

# 以不同介電質之矽-絕緣體-矽電晶體作奈米非破壞性計讀之光儲存元件

謝文靚<sup>1\*</sup> 吳世全<sup>2</sup> 蔣富成<sup>3</sup> 許鴻昇<sup>4</sup>

明新科技大學光電系<sup>1</sup> 國家奈米實驗室<sup>2</sup> 南台科技大學電子系<sup>3</sup> 明新科技大學電子所<sup>4</sup>

## 摘要

本論文為研究製造以  $\gamma$  射線處理過的具有不同閘極介電層的矽-絕緣體-矽電晶體元件 Silicon-Insulator-Silicon (SIS) 作奈米非破壞性計讀之光儲存元件；其特點為 (1)體積微小(2)可同時進行照光且計讀光劑量之元件 (3)光偵測能量範圍可從紅外光到 X-ray (4)可作長時間連續描述光劑量或選擇做瞬間描述光訊號強度 (5)可作光資料非破壞性計讀之光劑量計〔1〕。本人所研製的“SIS”元件作奈米非破壞性計讀之光儲存元件；元件照射光後被光所激發的電荷，注入閘介電層內的電荷捕獲陷阱，使元件電容值“C”，汲極電流值“ $I_D$ ”及臨限電壓值“ $V_{TH}$ ”發生變化。讀取“SIS”元件的“C”值，“ $I_D$ ”值及“ $V_{TH}$ ”值發生的變化，不會破壞原有儲存於閘介電層內的電荷，因此不會破壞原有儲存於元件內光劑量記錄〔2〕。實驗所用不同閘介電層的“SIS”元件有 (a) Silicon-Silicon Dioxide-Silicon (Si-SiO<sub>2</sub>-Si) “SOS”元件 (b) Silicon-Silicon Dioxide-Silicon Nitride--Silicon Dioxide -Silicon (Si-SiO<sub>2</sub>-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-SiO<sub>2</sub>-Si) “SONOS”元件 (c) 閘介電層摻有鐵雜質之“SONOS”元件。但實驗結果以有鐵摻雜之“SONOS”元件作奈米非破壞性計讀之光儲存元件有最顯著的記錄光劑量響應。

**關鍵詞：**SIS、光儲存、奈米元件

## Silicon-Insulator-Silicon “SIS” device with various dielectric for Nano Optical Nonvolatile Memory

Wen-Ching Hsieh<sup>1</sup> Shich-Chuan Wu<sup>2</sup> Fuh-Cheng Jong<sup>3</sup> Hong-sheng Xu<sup>1</sup>

Minghsin University of Science and Technology<sup>1</sup> National Nano Device Laboratories<sup>2</sup> Southern Taiwan University of Technology<sup>3</sup>

## Abstract

A Silicon-Insulator-Silicon (SIS) device processed by  $\gamma$ -ray radiation can be a candidate for nano optical nonvolatile memory. The characteristics of “SIS” based nonvolatile memory include: (1) optical non-volatility (2) high optical sensitivity (3) non-destructive reading access.

This paper is to study the characteristics of “SIS” device with various gate oxide dielectrics for optical nonvolatile memory. The various types of “SIS” device in this study include: (a) Si-SiO<sub>2</sub>-Si “SOS” device, (b) Si-SiO<sub>2</sub>- Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>- SiO<sub>2</sub>-Si “SONOS” device and (c) “Fe doped SONOS” device. The “Fe doped SONOS” device

\* 光電系助理教授 地址：新竹縣新豐鄉新興路1號 Tel：03-5593142 E-mail：Graceww@ms24.hinet.tw

showed best optical memory response than the others after laser writing. The SONOS device with Fe doped showed best performance for optical nonvolatile memory application.

**Keywords : SIS, Optical Nonvolatile Memory**

## 一、緣由與目的

偵測光的元件隨著光電產業發展而被重視。常用光偵測元件有受光二極體偵測器 (photodiode)及金屬氧化半導體電容器攝像元件 (metal-oxide-semiconductor diode, “MOS diode”)。受光二極體偵測器計讀的電流訊號較小且只能測光強度，但無法儲存光劑量；不是光儲存元件。而“MOS diode”攝像元件雖具有感光積蓄光電荷功能，此種光儲存元件信號輸出雖然比較大但卻有電子電動對復和問題；而且所積蓄的光電荷會隨著信號轉送而流失，不是非破壞性計讀之光儲存元件。

本人研製以  $\gamma$  射線處理過的矽-絕緣體-矽電晶體元件 (Silicon Insulator Silicon, “SIS”)作奈米非破壞性計讀之光儲存元件。此“SIS”元件作奈米非破壞性計讀之光儲存元件，有很多特點：(1)體積微小 (2)可同時進行照光且計讀光劑量之元件 (3)光偵測能量範圍可從紅外光到 X-ray (4)可作長時間連續描述光劑量或選擇做瞬間描述光訊號強度 (5)可作光資料非破壞性計讀之光劑量計。

此“SIS”式元件感測光後，受光激發而游離的電荷陷於“SIS”元件閘介電層內電荷陷阱中，使得“SIS”元件電性特性發生變化；如電容值“C”，汲極電流值“ $I_D$ ”及臨限電壓值“ $V_{TH}$ ”發生變化。故量測“SIS”元件電性特性改變，如“C”，“ $I_D$ ”及“ $V_{TH}$ ”值的改變，便可計讀出儲存於元件內光劑量記錄。讀取“SIS”元件的“C”，“ $I_D$ ”及“ $V_{TH}$ ”值的變化，不會破壞原有儲存於閘介電層內的電荷，因此不會破壞原有儲存於元件內光劑量記錄〔1〕。此閘介電層內電荷陷阱中受陷電荷 (1)低溫下不易被釋放 (2)可被持續累積於閘介電層中 (3)累積量與光照射劑量有關 (4)不易受計讀量測影響(只要量測時所加電壓不很高) (5)可選擇以回火方式(加溫方式)來消除受陷電荷。故量測“SIS”元件電性特性改變，如電容值，電流值，電壓值的改變，便可計讀出儲存於元件內光劑量記錄。“SIS”式光劑量儲存元件照 1mW 紅外雷射二極體 (波長 830nm) 後，取汲極飽和電流相對改變量與雷射二極體照射能量總累加量，兩者關係作比較分析：汲極飽和電流相對減少量和雷射二極體照射能量總累加量成比例關係，當雷射二極體照射能量總累加量為某種範圍時，汲極飽和電流相對減少量和雷射二極體照射能量總累加量成線性比例關係。即是“SIS”光劑量計對雷射二極體照射能量總累加量有線性輸出。

