

Area: Ciencias Exactas

Dra. Betsabé Marel Monroy Peláez

Título de Proyecto: Estudio de las propiedades ópticas de películas de nitruro de silicio con nanocristales de silicio para aplicaciones fotovoltaicas.

Convencida del beneficio que se le hará al medio ambiente en el futuro con el uso de energías renovables, la Dra. Betsabé Marel Monroy Peláez junto con su equipo de investigación trabaja en el mejoramiento de las celdas solares para aumentar su eficiencia, lo que contribuirá a reducir los niveles de contaminación en el planeta.

La eficiencia de las actuales celdas solares se ve afectada porque no aprovechan la luz ultravioleta del espectro solar. Una de las formas de incrementar su eficiencia es usar una capa anti-reflejante y fotoluminiscente que absorba la luz ultravioleta y la convierta en luz visible, la cual se absorbe mejor en la celda solar. Las películas de nitruro de silicio con nanocristales de silicio embebidos son un material muy prometedor en este sentido, ya que los nanocristales de silicio cumplen con esta conversión por efectos de confinamiento cuántico.

En el laboratorio se depositan estos materiales por la técnica de depósito químico en fase vapor asistido por plasma (PECVD). Se han obtenido películas homogéneas de nitruro de silicio con nanocristales de silicio y controlando las condiciones de depósito se puede modificar el tamaño y la densidad de los nanocristales de silicio.

Esto ha permitido tener una fotoluminiscencia intensa en diferentes regiones del espectro visible (color) en función de la distribución de tamaños de los nanocristales dentro de la película. En estos momentos se debe determinar la eficiencia de emisión y las condiciones que maximicen la amplificación óptica en estos materiales.

En el futuro cercano, se contempla la aplicación de las películas delgadas de nitruro de silicio con nanocristales de silicio embebidos obtenidas por nuestro grupo de investigación como películas convertidoras de frecuencia para mejorar la eficiencia en celdas solares, lo cual constituiría un aporte tecnológico importante en el área.

¿Para qué y por qué se puede aumentar la eficiencia de las celdas solares?

La luz visible, que es la solar, se pierde entre 10% y 15% en las celdas solares. La capa anti-reflejante en la que trabajo tiene una película oscura de nitruro de silicio con nanocristales, lo que aumenta la eficiencia al absorber más luz y emitir más luz.

Las celdas solares convencionales están hechas de silicio monocristalino que ilumina con una eficiencia relativamente baja, y la relación costo-beneficio sigue siendo alta, entonces la pregunta es ¿qué tanto podemos mantener el costo o bajarlo en la construcción de la celda? y ¿qué tanta luminosidad podemos obtener? El costo por el watt que genera la celda determina si es rentable o no.

Si a las celdas convencionales de ahora les introducimos este tipo de película en lugar de la que utilizan y logramos aumentar en 10% su eficiencia, quiere decir que estaríamos pagando lo mismo pero por 10% de más energía.

¿Qué se busca con este proyecto?

Aportar a la eficiencia de las celdas solares con el mínimo costo de producción posible. También una de las ideas básicas a generar a largo plazo está enfocada a las celdas solares de tercera generación, las cuales reducen al mínimo los costos de producción y maximizan la eficiencia. En la actualidad, la mejor celda solar (que es la más costosa) tiene 20% de eficiencia, mientras que el promedio de ellas está en 17%.

El sol radia hacia la tierra en el orden de un watt por metro cuadrado, entonces la celda solar tiene esa medida de energía disponible, pero sólo aprovecha el 20%, que es extraíble para consumo humano, lo cual es poco, pero es una fuente de energía sustentable, limpia, sin contaminación.

La idea es que si trabajamos en la producción de energías sustentables y limpias se estaría compitiendo con las formas tradicionales de conseguirla, que involucran gas, carbón, petróleo y que son más contaminantes.

¿Qué otras características tiene el material en el que trabaja?

El material que trabajo en la película para celdas poliméricas tiene la virtud de proteger la celda solar y transformar la luz ultravioleta -que daña al polímero- en luz visible sin afectar el plástico.

Las celdas solares de tercera generación tienen una combinación de materiales y propiedades que maximizan la eficiencia lumínica. El límite natural calculado para la eficiencia de una celda es de 60 o 70%. Hoy en día, con la actual tecnología, se está en el 20% , y lo que se pretende es llegar a lo más cercano al límite natural.

¿Cuál es el límite natural?

La naturaleza permite como máximo aprovechamiento de la luz del sol para convertirla en energía eléctrica en el orden del 70%, si se llega al 40% con las celdas solares se estaría compitiendo con energías de hidrocarburos (carbón, petróleo, gas natural). Ahora se está lejos de esa meta, pero se puede lograr.

