

INCREMENTO DE LA SENSIBILIDAD DE FOTODIODOS M.I.S. EN BASE A SI MONOCRISTALINO, UTILIZANDO CAPAS ANTIRREFLECTANTES (CAR) DE TiO_2

S. Aguilera, G. Santana, A. Martell y M. García
DIEES-IMRE, Universidad de La Habana

RESUMEN

La utilización de capas anti-reflectantes de TiO_2 , obtenidas por la técnica de "spin - on", permite el aumento de la sensibilidad de 0.42 a 0.60 A/W para la longitud de onda de 900 nm. Esto hace factible la comparación de estos dispositivos con los fotodiodos comerciales del mismo material de origen, cuya sensibilidad es del orden de 0.5 A/W.

ABSTRACT

An increase of sensibility from 0,42 to 0,60 A/W for the wavelenght of 900 nm was obtained by using anti-reflecting coats of TiO_2 , which were made by a "spin - on" technique. This increased sensibility is comparable to the sensibility of about 0,5 A/W of monocrystaline Si commercial photodiodes.

1. INTRODUCCIÓN

Es sabido que la estructura M.I.S. está formada por metal-aislante-semiconductor y que su superficie refleja aproximadamente el 40 % de los incidentés. Esto hace necesario el uso de una capa anti-reflectante (CAR) que disminuya considerablemente las pérdidas por reflexión [1-4].

El TiO_2 es un material que presenta buenas características químicas, dieléctricas y ópticas para ser usado como CAR en fotodiodos de estructura M.I.S. de Silicio. Los estudios realizados sobre este material [3] permiten apreciar que la utilización de monocapas de bióxido de Titanio sobre Silicio pueden arrojar resultados satisfactorios comparables con los reportados por la literatura para otros materiales [2,3]. Además, estas capas son fácilmente obtenidas con repetibilidad, con buenas propiedades eléctricas y ópticas utilizando la técnica de "spin - on" existente en nuestro laboratorio.

El objetivo de este trabajo es caracterizar estas capas de bióxido de Titanio obtenidas por la técnica señalada, por reflectancia espectral y evaluar la influencia que su presencia ejerce en las características ópticas de fotodiodos de estructura M.I.S.

2. RESULTADOS EXPERIMENTALES

2.1. DEPOSICIÓN DE CAPAS ANTI-REFLECTANTES DE TiO_2 POR LA TÉCNICA DE "SPIN - ON" Y SU CARACTERIZACIÓN POR REFLECTANCIA ESPECTRAL

En nuestro laboratorio, para la deposición de capas anti-reflectantes sobre dispositivos de estructuras M.I.S., se han utilizado diversas técnicas convencionales, tales como: Pulverización catódica reactiva de SiO_2 , Si_3Na_4 y deposición térmica de SiO_x , pero los resultados obtenidos no fueron satisfactorios.

Recientemente se ha desarrollado un nuevo proceso tecnológico para fabricar dispositivos fotovoltaicos de Si, llamado de las capas gruesas, a partir de la descomposición pirolítica de metalorgánicos. Uno de los pasos de este proceso lo constituye la deposición de capas anti-reflectantes de TiO_2 por la técnica de "spin - on".

Con el objetivo de obtener CAR de TiO_2 con buen acople óptico en el intervalo de longitudes de onda de 800 - 900 nm, que es el intervalo donde las estructuras M.I.S. de Si presentan la máxima fotorrespuesta [4-6], se realizaron una serie de pruebas.

La Figura 1 muestra el comportamiento de la reflectancia espectral de la capa de TiO_2 sobre nuestros dispositivos. En ella se observa que para la longitud de onda de 875 nm la reflectancia es menor que el 1 %. Este resultado hace posible el uso de esta CAR en la fabricación de fotodiodos de estructura M.I.S.

2.2. INFLUENCIA DE LA CAPA ANTI-REFLECTANTE DE TiO_2 EN LAS CARACTERÍSTICAS ÓPTICAS DEL FOTODIODO M.I.S. DE SILICIO

Desde el punto de vista óptico un fotodiodo se caracteriza por la curva de respuesta espectral relativa y por la sensibilidad espectral para una longitud de onda dada, que se expresa en A/W. Para el procesamiento de

los datos fueron utilizados métodos computacionales aplicando la siguiente relación:

$$SE(\lambda)_p = SE(\lambda)_r \frac{I_p}{I_r}$$

donde $SE(\lambda)_p$, $SE(\lambda)_r$, I_p e I_r representan la sensibilidad espectral y las fotocorrientes generadas por los fotodiodos de prueba y de referencia, respectivamente.

La Figura 2a representa la sensibilidad espectral típica de los fotodiodos sin CAR fabricados en nuestro laboratorio. La Figura 2b muestra el mismo parámetro para estos dispositivos con CAR de TiO_2 .