實驗用到三種不同閘極介電層的“SIS”元件：(a) Silicon-Silicon Dioxide-Silicon (Si-SiO<sub>2</sub>-Si) “SOS” 元件 (b) Silicon-Silicon Dioxide-Silicon Nitride--Silicon Dioxide -Silicon (Si-SiO<sub>2</sub>-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-SiO<sub>2</sub>-Si) “SONOS” 元件 (c) 閘介電層攙有鐵雜質之“SONOS”元件。但實驗結果以有鐵攙雜之“SONOS”元件作奈米非破壞性計讀之光儲存元件有最顯著的記錄光劑量響應。本論文研究結果顯示以閘介電層攙有鐵雜質之“SONOS”元件比沒有攙雜之“SONOS”元件可有更好的作光儲存元件響應。將閘介電層攙入鐵雜質可增加閘介電層電荷陷阱數目，而使得陷於閘介電層陷阱內的光游離電荷數目增加，故可增加元件記錄光劑量的響應。

## 二、研究方法及過程

實驗使用“SIS”元件作為測試元件；比較“SIS”元件照光前後的汲極電流相對汲極電壓特性曲線變化“ $I_D-V_D$ ”，以及汲極電流相對閘極電壓的特性曲線變化“ $I_D-V_G$ ”，來計讀儲存在元件內的光劑量記錄。但是“SIS”元件在作為劑量計前，必需先以 1Mrad  $Co^{60}$   $\gamma$  射線作處理，增加介電層內的電荷捕獲中心缺陷〔19〕。否則元件照光前後的電流-電壓曲線沒有將不會有任何的變化。實驗用到三種不同閘極介電層的 SIS 元件：(a) “SOS” 元件 (b) “SONOS” 元件 (c) 有鐵摻雜之“SONOS”元件。實驗使用的第一種元件為 p 型“SOS”元件作為測試元件，採用晶格方向(100)，阻值介於 15 ~ 25  $\Omega$ -cm 之間的 p-型六吋矽晶片。使用區域氧化(Local Oxidation) “LOCOS” 的隔離結構，製程成長的閘極二氧化矽介電層厚度為 100 Å。實驗使用的第二種元件為 n 型“SONOS” 元件作為測試元件，採用晶格方向(100)，阻值介於 15 ~ 25  $\Omega$ -cm 之間的 p-型六吋矽晶片。使用“LOCOS” 的隔離結構，製程成長的閘極介電層  $SiO_2-Si_3N_4-SiO_2$  厚度為 70Å-70Å-80Å。實驗使用的第三種元件為 n 型閘極介電層摻有鐵雜質之“SONOS” 元件作為測試元件，採用晶格方向(100)，阻值介於 15 ~ 25  $\Omega$ -cm 之間的 p-型六吋矽晶片。使用“LOCOS” 的隔離結構，製程成長的摻有鐵雜質之閘極介電層  $SiO_2-Si_3N_4-SiO_2$  厚度為 70Å-70Å-80Å。在此研究中閘極介電層  $SiO_2-Si_3N_4-SiO_2$  摻雜之金屬雜質計有鐵元素。其中鐵雜質濃度約為  $10^{11} \text{ cm}^{-2}$ 。

劑量計照光的實驗步驟如下：“SIS”半導體光劑量儲存元件照 1mW 紅外光雷射二極體（波長 830nm）。“SONOS”汲極與源極都接零電位，閘極加固定偏壓“ $V_G$ ”，元件以 1mW 紅外光雷射二極體（波長 830nm）照射激發產生電子電洞對，使激發的電荷受電場加速後注入閘極介電層中。〔14〕

量測劑量的實驗步驟如下：(1)閘極加固定偏壓（ $V_G=2.5V$ ），改變汲極電壓量測汲極電流；比較“SIS”元件照光前後的汲極電流相對汲極電壓特性曲線“ $I_D-V_D$ ”變化，來計讀儲存在元件內的光劑量記錄。(2) 汲極加固定偏壓（ $V_D=0.1V$ ），改變閘極電壓量測汲極電流“ $I_D-V_G$ ”；比較“SIS”元件照光前後的汲極電流相對閘極電壓的特性曲線“ $I_D-V_G$ ”變化，來計讀儲存在元件內的光劑量記錄。因照光後，光激發的電荷注入元件閘極介電層，並受限於離子化後的閘極介電層的離子電荷捕獲陷阱中，使得閘極介電層陷住電荷數目改變，造成汲極電流相對汲極電壓特性曲線“ $I_D-V_D$ ”變化，以及汲極電流相對閘極電壓特性曲線“ $I_D-V_G$ ”變化〔15〕~〔18〕。

“SIS”半導體光劑量儲存元件照 1mW 紅外光雷射二極體（波長 830nm）後，汲極飽和電流相對減少改變量和雷射二極體照射能量累加量成比例關係，當雷射二極體照射能量累加量為某種範圍時，汲極飽和電流相對減少量和雷射二極體照射能量累加量成線性比例關係。即是“SIS”光劑量計對雷射二極體照射能量累加量有線性輸出。

