11

MATERIALES ORGANOMETÁLICOS

Materiales organometálicos
Aplicaciones en la industria

Jorge Luis Vazquez Arce[1], Rafael García Gutiérrez[1], Jorge Octavio Mata Ramírez[2]

[1]Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño de la Universidad Autónoma de Baja California, campus Ensenada.
[2]Departamento de Investigación en Física de la Universidad de Sonora.

En los últimos 15 años, la tecnología de los semiconductores ha adquirido gran relevancia en nuestra vida cotidiana. Tanto las computadoras como los celulares, las luces LED e innumerables aparatos que están a nuestro alcance, han evolucionado día con día mejorando su eficiencia, calidad y precio.

Los dispositivos semiconductores como los transistores y diodos que componen nuestros aparatos electrónicos, son hechos principalmente de elementos como Ga, Al, In, Si, Ge, C, Cd, As, entre otros, y son útiles, debido a que su comportamiento puede ser fácilmente manipulado por la adición de impurezas en su estructura a nivel atómica, conocidas como dopaje. La conducción de corriente en un semiconductor se produce a través de electrones y espacios "libres" o "huecos" en la estructura, y se les conoce como portadores de carga[1].

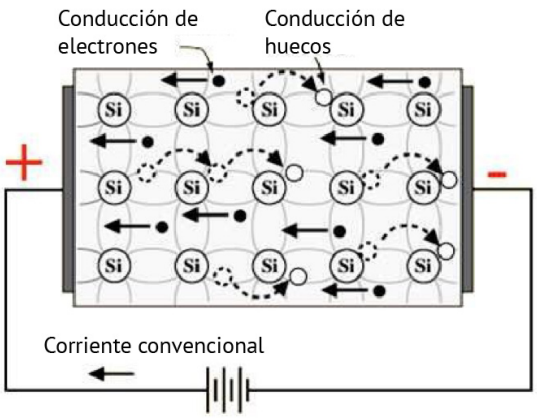

Figura 1. *Esquema del flujo de electrones en un material semiconductor.*

Estos dispositivos son sintetizados industrialmente mediante técnicas de deposición química en fase gas como:

depósitos por vapores químicos organometálicos (MOCVD, por sus siglas en inglés) y por depósitos por capas atómicas (ALD, por sus siglas en inglés), que utilizan como precursor del elemento semiconductor que quieren depositar, este compuesto.

Un material organometálico consiste en un átomo metálico, unido a uno varios ligandos orgánicos (compuestos de carbono); de tal forma que este compuesto adquiere propiedades intensivas totalmente diferentes a las del átomo metálico, como un aumento en la presión de vapor y una considerable disminución en el punto de fusión, las cuales, al ser una síntesis de deposición vía vapor, ayudan a disminuir los costos de producción ya que la temperatura a la cual los elementos semiconductores tienen una presión de vapor ideal para la deposición, es muy baja en comparación con un material organometalico, además ofrecen mayor control sobre el crecimiento del depósito debido a que ofrecen la posibilidad de colocar átomo por átomo[2].

PRECURSOS	FÓRMULA QUÍMICA
Trimetil Aluminio	$Al(CH_3)_3$
Trimetil Galio	$Ga(CH_3)_3$
Tetraetil Germanio	$C_8H_{20}Ge$

www.strem.com

Tabla 1. *Materiales organometálicos que se utilizan como precursores para síntesis de materiales semiconductores en técnicas como Metal Organic Chemical Vapor Deposition (MOCVD) y Atomic Layer Deposition (ALD)*

Una de las principales aplicaciones donde se usaron materiales organometálicos como precursores, fue el descubrimiento del LED azul, premio nobel en 2014, por los Doctores Akasaki, Nakamura y Amano. Un diodo emisor de luz consiste en varias capas de materiales semiconductores: una capa de tipo n con un exceso de electrones, y una capa de tipo p con un exceso de huecos. Entre ellos, está una capa activa, en la que los electrones negativos y los agujeros positivos son accionados cuando se aplica una tensión eléctrica al semiconductor. Cuando los electrones y los agujeros se encuentran se recombinan y se crea la luz. Aproximadamente la eficiencia lumínica re-

ciente es algo más de 300 lúmenes/vatio, que se puede comparar a 16 para las bombillas incandescentes y cerca de 70 para las lámparas fluorescentes[3].

