。

為了達到上述目的，本發明係提供一種製造 SOI 基板的方法，其包括：

在將氧離子植入單晶矽基板至特定深度之後，藉由熱處理在氧離子植入區域形成一氧化矽膜；及

藉由於存在整個氧化矽膜之表面側邊上，單晶矽基板的矽基板上進行脈衝雷射退火，來修復由於離子植入而致矽基板的損壞。

另一具體實施例進一步地包括利用重覆脈衝雷射退火

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(4)

法，將存在整個氧化矽膜之表面側邊上的矽重覆熔融及再結晶。

### 圖式的簡單說明

由下列詳細說明可以完全地了解本發明而所附的圖式僅用來作說明之用，因此本發明不受其限制，其中：

圖 1A，1B 及 1C 係為製造本發明之具體實施例之 SOI 基板的程序圖；及

圖 2 係為製造習知技術之 SOI 基板的程序圖。

### 較佳具體實施例之詳細說明

以下，本發明係以圖 1A，1B 及 1C 所示的具體實施例做參考而加以詳細描述。圖 1A，1B 及 1C 為製造本發明之具體實施例之 SOI 基板的程序圖。請參考圖 1A，1B 及 1C，圖號 1 係指單晶矽基板，2 係指表面單晶矽層，2a 係指損壞修復的表面單晶矽層，3 係指高濃度氧離子植入層，5 係指嵌入氧化膜，及 6 係指退火氧化膜。

首先，利用所需的離子植入裝置，如圖 1A 所示，以例如 180 電子伏的植入能及  $0.4 \times 10^{18}$  公分<sup>-2</sup> 的劑量，將高濃度的氧離子植入矽基板 1。以此離子植入法置入基板 1 的氧原子係根據矽基板 1 之特定深度區域裡的預定範圍裡散佈，植入至高濃度。結果，氧原子形成高濃度氧植入層 3，成為一種絕緣體的嵌入氧化層 5。

因為氧係以特定能量植入，所以低氧原子濃的矽層仍留在氧化矽層 3 的表面側邊上。然而，因為眾多氧原子已完全通過，矽層造成結晶度損壞，因此不適用於該階段的裝置形成。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明(5)

接著，如圖 1B 所示，在含 0.5% 濃度氧的 Ar 大氣裡，於 1350°C 熱處理 4 小時，以從高濃度氧植入層 3 形成嵌入氧化層 5。在該程序裡，添加 5% 濃度氧的用意在於避免基板表面裡形成凹痕。同樣地，因為脈衝雷射退火係在熱處理之後進行，所以熱處理可以在低於 1350°C，例如大約 1100°C 的溫度下進行。

其次，如圖 1C 所示，進行脈衝雷射退火以熔融及再結晶表面單晶矽層 2。脈衝雷射光束(ArF, XeCl 雷射光束或相似光束)係以 1200 毫焦/平方公分或更高的能量密度照射。脈衝雷射光束係通過由上述熱處理而形成於表面單晶矽表面內的氧化矽膜 6，並能夠使表面單晶矽層 2 在數十毫微米內經由其極大的半導體吸收係數(能量僅由表面吸收)而熔融，其照射時間為 20-60 秒而其在照射期間的極大功率密度為  $10^7$  瓦特/平方公分。

藉由該脈衝雷射退火，表面單晶矽層 2 熔融並再結晶，使結晶缺陷的活性活化，完成以晶種為主的損壞修復。結果，獲得已降低表面矽缺陷密度及修復損壞的表面單晶矽基層 2a。同樣也藉由重覆照射該脈衝雷射光束來進行熔融及再結晶，缺陷密度可以更降低。例如，在表面矽層 2 由脈衝雷射退火而熔融之後，降低表面矽層 2 至矽熔點一半的溫度(大約 570°C)，因此再結晶，然後再次進行脈衝雷射退火。

如上詳細說所述，使用本發明係得以降低表面矽層的缺陷密度。這使得高品質 SOI 基板得以在低溫及低成本

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

煩請委員明察，本案係在後列各條文及圖式內容

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

## 五、發明說明( 6 )

之下獲得，依次地有助於形成各種裝置。

上述之具體實施例係用來詳細說明本發明之目的、特徵及功效，對於熟悉該項技藝人士而言，可能根據上述說明而對該具體實施例作部分變更或修改，卻不脫離出本發明之精神範疇，因此，本發明之專利範圍僅由附錄之申請專利範圍加以說明之。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