只要計讀電流所加的電壓不高，使得受陷電荷不會獲得釋放，則計讀過程將不會消除劑量計內的劑量記錄。但若要消除劑量記錄，對於“SONOS”元件可以注入相反電性的電荷方式將介電層陷阱中被捕電荷中和掉，對於“SOS”元件可以低溫回火來消除劑量計記錄；使劑量計累積劑量回復成原始無劑量記錄狀態，則此劑量計又可重新被使用〔8〕~〔13〕、〔20〕~〔21〕。

### 三、實驗結果與討論：

#### 1. “PMOS”元件

- (1) 如圖1，“PMOS”半導體光劑量儲存元件響應以1mW紅外光雷射二極體（波長830nm）照射後量測汲極電流-汲極電壓特性曲線“ $I_D-V_D$ ”（ $V_G=2.5V$ ）改變。量測結果顯示汲極飽和電流“ $I_{DSAT}$ ”變小。由汲極飽和電流變小，推測其原因可能為：雷射照射“PMOS”元件後，“PMOS”元件受雷射照射激發產生電子電洞對後；P型“MOS”元件有較多的游離電洞注入 $SiO_2$  閘極介電層中，並被受陷於離子化之 $SiO_2$ 閘極介電層電洞捕獲陷阱中心，因閘極介電層內陷有電洞，故P型“MOS”元件汲極飽和電流變小。
- (2) 如圖2，“PMOS”半導體光劑量儲存元件照1mW紅外光雷射二極體（波長830nm）後，取汲極飽和電流相對改變量與雷射二極體照射能量總累加量關係比較分析，汲極飽和電流相對減少量和雷射二極體照射能量總累加量成比例關係。當雷射二極體照射能量範圍為4~ 18 nJ 時，“PMOS”汲極飽和電流減少量和雷射二極體照射能量總累加量成線性比例關係。“PMOS”半導體光劑量計能偵測1mW紅外光雷射二極體照射能量總累加量線性範圍為4~ 18 nJ。
- (3) 如圖3，“PMOS”半導體光劑量儲存元件照以1mW紅外光雷射二極體（波長830nm）後，再用不同溫度回火，汲極飽和電流“ $I_{DSAT}$ ”有不同的回昇效果；(即半導體光劑量儲存元件內劑量紀錄有不同的消除效果)。當元件加溫即是給予捕捉陷阱內被捕捉電荷能量，被捕捉電荷獲得能量後因而逃離捕捉陷阱，汲極飽和電流“ $I_D$ ”就回昇了。當回火溫度為50<sup>0</sup>C時已有94%的消除劑量紀錄效果。當回火溫度為250<sup>0</sup>C時有100%的消除劑量紀錄效果。

#### 2. “SONOS”元件

- (1) 如圖 4，“SONOS”半導體光劑量儲存元件以 1mW 紅外光雷射二極體（波長 830nm）照射後“ $I_D-V_D$ ”特性曲線改變( $V_G=2.5V$ )。量測結果顯示汲極飽和電流變小。由汲極飽和電流變小，推測其原因可能為：雷射照射 N 型“SONOS”元件後，N 型“SONOS”元件受雷射照射激發產生電子電洞對後；N 型“SONOS”元件有較多的游離電子注入  $SiO_2$  閘極介電層中，並被受陷於離子化之  $SiO_2$  閘極介電層電子捕獲陷阱中心，因閘極介電層內陷有較多電子，故 N 型“SONOS”元件汲極飽和電流明顯變小。
- (2) 如圖 5，“SONOS”半導體光劑量儲存元件照 1mW 紅外光雷射二極體（波長 830nm）光後，汲極飽和電流相對減少量和雷射二極體照射能量總累加量成比例關係。“SONOS” 半導體光劑量計能偵測 1mW 紅外光雷射二極體照射能量總累加量線性範圍為為 2~ 20 nJ。
- (3) 如圖 6，1mW 紅外光雷射二極體（波長 830nm）光照射“SONOS”半導體光劑量儲存元件後“ $I_D-V_G$ ”特性曲線（ $V_D=0.1V$ ）有平移的變化。量測結果顯示臨限電壓值“ $V_{TH}$ ”增加。由臨限電壓值“ $V_{TH}$ ”增加，推測其原因可能為：雷射照射 N 型“SONOS”元件後，N 型“SONOS”元件受雷射照射激發產生電子電洞對後；N 型“SONOS”元件有較多的游離電子注入  $SiO_2$  閘極介電層中，並被受陷於離子化之  $SiO_2$  閘極介電層電子捕獲陷阱中心，因閘極介電層內陷有電子，故 N 型“SONOS”元件臨限電壓值“ $V_{TH}$ ”增加。

#### 3. 有鐵摻雜之“SONOS”元件

- (1) 如圖 8，比較有鐵摻雜之“SONOS”元件以 1mW 紅外光雷射二極體（波長 830nm）照射後

“ $I_D-V_G$ ”(  $V_D=0.1V$  )特性曲線明顯改變；如圖 8 顯示有鐵摻雜之“SONOS”元件以雷射照射後“ $I_D-V_G$ ”(  $V_D=0.1V$  )特性曲線有向右平移及斜率變小的明顯改變；即當  $V_G=3V$  時有汲極電流變小 15% 的變化。由汲極飽和電流明顯變小，推測其原因可能為：雷射照射 N 型“SONOS”元件後，N 型“SONOS”元件受雷射照射激發產生電子電洞對後；N 型“SONOS”元件有較多的游離電子注入  $SiO_2$  閘極介電層中，並被受陷於離子化之  $SiO_2$  閘極介電層電子捕獲陷阱中心，因閘極介電層內陷有電子，故 N 型“SONOS”元件汲極飽和電流明顯變小。