Si comparamos ambas curvas, como se puede observar en la Figura 2, el incremento de la sensibilidad con la presencia de la CAR es apreciable, lo cual significa que, en general, las características ópticas del dispositivo mejoran sustancialmente con el uso de la misma.

Este notorio aumento de la sensibilidad hace factible la comparación entre estos dispositivos y los convencionales de juntura p-n del mismo material de partida, cuya sensibilidad es del orden de 0.5 A/W.

CONCLUSIONES

1. Se obtuvieron capas anti-reflectantes de TiO_2 por la técnica de "Spin - on" con buen acople óptico con el dispositivo de estructura M.I.S. de Silicio.
2. La CAR de TiO_2 aumenta la sensibilidad del fotodiodo M.I.S. de Silicio de 0.42 a 0.6 A/W para la longitud de onda de 900 nm, lo que hace posible su comparación con los fotodiodos convencionales comerciales del mismo material de partida ($SE(\lambda) \sim 0.5$ A/W).
3. La técnica de "spin - on" permite obtener una CAR adecuada para nuestros dispositivos por un método más sencillo, más rápido y más económico que las técnicas convencionales de pulverización catódica reactiva o de deposición térmica también utilizadas en nuestros laboratorios para formar una CAR de Si_3N_4 o SiO_2 .

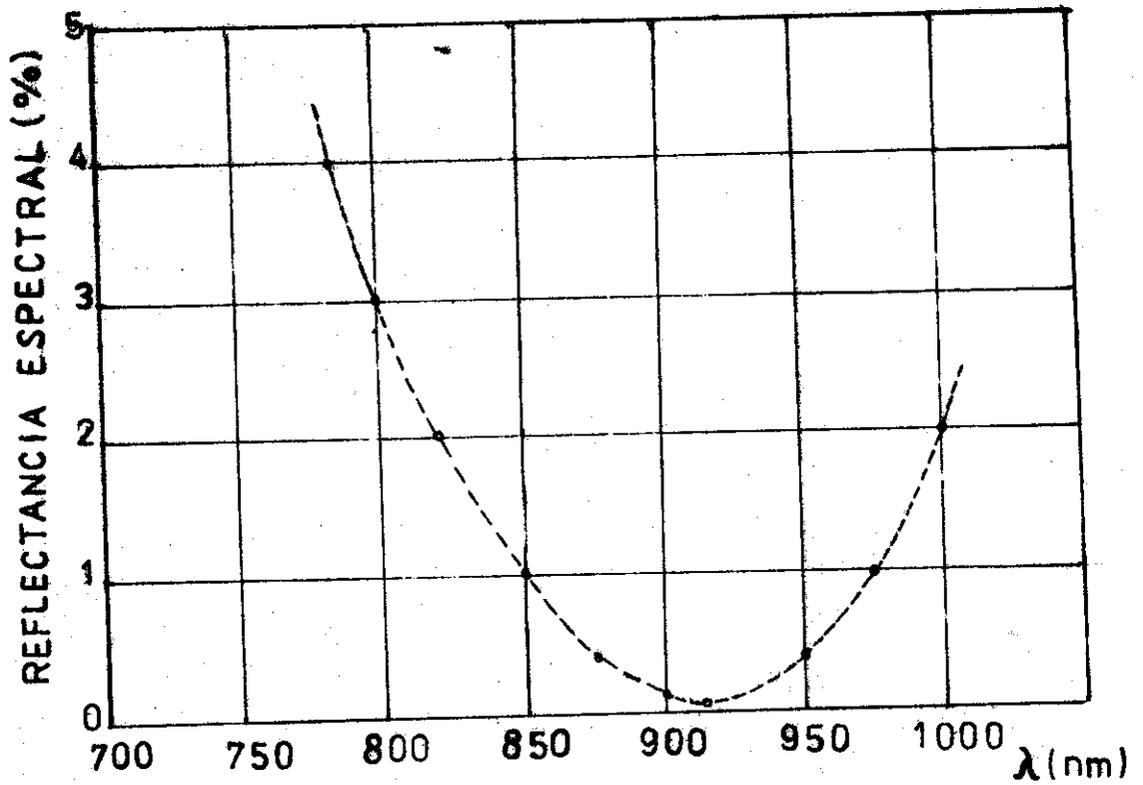


Figura 1. Reflectancia espectral de la capa de TiO₂ sobre silicio.

