

PROPUESTA DCI

Tema de tesis: **Investigación y desarrollo de semiconductores de amplio ancho de banda para su aplicación en la desinfección del COVID19**

Responsable:

Dr. Carlos Alberto Hernández Gutierrez.

Línea de Investigación: Instrumentación y Control de Energía.

1. Resumen

En esta propuesta se pretende crecer, impurificar y caracterizar el AlGa_N sobre SiC con concentraciones de Al que permitan emitir luz en el rango de 260 a 285 nm con el objetivo de desarrollar UV-LEDs que sirvan para desinfectar el virus del COVID19. Para lograrlo, se requiere investigar las condiciones de crecimiento que permitan incorporar altas concentraciones de aluminio ~80%. Adicionalmente, con el objetivo de fabricar dispositivos bipolares se requiere impurificar este material obtener la conductividad tipo "p". Por último, se investigará un proceso fabricación de contactos Ohmicos de baja resistencia que sirva de interfaz entre el material y la siguiente etapa de circuitería.

2. Introducción

De acuerdo con la organización mundial de la salud (OMS) hasta el momento que se escribe esta propuesta, las muertes debidas a COVID19 en México ascienden a 22584 [1]. Con el objetivo de poner en contexto esta situación, en China se reportan únicamente 4647 defunciones. Adicionalmente nos enfrentamos a un desabasto de respiradores debido al costo y a la incapacidad de desafectarlos efectivamente. Es por ello que se requieren acciones urgentes que permitan combatir este virus. Una de las alternativas es la desinfección a través luz UV (ultra violeta). Por lo tanto, un sistema de desinfección efectivo por UV contra el nuevo virus podría permitir la desinfección del llamado EPP, equipo personal de protección, con el objetivo de que sea reutilizado debido a limitaciones de suministro. Se ha demostrado que la desinfección UV puede esterilizar al 99.9% si se irradia por 30s. Adicionalmente, se ha demostrado que la esterilización del interior de vehículos desocupados reduce el riesgo de infección para conductores de ambulancias y paramédicos después de transportar a un paciente infectado.

Desde el punto de vista técnico se ha reportado que el rango de longitudes de onda relevante para combatir el COVID19 se encuentra entre 260-285 nm [2]. Incluso se ha reportado que la desinfección por UV es un método que se utiliza para inactivar microorganismos dañando al ácido desoxirribonucleico (ADN) y evitando su replicación. Estudios previos demostraron que la luz UV puede inactivar el coronavirus, incluido el síndrome respiratorio agudo severo coronavirus (SARS-CoV) y coronavirus del síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS-CoV) [3]. Un estudio de respiradores contaminados con influenza A H1N1 encontró reducciones significativas (≥ 3 log reducción [4]) en influenza bajo condiciones de suciedad artificial después de ser tratado por 60-70 segundos con una irradiancia de 17 mW/cm², lo que resulta en una dosis de ~ 1 J/cm² (empleando una longitud de onda de 254 nm) [5]. Sin embargo, es importante mencionar que la luz UV es dañina para la piel y los ojos de los humanos, por lo que su uso se debe restringir a aplicaciones

donde no hay nadie presente en el momento de la desinfección. En la figura 1 se muestra un equipo de desinfección típico que ilustra la intención de este proyecto.

La generación de luz UV se logra empleando lámparas de vapor de mercurio y para sustituirlas por dispositivos más eficientes como los LEDs. Se requiere de un esfuerzo científico extraordinario debido a que, existen pocos materiales de tan amplio ancho de banda que puedan generar el rango de longitudes de onda requerido. Los candidatos más relevantes para cumplir con los requerimientos en orden de importancia son el AlGaIn y el Ga_2O_3 [6, 7, 8]. Es por ello que científicos de la universidad de Santa Barbara han incrementado los esfuerzos para desarrollar tecnología UV-LED que compita con las lámparas de mercurio en eficiencia, costo, confiabilidad y vida útil [8]. En la figura 2 se muestra una estructura de UV-LED de estado del arte (2020), así como su mapa químico que demuestra la presencia de Al en cada capa. Adicionalmente el mapa de espacio recíproco revela que la concentración de Al en AlGaIn para alcanzar el rango de longitudes de onda requerida llega a ser hasta de hasta 80%. Este último resultado es de suma importancia ya que en este trabajo se investigarán las condiciones de crecimiento que permitan sintetizar este material con altas concentraciones de aluminio. Adicionalmente se investigarán las condiciones de crecimiento que permitan reducir los defectos estructurales tales como dislocaciones y fallas de apilamiento que degraden la luminiscencia [9-10].