- (2) 如圖 9，比較“SOS”，“SONOS”及有鐵摻雜之“SONOS”光劑量計以 1mW 紅外光雷射照射後  $I_D$  (  $V_G=3V, V_D=0.1V$  )改變量。顯示有鐵摻雜之“SONOS”元件雷射照射後汲極電流變小最明顯；即是有鐵摻雜之“SONOS”元件雷射照射後有最好的感測光劑量響應。推測其原因可能為：雷射照射元件後，有鐵摻雜之“SONOS”有最多之離子化之閘極介電層電荷捕獲陷阱中心，使得有鐵摻雜之“SONOS”元件受光而游離的電荷陷於閘極介電層電荷捕獲陷阱中的數目最多，故元件記錄光劑量的響應最好。推測有雜質植入閘極介電層可增加閘極介電層電荷陷阱數目，使得有鐵摻雜之“SONOS”元件受光而游離的電子陷於閘極介電層電子捕獲陷阱中心的數目增加，故可增加元件記錄光劑量的響應。圖 9 顯示“SONOS”元件以雷射照射後汲極電流變小比“SOS”元件以雷射照射後汲極電流變小明顯；即是雷射照射後“SONOS”比“SOS”元件有較好的感測光劑量響應。推測  $SiO_2-Si_3N_4-SiO_2$  閘極介電層比  $SiO_2$  閘極介電層有更多界面電荷缺陷，即有更多電荷捕獲陷阱中心，使得“SONOS”元件受光而游離的電荷陷於閘極介電層電荷捕獲陷阱中的數目增加，故可增加元件記錄光劑量的響應。 $SiO_2-Si_3N_4-SiO_2$  閘極介電層有  $SiO_2-Si_3N_4$  界面電荷缺陷及  $SiO_2-Si$  界面電荷缺陷，而  $SiO_2$  閘極介電層只有  $SiO_2-Si$  界面電荷缺陷 [ 7 ]。雷射照射 N 型有鐵摻雜之“SONOS”元件後，N 型有鐵摻雜之“SONOS”元件受雷射照射激發產生電子電洞對後；N 型有鐵摻雜之“SONOS”元件有最多的游離電子注入  $SiO_2-Si_3N_4-SiO_2$  閘極介電層中，並受陷於離子化之  $SiO_2-Si_3N_4-SiO_2$  閘極介電層電子捕獲陷阱中心；因閘極介電層內陷有電子，故 N 型有鐵摻雜之“SONOS”元件汲極飽和電流變小最明顯。
- (3) 如圖 10，有鐵摻雜之“SONOS”光資料儲存計以 1mW 紅外光雷射二極體（波長 830nm）照光後，相對“ $I_D$ ”(  $V_G=3V, V_D=0.1V$  )與雷射二極體照射能量總累加量關係圖，有鐵摻雜之“SONOS”光資料儲存計能偵測 830nm 雷射二極體照射能量總累加量線性範圍為 8~16 nJ。
- (4) 如圖 11，以雷射照射有鐵摻雜之“SONOS”元件後，量測比較 (a) “ $I_D$ ”(  $V_G=3V, V_D=0.1V$  ) 值變化 (b) “ $I_{DSAT}$ ”值變化 (c) “ $V_{TH}$ ”值變化；如圖顯示“ $V_{TH}$ ”值變化較明顯。

#### 四、結論

傳統二極體光偵測器計讀的電流訊號較小且只能測光強度，但無法儲存光劑量，不是光儲存元件。而傳統“MOS diode”(即 CCD)攝像元件雖具有感光積蓄光電荷功能，信號輸出雖然比較大但卻有電子電動對復和問題；而且所積蓄的光電荷會隨著信號轉送而流失，不是非破壞性計讀之奈米光儲存元件。本人研製以  $\gamma$  射線處理過的“SIS”元件作奈米非破壞性計讀之光儲存元件，均有顯著的作奈米非破壞性計讀之光儲存元件響應。以 1Mrad  $Co^{60}$   $\gamma$  射線處理過的三種不同閘極介電層的“SIS”元件作奈米非破壞性計

讀之光儲存元件，實驗結果三種不同閘極介電層的“SIS”元件作奈米非破壞性計讀之光儲存元件均有顯著的記錄光劑量響應。三種不同閘極介電層的“SIS”元件(a)“SOS” (b)“SONOS” (c)有鐵摻雜之“SONOS”，以紅外光雷射照射後的變化：三種元件汲極飽和電流“ $I_{DSAT}$ ”均變小，且臨限電壓值“ $V_{TH}$ ”值均增加。有鐵摻雜之“SONOS”元件汲極電流變化最多。有鐵摻雜之“SONOS”元件汲極電流變化較“SONOS”汲極電流變化明顯許多。有雜質植入閘介電層可增加閘介電層電荷陷阱數目，而使得“SONOS”元件受光而游離的電子陷於閘介電層電子捕獲陷阱中的數目增加，故可增加元件記錄光劑量的響應，故有鐵摻雜之“SONOS”元件較“SONOS”元件可增加元件記錄光劑量的響應明顯許多。有鐵摻雜之“SONOS”光資料儲存計以 1mW 紅外光雷射二極體（波長 830nm）照光後，相對“ $I_D$ ” ( $V_G=3V, V_D=0.1V$ )與光照射總能量關係圖，有鐵摻雜之“SONOS”光資料儲存計能偵測 830nm 雷射照射能量線性範圍為 8~16 nJ。

