

Comportamiento bajo altas dosis de radiación de detectores de silicio sobre sustratos FZ standard y oxigenados.

M. Lozano¹, M. Ullán¹, C. Martínez¹, F. Campabadal¹, C. Fleta¹, M. Key¹,
P. Allport², G. Casse², C. García³, S. Martí³, J. M. Raff⁴

¹ Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM) CSIC. Campus UAB, 08193-Bellaterra (Barcelona), Spain. e-mail: Manuel.Lozano@cnm.es.

² Oliver Lodge Laboratory, University of Liverpool, UK

³ IFIC CSIC, Paterna (Valencia) Spain

⁴ IMEC, Kapeldreef 75, 3001 Leuven, Belgium

I. INTRODUCCIÓN

En otra comunicación de esta Bienal se presentan los resultados de la fabricación de detectores de radiación de silicio de los tres tipos disponibles: P-sobre-N, N-sobre-P y N-sobre-N. En este trabajo se presenta el comportamiento de estos detectores tras someterlos a muy altas dosis de radiación.

II. PLAN DE IRRADIACIONES

Se dispone de detectores en tres tecnologías diferentes, con diversas opciones tecnológicas. En particular todos los detectores se han fabricado sobre sustratos de alta resistividad, zona flotante (FZ) de Topsisil standard y oxigenados según el conocido proceso de difusión en atmósfera de O₂ a alta temperatura durante 70 horas¹.

Tabla 1. Muestras disponibles en las diferentes tecnologías

| Tecnología | Dosis implantación P-stop | Num. oblea | |
|------------|--------------------------------------|------------|-----------|
| | | Standard | Oxigenado |
| P-sobre-N | No lleva | 21, 22 | 23, 24 |
| N-sobre-P | $1.0 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ | 5, 6 | 13, 14 |
| | $1.0 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ | 7, 8 | 15, 16 |
| N-sobre-N | $1.0 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ | 18 | 20 |
| | $1.0 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ | 19 | --- |

De cada una de las obleas se dispone de las siguientes muestras: 1 detector de gran área ($6 \times 6 \text{ cm}^2$) de $80 \mu\text{m}$ de paso entre pistas, 6 detectores *baby*, dos de cada uno de los siguientes pasos entre pistas: $80 \mu\text{m}$, $120 \mu\text{m}$ y $160 \mu\text{m}$ y 8 detectores de tipo *pad* con anillo de guarda.

Estas muestras se han irradiado en el acelerador de protones PS del CERN con protones de 24 GeV, hasta las siguientes fluencias: $3 \times 10^{13} \text{ p}^+/\text{cm}^2$, $1 \times 10^{14} \text{ p}^+/\text{cm}^2$, $3 \times 10^{14} \text{ p}^+/\text{cm}^2$, y $1 \times 10^{15} \text{ p}^+/\text{cm}^2$.

Tras las irradiaciones las muestras se han repartido entre los laboratorios del IMB-CNM, IFIC y Universidad de Liverpool para su caracterización. Las muestras se han mantenido refrigeradas a -20°C todo el tiempo para evitar fenómenos de *annealing* y permitir su estudio de manera controlada.

El IFIC y la Universidad de Liverpool están realizando medidas de eficiencias de colección de carga ($CCE = \text{Charge Collection Efficiency}$) sobre los detectores de tipo *baby*, mientras que en el IMB-CNM se ha medido la tensión de vaciamiento completo ($V_{\text{FD}} = \text{Full Depletion Voltage}$) mediante la técnica de Capacidad-Voltage en inversa y la corriente de fugas a la tensión V_{FB} .

III. RESULTADOS

Los resultados preliminares de las medidas muestran un comportamiento excelente de los detectores. Antes de irradiar la tensión de ruptura era algo baja (en torno a 100V), pero después de la irradiación este valor supera los 500V.

En este resumen sólo se muestran resultados preliminares, dado que la caracterización se está llevando a cabo en el momento actual. Pero de estos resultados se podrá contestar una serie de incógnitas que todavía no están claras para la comunidad científica como el efecto de la oxigenación en substratos tipo P, o qué tecnología presenta un CCE mayor tras la irradiación, N-sobre-P o N-sobre-N.

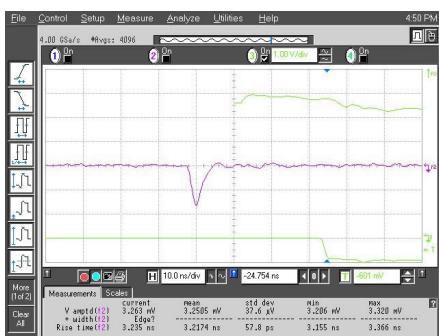


Figura 1. Pulso de carga.

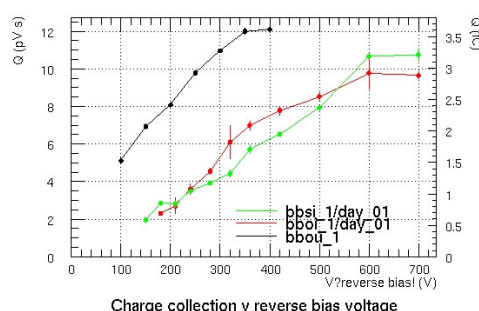


Figura 2. Medidas de CCE para detectores irradiados sobre sustrato oxigenado y standard

Como muestra de los resultados, la figura 1 presenta un pulso de carga en el *setup* de medida de CCE. La figura 2 compara la eficiencia de colección de carga, CCE, en función de la tensión inversa de polarización para un detector *baby* N-sobre-P no irradiado, y dos detectores irradiados a una fluencia de $1 \times 10^{15} \text{ p}^+/\text{cm}^2$, sobre sustrato oxigenado y standard. La figura 3 muestra las curvas $1/C^2$ en función de la tensión en inversa para cuatro detectores de tipo *pad*, en tecnología N-sobre-P y P-sobre-N y sustratos standard y oxigenados irradiados hasta una fluencia de $1 \times 10^{15} \text{ p}^+/\text{cm}^2$. Todos los resultados anteriores son para muestras sin *annealing*.

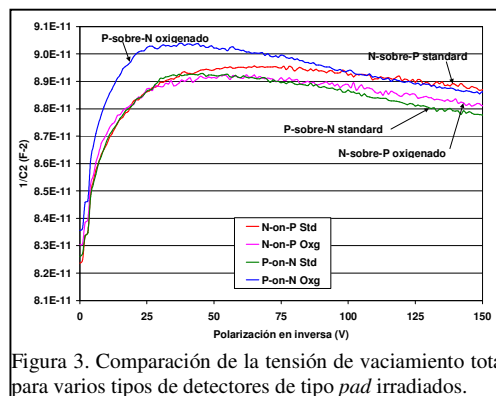


Figura 3. Comparación de la tensión de vaciamiento total para varios tipos de detectores de tipo *pad* irradiados.

Agradecimientos: Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Comunidad Europea en Programa "Improving Human Potential" a través de la acción "Access to Research Infrastructure" y por el proyecto coordinado FPA2000-1560-C02 de la CICYT del MCyT.

Referencias

- ¹ Silicon wafer oxygenation from SiO₂ layers for radiation hard detectors. Microelectronics Reliability, vol 40, num 4-5, april-may, 2000, pp. 791-794, . L. Fonseca, M. Lozano, F. Campabadal, C. Martínez, M. Ullán, B. S. Avset, A. Ruzin, F. Lemeilleur, E. Nossarzewska-Orlowska.