

SISTEMA DE FABRICACIÓN DE MATERIALES EN FORMA DE CAPAS DELGADAS DE ELEMENTOS, COMPUESTOS Y ALEACIONES MEDIANTE DEPOSICIÓN FÍSICA DE VAPOR (PVD).

Lloret-Vieira, F.

Equipo de investigación Ciencia e Ingeniería de los Materiales, Instituto IMEYMAT, Universidad de Cádiz.

La deposición física de vapor (PVD por sus siglas en inglés) es una de las técnicas más potentes para el crecimiento de capas delgadas y recubrimientos. Por estas siglas se entienden todas las técnicas de fabricación basadas en la deposición de materiales mediante procesos físicos. Es decir, el material a depositar (que puede ser uno, como el oro, o un compuesto, como el nitruro de aluminio) parten de un estado gaseoso elemental reactivo, ya sea por calentamiento o pulverización catódica, y se deposita para formar láminas en estado sólido, todo ello en una atmósfera de alto vacío. Estos procesos son puramente físicos, no siendo necesarias las reacciones químicas en la deposición.

Las aplicaciones de ésta técnica de fabricación son muy numerosas, siendo básica en industrias como la mecánica, óptica, electrónica y química. Ejemplos claros de su uso son la deposición de capas finas para paneles solares, la deposición de láminas de tereftalato de polietileno (PET) para el envaseo de alimentos y globos, la deposición de máscaras para procesos de litografía, el recubrimiento de todo tipo de herramientas de corte o la deposición de cubiertas protectoras para multitud de fines.

Una de las grandes ventajas del PVD frente a otras técnicas de deposición es el gran número de materiales que permite depositar y su capacidad para ser utilizada sobre prácticamente cualquier tipo de superficie utilizando una amplia variedad de acabados.

El equipo adquirido en concreto consta de dos sistemas de deposición, uno de evaporación con cañón de electrones y otro de pulverización catódica magnetrón, usando una fuen-

te de radiofrecuencia. La deposición con cañón de electrones se trata de un sistema por el cual un haz de electrones incide sobre el blanco sólido del material a depositar, calentándolo y convirtiéndolo en fase vapor para su deposición. Por su parte, la pulverización catódica de magnetrón vaporiza el blanco sólido mediante la incidencia de iones cargados. La existencia de dos métodos diferentes de deposición dota al sistema de una gran versatilidad debido a la gran diversidad de materiales que pueden depositarse, desde metales con gran pureza hasta aleaciones complejas de óxidos y nitruros, incluso con la posibilidad de usar N₂, O₂ y Ar como gases reactivos, es decir, añadir gases directamente durante el proceso para depositar así óxidos o nitruros. El sistema consta además de una fuente calorífica para el calentamiento del sustrato durante la deposición hasta 800°C que facilita las reacciones químicas necesarias para, por ejemplo, la formación del óxido.

Las posibilidades del equipamiento lo hacen muy atractivo para un gran número de grupos y líneas del Instituto, cuyas actividades de investigación se ven claramente reforzadas con el uso de este instrumental. Entre las aplicaciones para los materiales a sintetizar en el contexto del proyecto se encuentran la fabricación de sistemas anti-reflectantes y filtros ópticos (con TiO₂, SiO₂, Si, ITO), sistemas termocrómicos (VO₂), memristores (TiO₂, VO₂), contactos y aislantes en electrónica (Al₂O₃, ZrO₂, Ti, Pt, Au, Zr, ...), máscaras para fotolitografía (Al, Ni, ...), deposición granular-dieléctrico/dieléctrico, nanocomposites ferromagnéticos alternativos, etc. Se fabrican así series de capas, por una parte, densas homogéneas y heterogéneas (con nanoparticulas o nanoca-



Figura 1. Partes del sistema MPCVD antes del montaje.

“la deposición física de vapor es una de las técnicas más potentes para el crecimiento de capas delgadas y recubrimientos”

pas integradas) usando un ángulo de deposición estándar perpendicular a la superficie del sustrato, y por otra parte con porosidad controlada mediante deposición con ángulo oblicuo o rasante (OAD-GLAD). Además, la alta conformidad de las técnicas PVD permite recubrir sustratos complejos fabricados mediante fabricación aditiva (impresión 3D) con el fin de mejorar su funcionalidad superficial.

En concreto, dentro de las líneas de investigación del instituto IMEYMAT, el sistema PVD es usado para:

- La fabricación de contactos en dispositivos electrónicos de potencia basados en diamante mediante deposiciones metálicas de Ti/Pt/Au (contacto óhmico) y de Zr/Pt/Au (contacto Schottky).
- El diseño y la caracterización de heteroestructuras III-V, y el desarrollo de nanoestructuras de In(Ga)N para aplicaciones en dispositivos opto- y micro-electrónicos.
- La síntesis y preparación de nanomateriales avanzados para su uso en energía solar.

• La deposición de películas delgadas de metales granulares formados por nanopartículas metálicas embebidas en una matriz dieléctrica para aplicaciones magneto-ópticas y plasmónicas.

• La fabricación de láminas delgadas de TiO_2 dopadas con elementos metálicos para aplicaciones fotovoltaicas y photocatalíticas (materiales de utilidad en aplicaciones tales como la fabricación de electrodos para pilas de combustible de óxido sólido (SOFC) y para sensores de oxígeno, en dispositivos de apantallamiento electromagnético, así como en dispositivos ópticos gracias a su elevada susceptibilidad no lineal de tercer orden).

• La deposición de capas delgadas de semiconductores amorfos y el desarrollo de nuevas capas funcionales que integran nanoestructuras para LEDs, tecnologías fotovoltaicas y plasmónicas.



Figura 2. Montaje final del sistema MPCVD.



El Dr. Fernando Lloret es licenciado en Física por la Universidad de Sevilla y Master en Ciencias y Tecnologías Químicas por la Universidad de Cádiz. Trabajó durante 3 años como investigador en la Foundation for Research and Technologies de Grecia. En 2017 se doctoró en Física con sobresaliente Cum Laude por la Universidad de Grenoble Alpes (Francia) y en Ciencias por la Universidad de Cádiz, la cual le otorgó el premio extraordinario de doctorado. Tras un contrato pos-doctoral en el IMEC de Bélgica regreso a la Universidad de Cádiz donde trabaja como Profesor Sustituto Interino.