## 五、致謝

感謝明新科大校內專題計劃補助及國家奈米實驗室計劃支援。

## 六、參考文獻

- [1] Hsieh Wen-Ching et al. “半導體光劑量計非破壞性計讀的研究” 2001 ”OPT” Optics and Photonics Taiwan '01 PROCEEDING II P914
- [2] Hsieh Wen-Ching et al. “The study of photo dosimeter with nonvolatile data reading by using Cu doped MOS device” 2003 IEDMS Proceedings international Electron Devices and Materials Symposia S10-3 P157
- [3] Hsieh Wen-Ching et al. “The study of photo dosimeter with nonvolatile data reading by using Cu doped MOS device” 2003 ”OPT” Optics and Photonics Taiwan '03PROCEEDING S III PA2-9 P86
- [4] Hsieh Wen-Ching et al. “Cu doped SNOS device using Radiation Treatment for Optical Nonvolatile Memory” SNTD005” symposium on Nano Device Technology 2005 P06 p263 p305
- [5] Hsieh Wen-Ching et al. “摻有銅雜質之 SONOS 元件作資料非破壞性計讀之光劑量計 2004” ”OPT” Optics and Photonics Taiwan '04 PROCEEDINGS PA-SA1-87
- [7] Hsieh Wen-Ching et al. “摻有銅雜質之 SONOS 元件作資料非破壞性計讀之光劑量計” 2005 EDMS Proceedings international Electron Devices and Materials Symposia
- [8] Wen-Ching Hsieh and Ching-shen Su, “Thermo-luminescence in  $ZrO_2$  with Impurity of ZnO Induced by UV”, Applied Physics A, 1993.
- [9] Wen-Ching Hsieh and Ching-Shen Su, “UV Induced Thermo-luminescence in  $ZrO_2$  doped by  $Er_2O_3$ ”; journal of Physics D: Applied Physics, 1994.
- [10] Ching-Shen Su and Wen-Ching Hsieh, “A New Method to Prepare  $ZrO_2$  Film for the Thermo-luminescence” Radiation Effects and Defects in Solids, 1993, Vol. 25.
- [11] Wen-Ching Hsieh and Ching-Shen Su, “The Studies of Zn Ion in  $ZrO_2$  by UV Induced Thermo-luminescence”, International Conference on Luminescence 1993, Storrs, Connecticut, USA.
- [12] Ching-Shen Su and a Wen-Ching Hsieh, “The Effects of Rare – Earth Ions in  $ZrO_2$  Studied by UV Induced

- Thermo-luminescence”; International Conference on Luminescence 1993, Storrs, Connecticut, USA.
- [13] Ching-Shen Su and Wen-Ching Hsieh, “The New Discovered Thermo-luminescence Peak Induced in  $ZrO_2$  after UV Irradiation”; submitted to Radiation Effects and Defects in Solids, 1994.
- [14] T. H. Ning and H. N. Yu. “Optically induced injection of hot electrons into  $SiO_2$ ” J. Apply. Phys., vol. 45, p. 5373, 1974.
- [15] A. V. Schwerin, M. M. Heyns, and W. Weber. “Investigation on the oxide field dependence of hole trapping and interface state generation in  $SiO_2$  Layers using homogeneous non-avalanche injection of holes.” J. Apply. Phys., vol. 67, p. 7595, 1990.
- [16] S. M. Sze, “Physics of semiconductor Devices”, 2<sup>nd</sup> ed., Wiley, New York, 1981.
- [17] Hsieh Wen-Ching ,et al. “計非破壞性計讀的研究” Optics and Photonics Taiwan '01 PROCEEDING ,Vol. II,p914 (2001)
- [18] A.M. COWLEY and S. M. Sze, “Surface State and Barrier Height of Metal semiconductor System,” J. apply. Phys.,36, 3212 (1965)
- [19] F. B. McLean. “A framework for understanding radiation-induced interface states in  $SiO_2$  MOS-structures.” IEEE Trans. Nuc. Sci., vol. NS-27, p. 1651, 1980.
- [20] A Halperin and A.A. Braner, “Evaluation if thermal activation energies from glow curves” Phys. Rev.117, 408 (1960)
- [21] P. L. Land, “New methods for determining electron trap parameters from TL or conductivity glow curves”, J. Phys. Chem. Solids 30, 1681 (1969)
-