## 五、發明說明( 7 )

## 元件標號對照表

|                  |                             |
|------------------|-----------------------------|
| 1...單晶矽基板        | 23...高濃度氧化離子植入層             |
| 2...表面單晶矽層       | 24...SiO <sub>2</sub> 退火保護膜 |
| 2a...損壞修復的表面單晶矽層 | 25...氧化層                    |
| 3...高濃度氧離子植入層    | 26...退火氧化膜                  |
| 5...嵌入氧化膜        | 27...增量                     |
| 6...退火氧化膜        | 28...高溫氧化所增加的表              |
| 21...單晶矽基板       | 面氧化膜                        |
| 22...單晶層         |                             |

(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: 可從離子植入所造成之損害中高效率復原的 SOI 基材製造方法)

首先，將高濃度的氧植入矽基板1，形成高濃度氧植入層3。接著，在含0.5%濃度氧的Ar大氣裡，於1350°C熱處理4小時，以形成嵌入氧化層5。其次，進行脈衝雷射退火以使表面矽層熔融及再結晶。脈衝雷射光束係以1200毫焦/平方公分或更大的能量密度照射。脈衝雷射光束能夠使表面單晶矽層2在數十毫微米內經由其極大的半導體吸收係數(能量僅由表面吸收)以 $10^7$ 瓦特/平方公分的照射而熔融。藉由該脈衝雷射退火，表面單晶矽層2熔融並再結晶，使結晶缺陷的活性活化，完成以晶種為主的損壞修復。

英文發明摘要(發明之名稱: PROCESS FOR FABRICATING SOI SUBSTRATE WITH HIGH-EFFICIENCY RECOVERY FROM DAMAGE DUE TO ION IMPLANTATION)

First, oxygen ions of a high concentration are implanted into a silicon substrate 1, by which a high-concentration oxygen implanted layer 3 is formed. Subsequently, a heat treatment for about 4 hours at 1350°C is carried out in an atmosphere of Ar with a 0.5% concentration oxygen for the formation of a buried oxide layer 5. Next, pulse laser annealing is performed for melting and recrystallization of the surface silicon layer. Pulsed laser beam is radiated at an energy density of 1200 mJ/cm<sup>2</sup> or more. The pulsed laser beam is able to melt the semiconductor surface in several 10's nsec by virtue of its extremely large power density in irradiation of  $10^7$  W/cm<sup>2</sup>. By iterating this pulse laser annealing, the surface silicon layer iterates to melt and recrystallize, activating the activities of crystal defects, by which damage recovery based on crystal seeds is accomplished.

(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

第 87104488 號專利再審查案申請專利範圍修正本

修正日期：89 年 02 月

## 1. 一種製造 SOI 基板的方法，其包括：

在將氧離子植入至單一晶矽基板(1)的特定深度(3)之後，藉由熱處理而在經氧離子植入的區域(3)上形成一氧化矽膜(5)；及

藉由對存在於該氧化矽膜(5)整個之表面側邊上之該單一晶矽基板(1)的矽進行脈衝雷射退火，來修復因離子植入而造成該矽基板(1)的損壞，其中該脈衝雷射係以  $1200\text{mJ}/\text{cm}^2$  或更高的能量密度來照射。

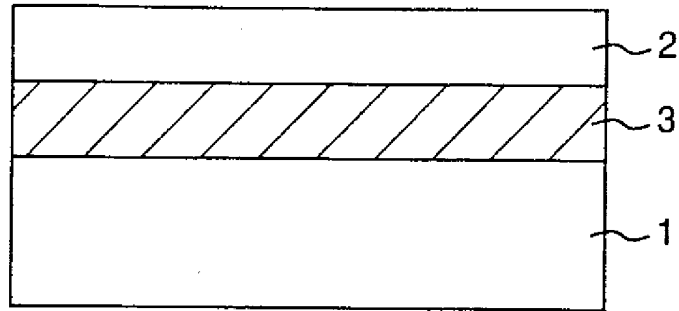
## 2. 根據申請專利範圍第1項製造SOI基板的方法，其進一步地包括利用重覆脈衝雷射退火法，將存在整個氧化矽膜之表面側邊上的矽重覆熔融及再結晶。

