

AVANCES EN EL DESARROLLO DE CELDAS FOTOVOLTAICAS DE TiO₂ SENSITIVIZADO A PARTIR DE INSUMOS DE BAJO COSTO.

M. Bellini, M. P. Bonini, M. Dallo, F. Garreta, C. Navntoft, P. Vejrup
GIA-UFLO, Grupo de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Universidad de Flores
Camacú 282 (C.P.1406) Buenos Aires, Argentina
Tel. (54-11) 4633-7111 (Int. 228) Fax (54-11) 4631-1815 e-mail gia@uflo.edu.ar

RESUMEN: Se presentan los avances en la metodología de construcción de celdas fotovoltaicas de TiO₂ sensitivizado, presentado en el Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida en la Universidad Nacional de Catamarca en Noviembre de 2002. El objetivo del trabajo apunta a la utilización de insumos de bajo costo que permitan obtener celdas fotovoltaicas de material alternativo siguiendo una metodología de producción simple. El principio de funcionamiento de estos dispositivos se basa en los procesos de fotosíntesis de los vegetales, para lo cual se utiliza TiO₂ como semiconductor el que se sensitiviza con soluciones colorantes de origen vegetal. Actualmente se están estudiando alternativas para mejorar valores de tensión y corriente generada, optimizando costos y procesos de fabricación.

Palabras clave: Energía Solar, Celda Fotovoltaica, TiO₂ sensitivizado

INTRODUCCION

La tecnología tradicional usada para la construcción de celdas fotovoltaicas exige una infraestructura de cierta complejidad, la que demanda altas temperaturas en los procesos de obtención de silicio de alta pureza. La necesidad de producir energía eléctrica a partir de procesos simples, utilizando recursos regenerativos de reducido impacto ambiental y menores costos, ha impulsado la búsqueda de tecnologías alternativas de aplicación en regiones en desarrollo, zonas donde las necesidades básicas tienen mayor urgencia. En los últimos años, se ha estudiado la posibilidad de producir energía a partir de la fotosíntesis, proceso por medio del cual los organismos autótrofos transforman la energía radiante proveniente del sol en energía química. Los dispositivos fotoelectroquímicos que utilizan TiO₂ como semiconductor, se basan en la propiedad aportada por la molécula de clorofila de liberar un electrón al ser excitadas por un fotón.

ANTECEDENTES

Greg P. Smestad y Michael Grätzel lograron construir una celda electroquímica que reproduce la forma en que las plantas obtienen energía de la radiación solar. El funcionamiento de este tipo de celdas consiste en la captación de fotones a través de un semiconductor sensitivizado y posterior circulación de electrones a través del circuito. A pesar de tratarse de celdas alternativas a las tradicionales, los costos de los insumos asociados a esta tecnología, resultan algo elevados para su implementación en nuestra región, con el inconveniente adicional que algunos elementos comúnmente no se encuentran disponibles en nuestro mercado. El semiconductor utilizado en nuestro trabajo es el TiO₂, que presenta una estructura nanoporosa debido a su configuración cristalina de anastasa, y es capaz de promover un electrón de la banda de valencia a la banda de conducción con una radiación de longitud de onda menor a 380 nm (UV). Dado que la proporción de radiación ultravioleta del espectro solar es reducida (entre 5 y 8%), es que se debe sensitivizar el semiconductor con algún compuesto que tenga la propiedad de captar fotones en el rango visible del espectro e inyectarlo al semiconductor. De esta manera, es posible lograr una mayor eficiencia en la captación de la radiación solar.

MATERIALES Y MÉTODO

En los modelos construidos en la primera etapa del proyecto, se utilizó un sustrato de vidrio común, tipo float, de 20 mm x 60 mm x 3 mm, sobre el cual se delimitó el espesor de las tramas que formarán la grilla superior del dispositivo utilizando cinta adhesiva de 40 micrones de espesor. Posteriormente, se aplicó un aerosol con suspensión de metales en solventes orgánicos. La eliminación de los compuestos orgánicos más volátiles se logró por evaporación a temperatura ambiente y los de alto peso molecular se eliminaron mediante un tratamiento térmico por calcinación a 600°C durante un período de 10 minutos. De esta manera, por efecto de las altas temperaturas se eliminaron los restos de cinta adhesiva y los componentes orgánicos del aerosol, obteniéndose así un contacto eléctrico superior o grilla que permite recoger electrones cubriendo la menor área posible de la celda y favoreciendo al mismo tiempo el pasaje de la radiación a través de la misma. La aplicación del semiconductor en la grilla se realizó colocando 3 gotas de suspensión de TiO₂ en ácido acético al 5% m/v. El contraelectrodo o contacto eléctrico inferior, se consiguió siguiendo la misma metodología de fijación anterior, con la diferencia que se cubrió la totalidad de la superficie del vidrio utilizado como sustrato. La dispersión sobre la superficie del se obtuvo mediante el deslizamiento repetitivo, hacia adelante y hacia atrás, de una varilla de grafito o vidrio. Una vez concluida la aplicación se dejó secar el elemento a temperatura ambiente durante 10 minutos. Seguidamente se le realizó un tratamiento térmico a 450°C en mufla eléctrica por un lapso de 30 minutos. Cuando el dispositivo se enfrió hasta alcanzar nuevamente temperatura ambiente; fue sumergido durante 24hs en una placa de petri con la solución

