

SENSORES DE COLOR PARA MICROSCOPIA ELECTRÓNICA

Sáenz-Noval. JJ1, Leñero-Bardallo. JA2, Gómez-Merchán. R2, Gallero-Rebollo. E1, Salvador. B1, Gontard, LC1

1 Departamento de Física de la Materia condensada, Instituto IMEYMAT, Facultad de Ciencias, Universidad de Cádiz.

2 Instituto de Microelectrónica de Sevilla, CSIC-Universidad de Sevilla.

Una capacidad fundamental de los microscopios electrónicos SEM y TEM es la capacidad de proporcionar imágenes con información de la composición química de los materiales. Los sensores de imagen, “las cámaras”, de los microscopios sólo pueden medir intensidades y no tienen sensibilidad espectral. Es por ello que la imagen con información química se extrae midiendo punto a punto las señales generadas con la ayuda de espectrómetros. Por ejemplo, el espectrómetro de EELS es un dispositivo que dispersa magnéticamente los electrones en función de su energía sobre un sensor de imagen que está compuesto por una matriz bidimensional de unidades sensores o píxeles. Los electrones dispersados en el espectrómetro siguen trayectorias divergentes que inciden en distintos puntos del sensor de imagen y así se puede determinar la energía de

los electrones. Cabe decir que este tipo de espectrómetro es un sistema electro-óptico caro, voluminoso y complejo, compuesto de múltiples lentes magnéticas y deflectores electrostáticos.

En el IMEYMAT se investiga el diseño de un sensor de imagen alternativo para microscopía electrónica que sea capaz de capturar las imágenes con sensibilidad espectral, y de este modo que proveyera de cierta información química sin necesidad de ningún dispositivo extra. Como ejemplo podemos mencionar que en el campo de óptica es habitual la captura de imágenes que contienen información espectral, de hecho, cualquier fotografía en color tomada con un móvil contiene información sobre la energía o longitud de onda de los fotones reflejados por un objeto. Para medir

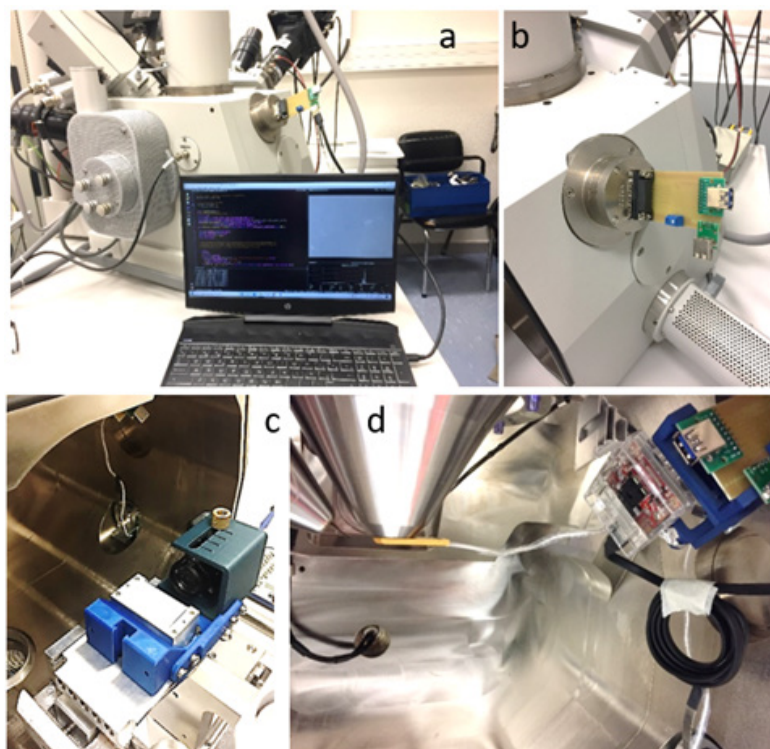


Figura 1. Figura 1. a) SEM empleado para testar fotodiodos irradiados con electrones. b) Pasamuros para conexiones eléctricas. c) Sistema mecánico fabricado para testar los sensores.