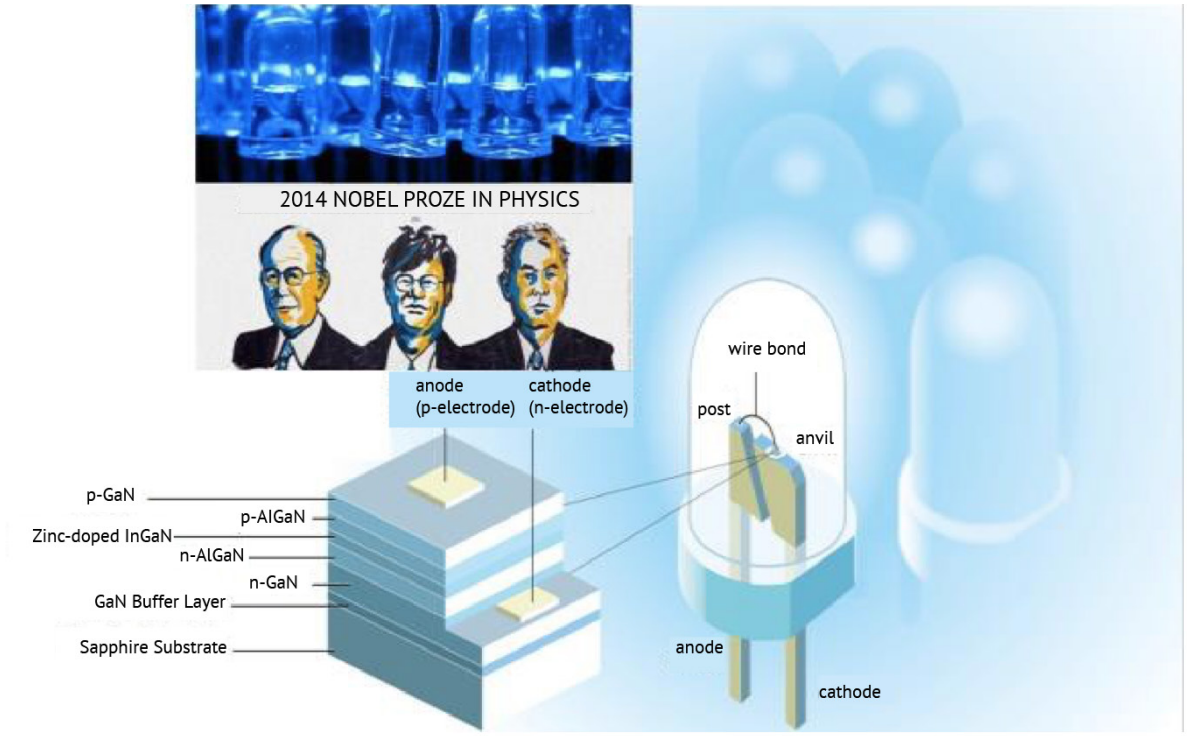

Figura 2. *Estructura del led azul inventado por los doctores Akasaki, Nakamura y Amano, acreedores del premio nobel en 2014.*