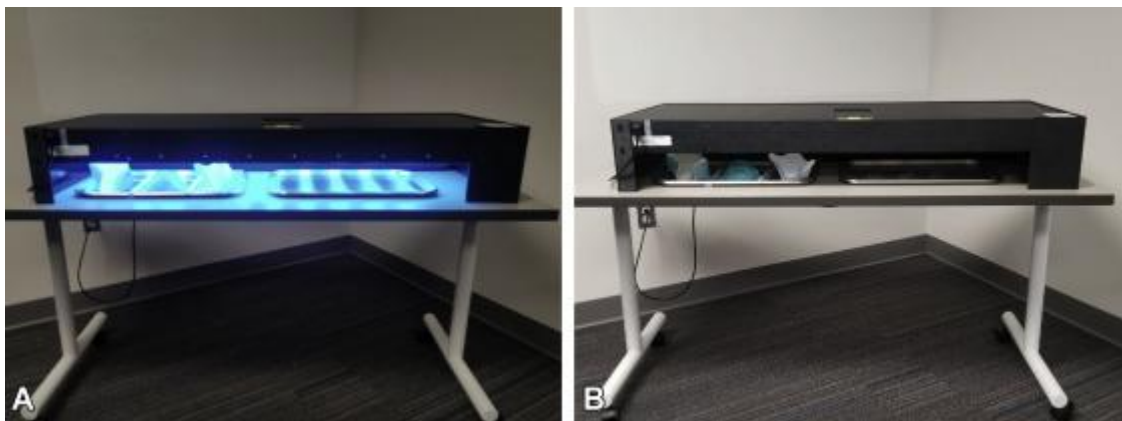


Figura 1. Ejemplo de desinfección por UV [2]

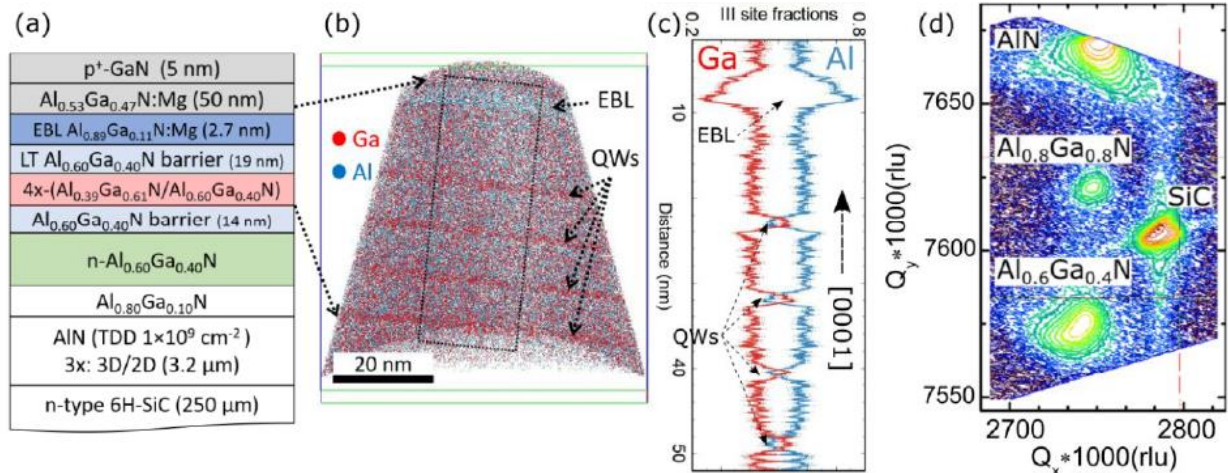


Figura 2. a) Estructura de estado del arte de UV-LED, b) y c) Mapa químico de la estructura y d) Mapa de espacio recíproco de la estructura [7].

3. Hipótesis

- Se espera que el método de MEE sea más eficiente para incorporar altas concentraciones de Al en comparación con el método MEBE en el que se emplean altas temperaturas de crecimiento (~700 °C) y altos flujos de aluminio.
- Un crecimiento bien controlado con una capa buffer AlN optimizada evitará la alta propagación de defectos que reduzcan la fotoluminiscencia.
- Se espera que nuestra fotoluminiscencia tenga ancho espectral mayor a 20nm.