El proceso natural que más aprovecha la luz solar es la fotosíntesis: las plantas absorben la luz del sol y generan su propia energía para sobrevivir, es un proceso que aprovecha la energía solar en 60 o 70% (lo máximo natural permitido).

¿Se podría aprovechar al máximo en una celda solar?

Nada puede aprovecharlo al 100% porque siempre hay fenómenos disipativos. La energía siempre se conserva, pero parte de ella no se puede aprovechar, y no es que no se conserve, sino que se libera en el universo, al medio ambiente y regresa en formas que nosotros los humanos no podemos aprovecharlo, entonces ese 60 o 70% disponible la planta lo aprovecha, lo demás lo libera a la naturaleza.

El ser humano, con las celdas solares actuales, aprovecha el 20% y libera el 80% de lo que cede la naturaleza; pero en realidad, a lo más que se puede aspirar a aprovechar es

el 70% de la energía por la anterior explicado. Incluso, el cuerpo humano, que es perfecto, no aprovecha al 100% de energía solar, porque también la libera.

¿Por qué hacerlo?

Existe la necesidad de una política pública en el tema de las energías. En Europa las energías renovables han sido exitosas porque hay un subsidio gubernamental importante para la adquisición de las celdas solares y nosotros, como científicos, tenemos la tarea de bajar ese costo de producción. Debemos conjuntar esfuerzos para que estas energías sustentables puedan llegar a la sociedad de manera más directa. Hay que tomar en cuenta que las celdas solares son el único dispositivo que existe en la actualidad para aprovechar la luz solar.

¿Qué es lo que puede destacar del trabajo que realiza?

Nuestra fotoluminiscencia es de muy buena calidad, la intensidad de emisión por cada fotón ultravioleta que la película absorbe está en el orden de un fotón que emite la película, es por eso que pedí el apoyo de esta beca, porque quiero medir exactamente la emisión de luz.

En términos generales, el dispositivo tiene un avance del 50% por ciento, lo que quiere decir que en unos cinco años más podríamos verlo terminado. Nuestra intención última es generar este dispositivo en México, patentarlo y que se aplique en la industria.

La película en la que trabajo también serviría para iluminación, se podría aplicar de igual manera en un LED (diodo emisor de luz) trabajando con un dispositivo diferente, pero la emisión es tan intensa, que es factible.

¿Por qué dirigió su investigación a las celdas solares?

Apuesto a las energías renovables porque son el futuro, es una forma de no contaminar el planeta. Nuestra sociedad necesita de energía y nosotros, como investigadores y científicos, trabajamos para poder entregarle a la sociedad una forma que sea limpia y accesible, esa es nuestra misión y visión en el equipo.

¿Esta investigación, ganadora de la beca UNESCO-L'Oréal-AMC, cómo participa en la totalidad del proyecto del equipo?

Mi investigación es parte de otra. Me dedico a la investigación de películas de nitruro de silicio. El equipo quiere llegar a la celda solar de tercera generación, a todo el dispositivo. Estoy enfocada a la capa superior y participo y colaboro en otras partes del dispositivo: en el área que absorbe, en los contactos eléctricos, en las interfases entre cada capa, entre un material y otro; esa conexión debe ser lo más limpia posible, lo más cercana a la perfección para evitar pérdidas.

¿Cómo ha sido su experiencia como investigadora?

Ha sido una etapa enriquecedora y apasionante. Estudié física y siempre supe que quería ser investigadora, es una vocación en mí, tengo mucho amor y pasión por lo que hago. Estoy en un nivel en el que se tiene la posibilidad de escribir y publicar, porque no todo

está escrito en nivel de doctorado, no están las respuestas en un manual y eso para mí es fascinante también.

En mi opinión, todo científico en México es apoyado por la sociedad, estamos aquí gracias a que tuvimos beca en todos nuestros estudios de posgrado, por lo que es una responsabilidad devolver en algo a cambio de lo mucho que se nos ha dado; por eso me gusta la investigación aplicada.

¿Qué representa para usted haber obtenido la beca UNESCO-L'oréal-AMC?

Es un premio y un reconocimiento a la investigación. Es importante para la gente y para la comunidad científica, sobre todo cuando se es joven y se está picando piedra. Ha sido maravilloso ganar esta beca porque podré continuar trabajando en mi investigación.

Betsabé Marel Monroy Peláez  
Investigadora asociada C  
Departamento de Materia Condensada y Criogenia,  
Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM

Formación académica:  
Doctorado y Maestría en Ciencia e Ingeniería de Materiales  
Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM  
Licenciatura en Física  
Facultad de Ciencias, UNAM  
Nivel SIN: 1