八、附圖

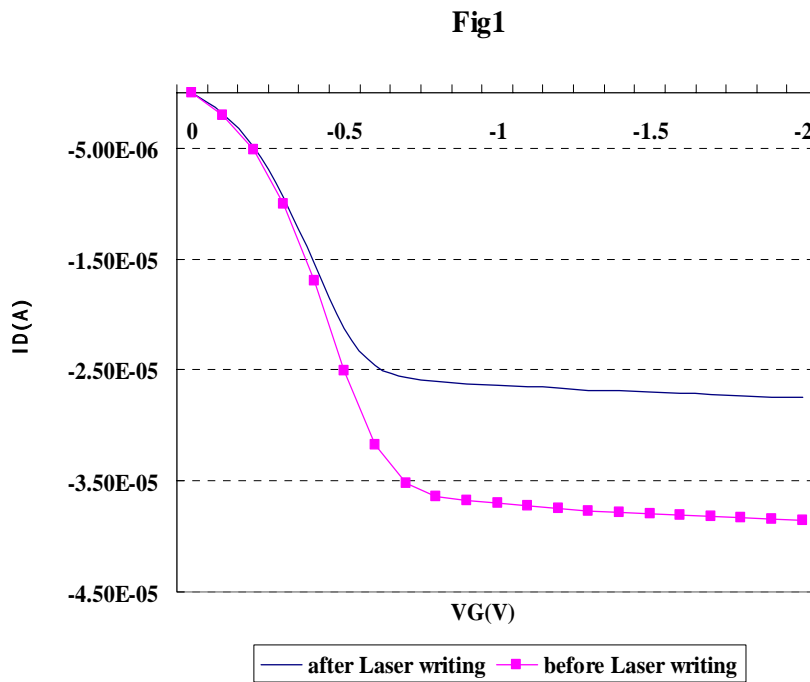


Fig1.比較 PMOS 光劑量計以雷射照射前後  $I_D$ - $V_D$  ( $V_G=2.5V$ )特性曲線改變圖。

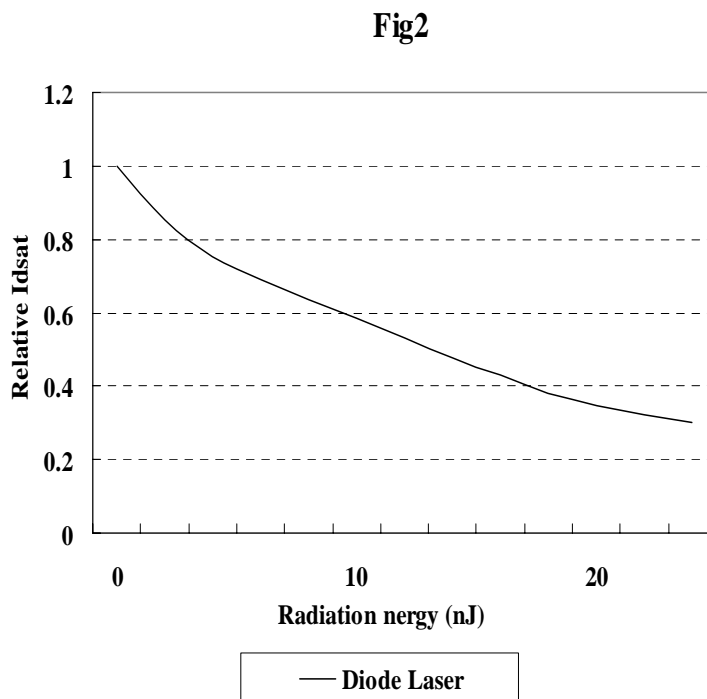


Fig2. PMOS 光劑量計以雷射照光後相對汲極飽和電流與雷射照射能量總累加量關係圖。



Fig3

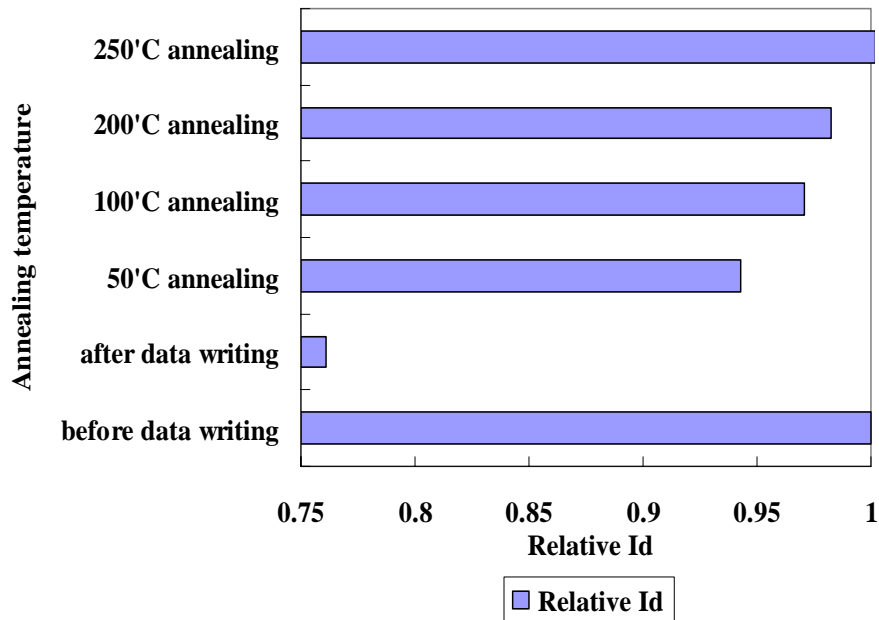


Fig3. PMOS 半導體光劑量儲存元件照以 1mW 紅外光雷射二極體（波長 830nm）後，再用不同溫度回火，相對汲極飽和電流有不同的回昇效果。

Fig4

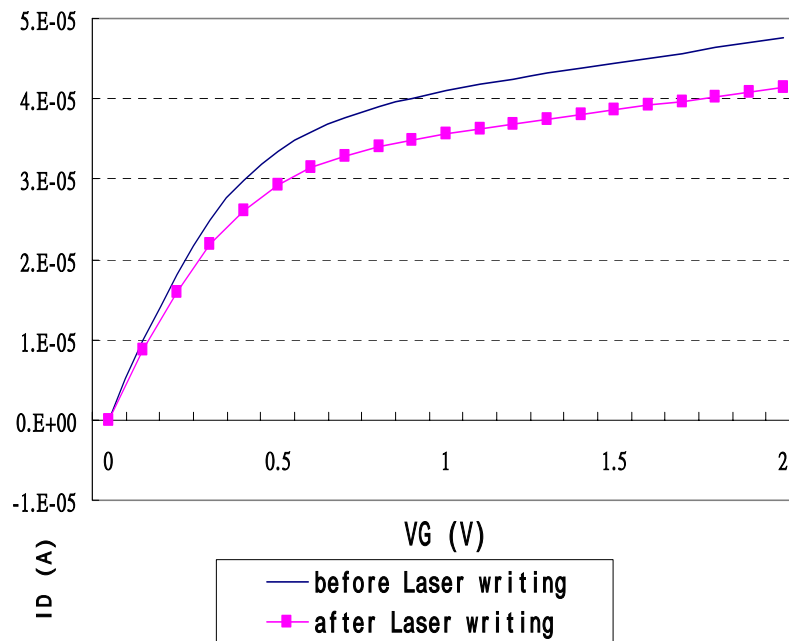