4. Objetivos

General

Crear, impurificar y caracterizar películas de AlGaN sobre sustratos de SiC para emitir luz en el rango de longitudes de onda de 260-285nm por epitaxia de haces moleculares para combatir al COVID19.

Específicos

- Crear el AlGaN con concentraciones cercanas al 80%.
- Impurificar el AlGaN con Mg o Be para obtener AlGaN de conductividad tipo "p".
- Caracterizar eléctrica, óptica, estructural y químicamente la película de AlGaN.
- Desarrollar un proceso para depositar contactos Ohmicos de baja resistencia para el p-AlGaN.
- Caracterizar, eléctrica, óptica, estructural y químicamente las películas de AlGaN crecidas por MBE.
- En caso de que se cumplan las metas asociadas a los objetivos específicos a, b, c y d. Se estudiarán procesos de fabricación de LEDs incluidos la unión pn y decapado por plasma en un cuarto limpio.

5. Metas.

- Desarrollar un material con ancho de banda en el rango requerido para su aplicación en desinfección de COVID19.

- b) Impurificar este material logrando una alta concentración del orden de 1×10^{18} huecos/cm³ que permita uniones pn y depósito de contactos Ohmicos.
- c) Desarrollar contactos Ohmicos con resistencia especifica de contacto no mayor a 10^{-3} Ohm cm.
- d) Publicar 2 artículos indexados JCR.
- e) En caso de que el presupuesto lo permita un artículo de congreso internacional.

6. Cronograma de actividades

Actividades	Primer año	Segundo año	Tercer año	Cuarto Año
Análisis del estado del arte				
Desarrollo de cálculos o simulaciones esenciales para el desarrollo experimental				
Desarrollo experimental y caracterización				
Escritura y publicación de artículos JCR				
Escritura y defensa de la tesis				

7. Financiamiento

Al momento de escribir esta propuesta no se cuenta con financiamiento, es por ello que se colaborará otras instituciones de investigación como CINVESTAV IPN, ESFM-IPN, IPYCIT, ITESO y UTD. A pesar de ello es importante mencionar que este es un tema de prioridad internacional. Por lo tanto, se puede concursar en proyectos que permitan financiarlo.

8. Referencias.

[1] <https://covid19.who.int/>

[2] David Bradley, Mater Today (Kidlington). 2020 May 25
doi: 10.1016/j.mattod.2020.05.007

[3] Bedell K, Buchaklian AH , Perlman S. Efficacy of an Automated Multiple Emitter Whole-Room Ultraviolet-C Disinfection System Against Coronaviruses MHV and MERS-CoV. Infect Control Hosp Epidemiol 2016;37:598-9.

[4] "Final Report of an NWRI Independent Advisory Panel: Recommended DPR General Guidelines and Operational Requirements for New Mexico" (PDF). National Water Research Institute. January 22, 2016. Retrieved December 7, 2018.

[5] Mills D, Harnish DA, Lawrence C, Sandoval-Powers M , Heimbuch BK. Ultraviolet germicidal irradiation of influenza-contaminated N95 filtering facepiece respirators. American journal of infection control 2018;46:e49-e55.

- [6] Xi Xiao, Solution-processed amorphous Ga₂O₃:CdO TFT-type deep-UV photodetectors, Appl. Phys. Lett. 116, 192102 (2020)
- [7] Chih-Hsun Lin, Ga₂O₃-based solar-blind deep ultraviolet light-emitting diodes, Journal of Luminescence Volume 224, August 2020, 117326
- [8] Burhan K. SaifAddin et al. AlGa_N deep-ultraviolet light-emitting diodes grown on SiC substrates, ACS Photonics 2020, 7, 3, 554–561
- [9] Susilo, et al. AlGa_N-Based Deep UV LEDs Grown on Sputtered and High Temperature Annealed AlN/Sapphire. Appl. Phys. Lett. 2018. <https://doi.org/10.1063/1.5010265>.
- [10] Hirayama, et al. Fabrication of a Low Threading Dislocation Density ELO-AlN Template for Application to Deep-UV LEDs. Phys. Status Solidi 2009, 6 (S2), S356–S359. <https://doi.org/10.1002/pssc.200880958>.
- [11] Giuseppe Greco et al. Ohmic contacts to Gallium Nitride materials, Applied Surface Science Volume 383, 15 October 2016, Pages 324-345