煩請委員明示，本案修正後是否變更原實質內容

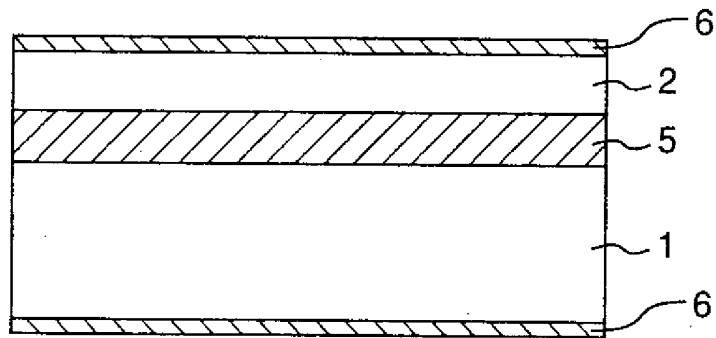
經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

表  
訂  
線

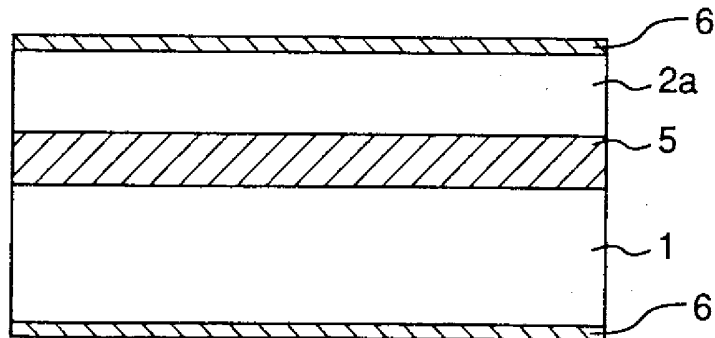
第 1A 圖



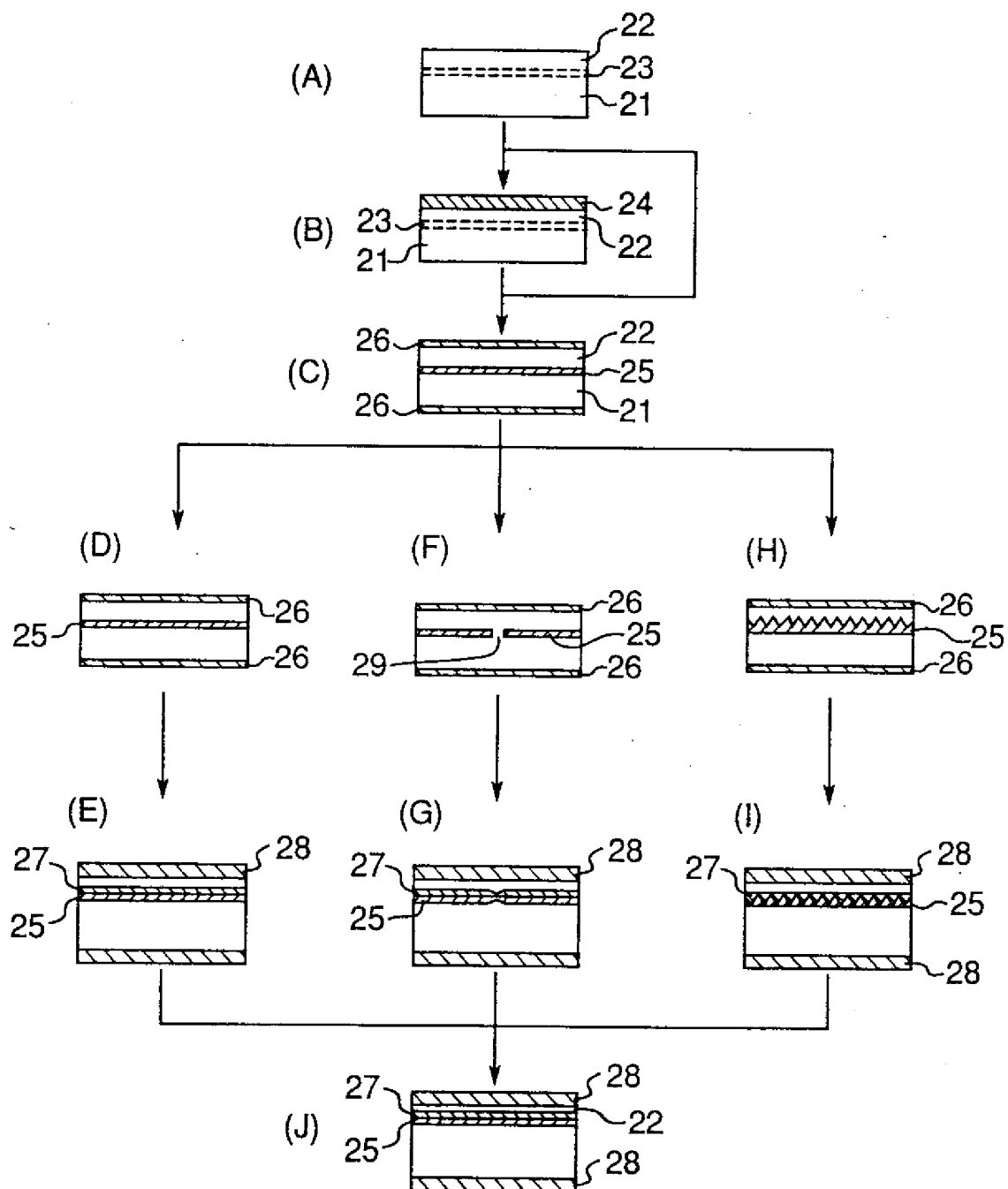
第 1B 圖



第 1C 圖



第 2 圖



## 五、發明說明(5)

接著，如圖 1B 所示，在含 0.5% 濃度氧的 Ar 大氣裡，於 1350°C 熱處理 4 小時，以從高濃度氧植入層 3 形成嵌入氧化層 5。在該程序裡，添加 5% 濃度氧的用意在於避免基板表面裡形成凹痕。同樣地，因為脈衝雷射退火係在熱處理之後進行，所以熱處理可以在低於 1350°C，例如大約 1100°C 的溫度下進行。

其次，如圖 1C 所示，進行脈衝雷射退火以熔融及再結晶表面單晶矽層 2。脈衝雷射光束(ArF, XeCl 雷射光束或相似光束)係以 1200 毫焦/平方公分或更高的能量密度照射。脈衝雷射光束係通過由上述熱處理而形成於表面單晶矽表面內的氧化矽膜 6，並能夠使表面單晶矽層 2 在數十毫微米內經由其極大的半導體吸收係數(能量僅由表面吸收)而熔融，其照射時間為 20-60 秒而其在照射期間的極大功率密度為  $10^7$  瓦特/平方公分。