Fig4. SONOS 光劑量計以雷射照射前與後  $I_D$ - $V_D$  ( $V_G=2.5V$ )特性曲線改變圖。

Fig5

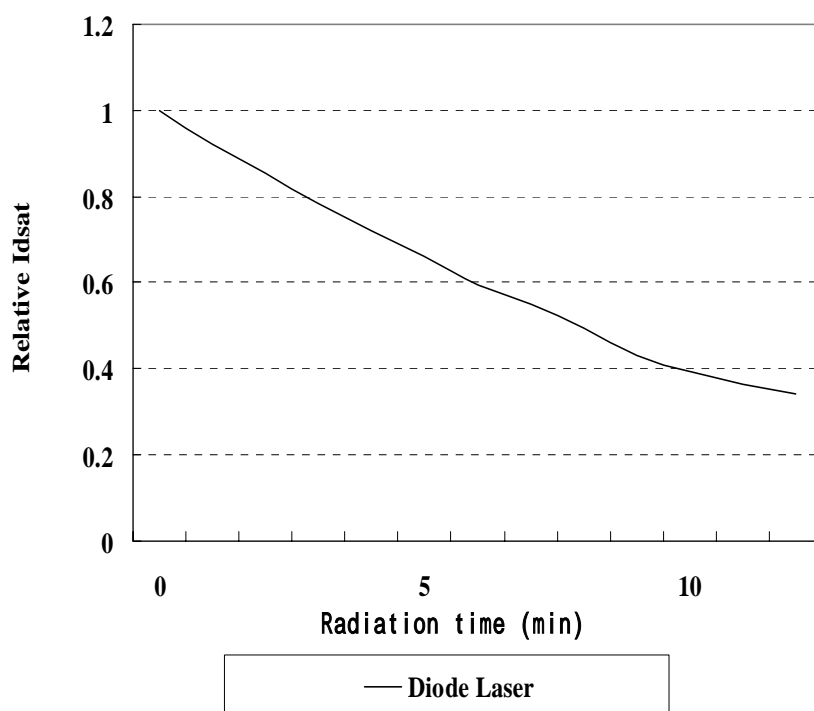


Fig5. SONOS 光劑量計以雷射照射後相對汲極飽和電流與雷射照射能量總累加量關係。

Fig6

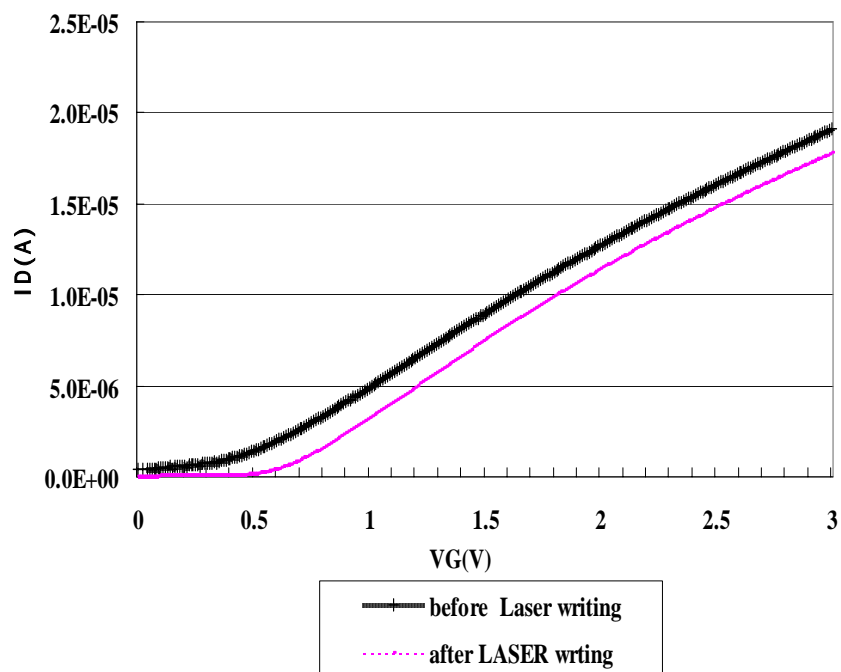


Fig6. SONOS 光劑量計以雷射照射前與後  $I_D$ - $V_G$  ( $V_D=0.1V$ )特性曲線改變圖。

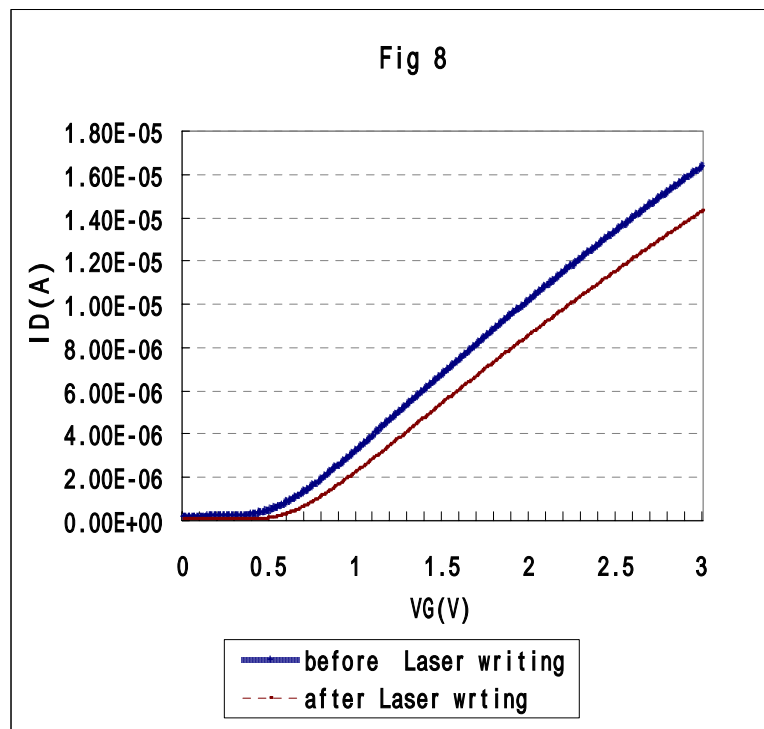


Fig8.有鐵摻雜之 SONOS 光劑量計以雷射照射前與後  $I_D$ - $V_G$  ( $V_D=0.1V$ )特性曲線改變。