sensitivizadora, encargada de absorber radiación visible del espectro solar. Esta solución se obtiene a partir de la agitación de hojas verdes en acetona, las cuales fueron molidas previamente para facilitar la extracción de sus moléculas de clorofila. Pasado el período de adsorción del colorante, se extrajo el dispositivo de la placa de petri y se dejó evaporar el solvente quedando así adsorbidas las moléculas de clorofila a las partículas de TiO_2 . Una vez seco el dispositivo se procedió a colocar tres gotas del electrolito y se lo dejó reposar permitiendo de esta manera que el mismo se difunda por capilaridad entre las partículas del semiconductor. La solución electrolítica utilizada estaba compuesta por un par redox de Iodo/Ioduro. Como último paso se montó la celda disponiendo la cara conductora del contraelectrodo sobre el electrodo con el semiconductor sensitivizado, sujetando ambos con dos broches metálicos. Una vez terminado el ensamblado se expone la celda a la radiación solar y se mide la diferencia de potencial entre los dos terminales y la corriente circulante.

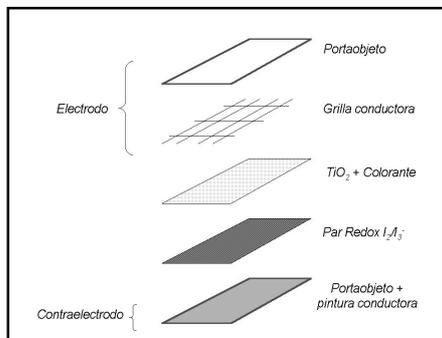


Figura 1: esquema de la estructura de la celda

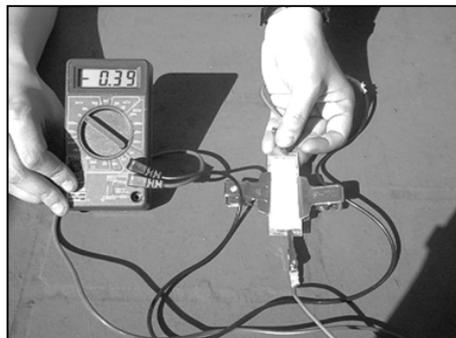


Figura 2: últimos modelos, medición de fuerza electromotriz

RESULTADOS DE LA SEGUNDA ETAPA

Los ensayos realizados este año presentan algunas variantes respecto a la formulación de las suspensiones utilizadas. Si bien el principio de funcionamiento sigue siendo el mismo, actualmente se utilizan solventes alcohólicos para suspender el semiconductor, con lo que se logran superficies más homogéneas y delgadas. También se está ajustando el método para lograr una deposición de óxido de estaño sobre los vidrios sustratos y de esta forma lograr electrodos transparentes y conductores. Para esto se está analizando la posibilidad de agregar sustancias tensioactivas a la solución de estaño para optimizar la conducción eléctrica de los vidrios.

El diseño y la construcción de las celdas de TiO_2 se encuentran aún en período de desarrollo, por lo que los resultados obtenidos hasta el momento, si bien se consideran satisfactorios, son de carácter parcial. El rendimiento de las celdas fue evaluado exponiendo las mismas a la radiación solar directa. Los valores de amperaje medidos finalizando la primera etapa, oscilaban entre 0.25 y 0.32 mA, mientras que la tensión obtenida se encuentra en el rango de los 0.25 y 0.55Volts, en celdas de $12cm^2$ de área expuesta. Las celdas electroquímicas construidas en esta segunda etapa tienen una superficie de $16cm^2$, lo que permitió obtener valores de corriente eléctrica de 0.28 hasta 0.38 mA y valores de tensión de hasta 0.55 volts. Aún no se pudo trabajar en la toma de mediciones en condiciones controladas. La falta de algunos instrumentos ha impedido esta evaluación, pero consideramos que será fundamental contar a la brevedad con esa posibilidad.

CONCLUSIONES

En la segunda etapa, se comenzó a trabajar sobre alternativas para el diseño y funcionamiento de la celda, que influiría directamente en la optimización de los valores de mediciones, voltaje y corriente generada, como así también en la reducción de costos y procesos de construcción. Los resultados obtenidos por ahora no reflejan significativas mejoras en relación a la primera etapa, aunque consideramos que estamos en el camino correcto para lograr una celda que alcance los requerimientos técnico-económicos planteados y suficiente estabilidad como para lanzarnos al armado de un módulo prototípico.

REFERENCIAS

- Hagfeldt, M. Grätzel, *Chem Rev.* 95 (1995) 49.
- K. Tennakone, et al., *J. Photochem. Photobiol.* 117 (1998) 137.
- T. Gerfin, M. Graetzel and L. Walder, *Progr. Inorg. Chem.*, Molecular and Supramolecular Surface Modification of nanocrystalline TiO_2 films: Charge separating and charge injecting devices. 44, 345-393(1998).
- J. Bisquert, *Departement de Ciències Experimentals, Universitat Jaume I*, Células Solares de titanio nanoestructurado sensitivizado. Alternativas para la generación fotovoltaica.

ABSTRACT

In this paper is shown the progress in the methodology of construcción of TiO_2 sensitized solar cells firstly introduced in the 2nd Iberoamerican Congress of Environmental and Life Quality at the National University of Catamarca, in November 2002. The objective of this work points to the use of low costs materials which allows to obtain photovoltaic cells following a simple procedure. The performing principles of this solar cells are based on the natural process of fotosíntesis. TiO_2 is used as semiconductor, which is sensitized using natural dyes. At present, some alternatives to improve voltage and current values are being studied, in order to optimize costs and manufacturing process.

Keywords: Solar Energy, Solar Cell, Sensitized TiO_2