藉由該脈衝雷射退火，表面單晶矽層 2 熔融並再結晶，使結晶缺陷的活性活化，完成以晶種為主的損壞修復。結果，獲得已降低表面矽缺陷密度及修復損壞的表面單晶矽基層 2a。同樣也藉由重覆照射該脈衝雷射光束來進行熔融及再結晶，缺陷密度可以更降低。例如，在表面矽層 2 由脈衝雷射退火而熔融之後，降低表面矽層 2 至矽熔點一半的溫度(大約 570°C)，因此再結晶，然後再次進行脈衝雷射退火。

如上詳細說所述，使用本發明係得以降低表面矽層的缺陷密度。這使得高品質 SOI 基板得以在低溫及低成本

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝  
訂  
線

煩請委員明察，本案係在後列各欄填寫內容

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

## 六、申請專利範圍

第 87104488 號專利再審查案申請專利範圍修正本

修正日期：89 年 02 月

## 1. 一種製造 SOI 基板的方法，其包括：

在將氧離子植入至單一晶矽基板(1)的特定深度(3)之後，藉由熱處理而在經氧離子植入的區域(3)上形成一氧化矽膜(5)；及

藉由對存在於該氧化矽膜(5)整個之表面側邊上之該單一晶矽基板(1)的矽進行脈衝雷射退火，來修復因離子植入而造成該矽基板(1)的損壞，其中該脈衝雷射係以  $1200\text{mJ}/\text{cm}^2$  或更高的能量密度來照射。

## 2. 根據申請專利範圍第1項製造SOI基板的方法，其進一步地包括利用重覆脈衝雷射退火法，將存在整個氧化矽膜之表面側邊上的矽重覆熔融及再結晶。

煩請委員明示，本案修正後是否變更原實質內容

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製