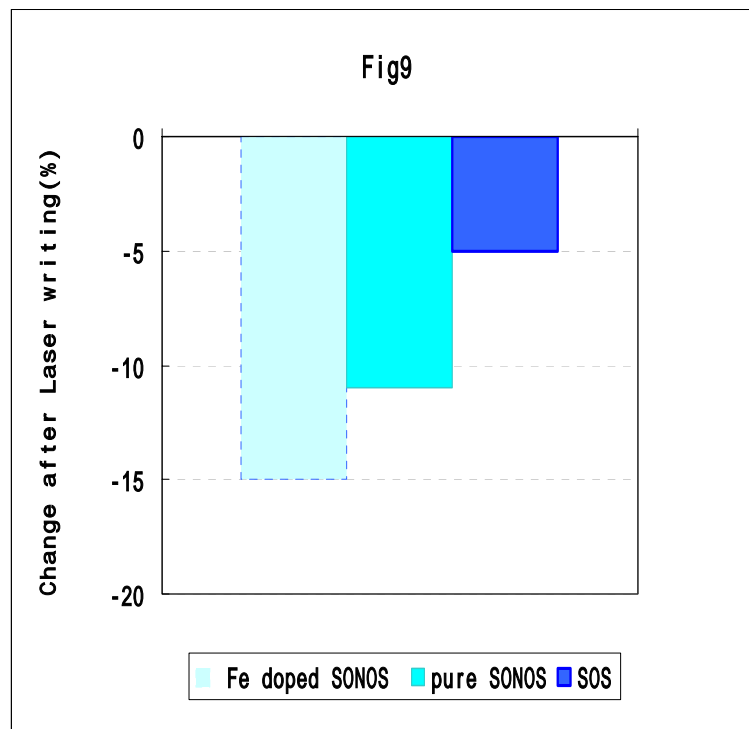


Fig9.比較 SOS, SONOS 及有鐵摻雜之 SONOS 光劑量計以雷射照射後  $I_D$  ( $V_G=3V, V_D=0.1V$ )改變圖。

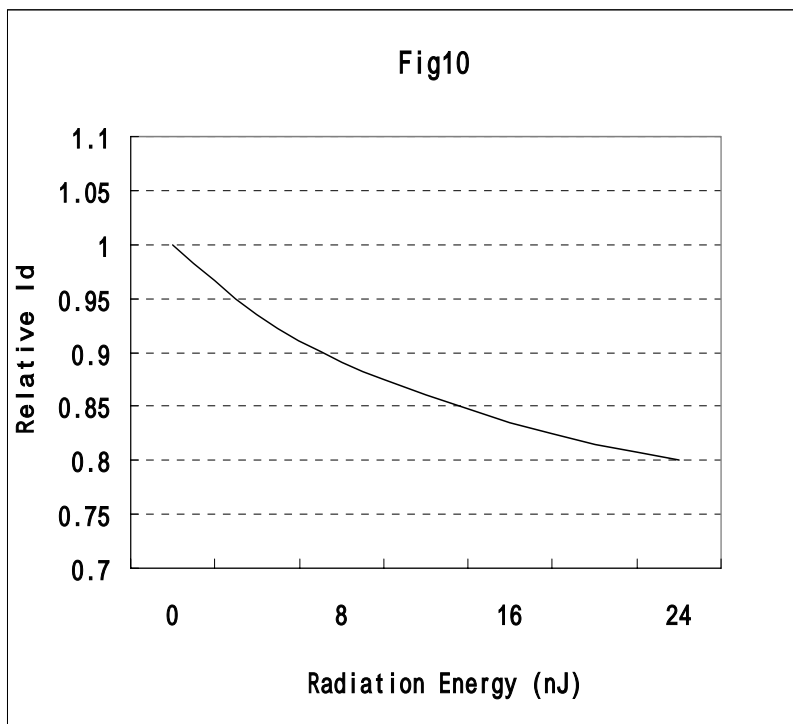


Fig10.有鐵摻雜之 SONOS 光劑量計以雷射照射後相對  $I_D(V_G=3V, V_D=0.1V)$  與雷射照射能量總累加量關係。

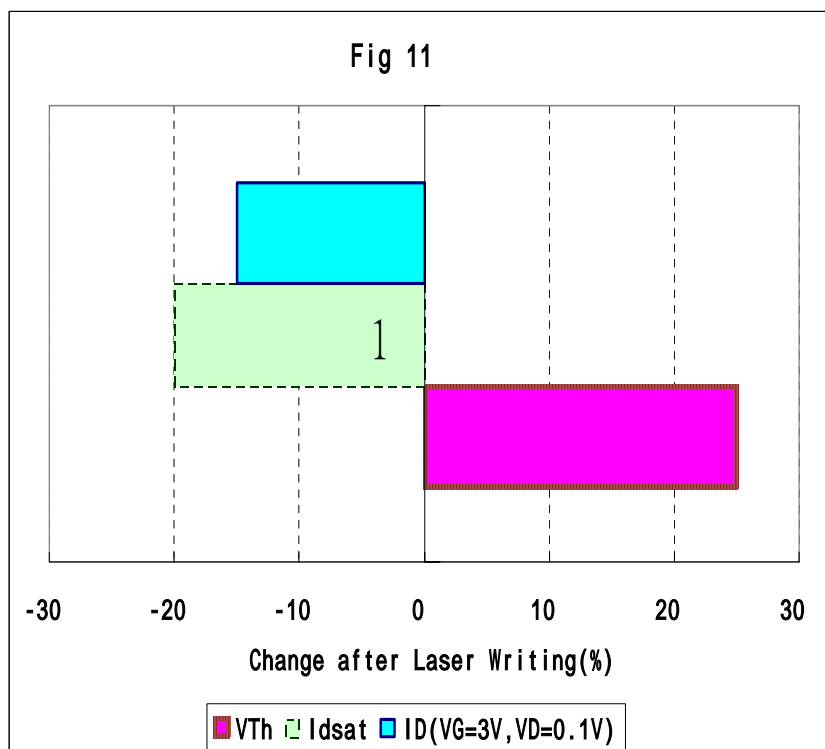


Fig11.有鐵摻雜之 SONOS 光劑量計以雷射照射前與後(a) $I_{DSAT}$  (b) $I_D$  ( $V_G=3V, V_D=0.1V$ ) (c) $V_{TH}$  改變量。