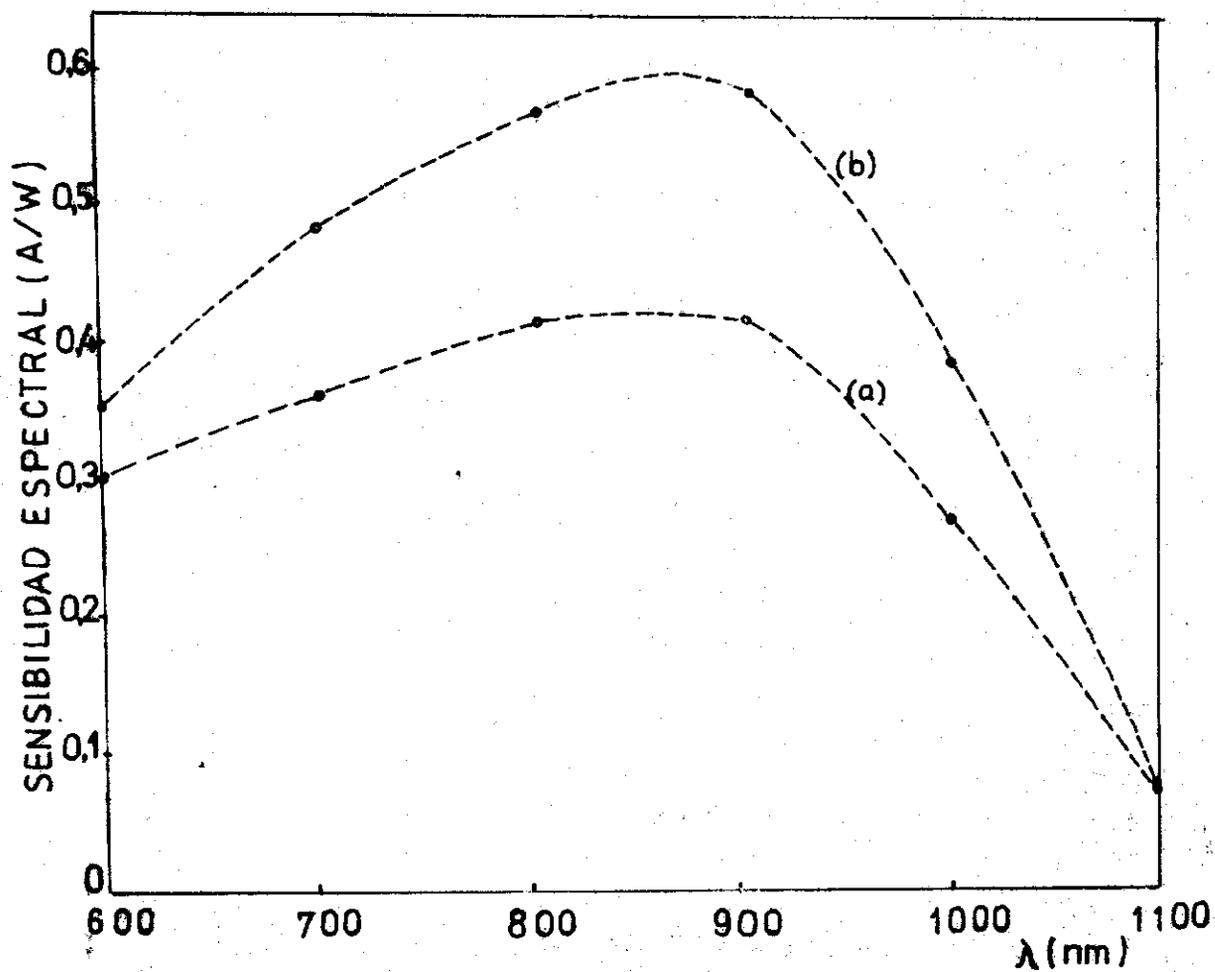


Figura 2. Sensibilidad espectral típica de los fotodiodos MIS fabricados en nuestro laboratorio: a) sin CAR; b) con CAR de TiO₂.

REFERENCIAS

1. López, M.E., S. Aguilera, R. Figueroa
• *Estudio y obtención de Celdas Solares de estructura M.I.S. de Silicio.* Memorias del 1er Forum Científico-Técnico, SIME, Cuba (dic. 1984).
2. Koltun, M.M.
Selektionie opticheskie poverjnosti preobrezovateley solnechnoy energy.
Nauke (1979).
3. Hovel, H.J.
Semiconductors and Semimetals. Vol. 11. Solar Cell (1975).
4. Kuriev, V.A., V.S. Popov
Fotoelectriciskie MDP privori. Moskva Radio Sviaz (1983).
5. Stofieva, H.
Poluprovodnikovie fotopriomniki. Moskva (1984).
6. Alonso, L., S. Aguilera
Caracterización de fotodiodos M.I.S. en base al Silicio monocristalino.
Trabajo de Diploma, Facultad de Física, U.H., Habana, Cuba (1967).