En el IMEYMAT se investiga el diseño de un sensor de imagen alternativo para microscopía electrónica que sea capaz de capturar las imágenes con sensibilidad espectral, y de este modo que proveyera de cierta información química sin necesidad de ningún dispositivo extra.

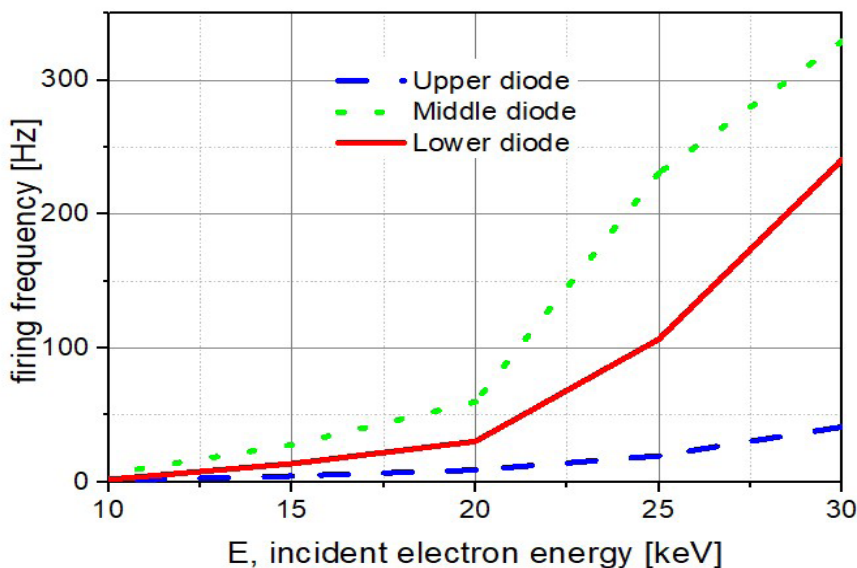


Figura 2. Curvas que muestran la sensibilidad espectral de 3 diodos apilados irradiados con electrones en el rango de 10 a 30 keV.

el color de los fotones existen varios procedimientos para diseñar píxeles sensibles al color, pero hay uno de especial interés que aprovecha el hecho de que la luz se absorbe en silicio a una profundidad que depende de la longitud de onda (de la energía del fotón).

En este proyecto investigamos el aprovechamiento del mismo fenómeno físico para diseñar píxeles sensibles al color de los electrones. Así, los electrones que interactúan con un material semiconductor (por ejemplo, el silicio dopado) generan portadores libres hasta una cierta profundidad desde la superficie de entrada del semiconductor que de-

pende de la energía del electrón incidente. Hemos fabricado fotodiodos construidos con uniones p-n apiladas fabricados en tecnología estándar HV-CMOS de 180nm (Figura 1). Se ha testado su rendimiento en un microscopio SEM FEI 200 con fuente de tungsteno. Y se ha medido la sensibilidad espectral de estos fotodiodos irradiándolos con electrones en el rango de 10 a 30 keV (Figura 2) demostrando su potencial aplicación para medir el “color” de los electrones. El siguiente paso será el de integrarlos en una matriz de píxeles que pudiera usarse para obtener imágenes en color.



El Dr. Lionel Cervera Gontard es Licenciado en Física por la Universidad de Sevilla. Se doctoró en 2007 en la Universidad de Cambridge (Reino Unido) con una Tesis Doctoral sobre el desarrollo de técnicas de microscopía electrónica para el estudio de partículas catalizadoras. Ha realizado estancias posdoctorales en Dinamarca, Reino Unido y en el CSIC, y desde 2017 es investigador ASECTI en la Universidad de Cádiz