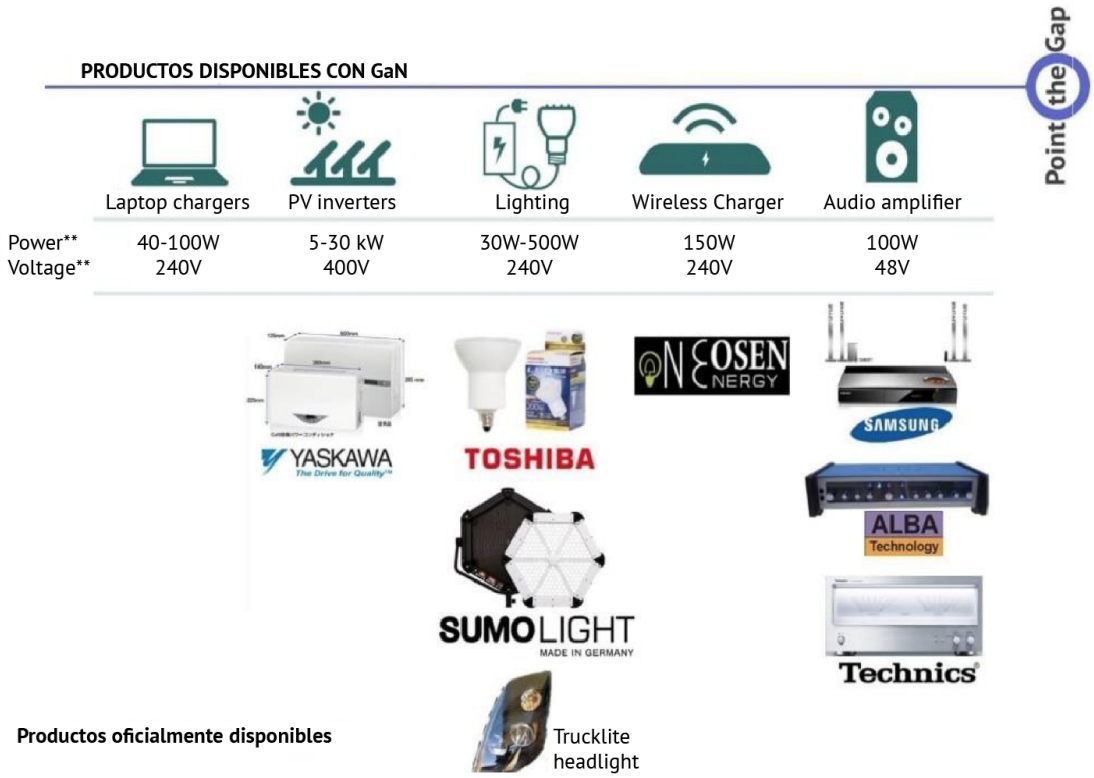

Figura 3. *En esta imagen se muestran algunas de las aplicaciones que podemos encontrar en el mercado del Nitruro de Galio (GaN) sintetizado mediante la técnica Metal Organic Chemical Vapor Deposition (MOCVD) utilizando precursores organometálicos como el Trimeti-Galio (TMGa). https://www.pntpower.com/our-reports/gallium-nitride-applications/*

En la actualidad, podemos encontrar una gran variedad de componentes electrónicos sintetizados utilizando materiales organometálicos que usamos de manera cotidiana en pantallas de televisión, blue-ray, celdas solares, sensores de gas, computadoras, celulares, vidrios de baja emisividad y un gran número de dispositivos que cada día ayudan a mejorar nuestra calidad de vida[1].

Agradecimientos

A la Red Temática de Energía Solar del CONACyT, por su financiamiento para la realización de la estancia de investigación en el Departamento de Investigación en Física de la Universidad de Sonora. Al Dr. Rafael García Gutiérrez del Departamento de Investigación en Física de la Universidad de Sonora por todo el apoyo durante mi estancia y mi trabajo de investigación en Síntesis de Materiales Organometálicos.

REFERENCIAS

[1] Ghibaudo, G. and Rafhay, Q. 2014. Electron and Hole Mobility in Semiconductor Devices. Wiley Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineering. 1–13.

[2] R. A. Fischer, Precursor Chemistry of Advanced Materials: CVD, ALD and Nanoparticles (Springer, Heidelberg, 2005). 1-48 125-145.

[3] L. Bergstrom *et al.*, 2014 "Blue LEDs - Filling the World with New Light," Royal Swedish Academy of Sciences.