

PULIDO QUÍMICO-MECÁNICO DE SUSTRADOS COMERCIALES DE MATERIALES DE ELEVADA DUREZA.

Alegre M.P.; Millán-Barba J.; Lloret F y Villar M.P.

Equipo de investigación: "Tecnología de la producción TEP-0120 líneadiamante para dispositivos de potencia", Instituto IMEYMAT, Universidad de Cádiz

En la actualidad, se habla de la "Edad de la información". Este calificativo engloba una revolución mundial que ha sido posible gracias en parte al desarrollo de la industria de los semiconductores. Esta industria se ha basado en el empleo de materiales como el Si, el GaAs, el SiC y el GaN para la fabricación de todo tipo de dispositivos electrónicos y opto-electrónicos. Sin embargo, para dispositivos que operen en condiciones de servicio extremas, el diamante podría ser el material idóneo ya que tiene: i) la menor constante dieléctrica, ii) un elevado ancho de banda prohibida, iii) una excelente movilidad electrón-huecos, iv) un elevado voltaje de ruptura, v) una buena conductividad térmica y vi) puede operar a una temperatura superior a 600°C y una frecuencia mayor a 81GHz. Tales prestaciones hacen al diamante un material muy atractivo para su uso en la fabricación de microprocesadores de última generación, dispositivos de alta potencia, cristales dispersivos, espejos ópticos... No obstante, para que su implementación como material de futuro en la industria de semiconductores sea una realidad factible, hay que superar una serie de limitaciones asociadas a la calidad cristalina y tamaños de los sustratos que hay en el mercado y que se usan como base para crecer las estructuras de diamante homoepitaxial con las que se fabricarán todos estos dispositivos.

En el crecimiento de capas de materiales semiconductores mediante MPCVD ("Microwave plasma chemical vapor deposition") el sustrato empleado como base, juega un papel crucial en la consecución de capas de elevada calidad cristalina. Su rugosidad, miscut (grado de desorientación cristalográfica respecto a una reflexión determinada), imperfecciones cristalinas tales como hillocks y cristallitas, deterioran la calidad de los materiales crecidos sobre ellos. Además estas superficies, deben de reunir una serie de características como son: i) rugosidad del orden de

las unidades de nanómetro, ii) baja densidad de defectos superficiales (etch pits, cristallitas y/o hillocks, iii) elevada calidad cristalina (baja densidad de dislocaciones y defectos planares) y iv) tamaños de oblea equiparables a las empleadas en la tecnología del Silicio para que puedan ser implementadas. Sin embargo, estos requerimientos no son encontrados en los sustratos comerciales que las empresas del sector ofertan, ya que tales sustratos suelen poseer una rugosidad superior, presentan defectos, tanto a nivel superficial como subsuperficial y son de menor tamaño.

La solución final a este problema pasa por desarrollar nuevas metodologías de pulido, que permitan mantener una baja densidad de defectos en el material, como herramienta base en la eliminación imperfecciones cristalinas, tanto las inherentes al sustrato como las producidas también por el pulido mecánico. No obstante, su implementación como proceso rutinario aún queda lejos de ser una realidad al haber aún muchos interrogantes en el proceso.

Es en este sentido la razón por la que la implementación de este proyecto significaría un avance tangible en la tecnología del diamante, ya que determinará los parámetros claves en la consecución de sustratos de diamante de elevada calidad cristalina y posibilitará crear un procedimiento rutinario que garantice la reproducibilidad de los resultados obtenidos.

El proyecto propone el empleo de una metodología de pulido "químico-mecánico" aplicable a sustratos de diamante comerciales HPHT y CVD de calidad óptica, tanto de nueva adquisición como reciclados, para ser implementados como base en el crecimiento de materiales semiconductores mediante MPCVD. Su puesta a punto

Los defectos como las pajas, sobrenadan en la superficie; el que quiera encontrar perlas, debe sumergirse" John Dryden (1631-1700)

ha supuesto: i) el acondicionamiento del espacio destinado para la localización de la máquina de pulido (diseño de nuevas canalizaciones eléctricas, de saneamiento y suministro de aguas), ii) diseño de una nueva metodología de embutición de muestras y iii) acondicionamiento del sistema de pulido a las especificaciones de la metodología a aplicar.

Los resultados obtenidos tras la implementación del procedimiento desarrollado en este proyecto ("pulido

químico-mecánico"), posibilitan reducir la rugosidad de sustratos comerciales de diamante HPHT reutilizados en 2nm. Esta reducción se consigue al emplear: i) un plato de hierro dulce (bajo contenido en C), ii) un entorno básico compuesto por una disolución de agua oxigenada al 50%, iii) una presión de 5KN, iv) velocidad de rotación de 150rpm y v) 10 horas de trabajo.

Tabla 1	
Antes del pulido	Después pulido
R _p	51.6nm
R _v	43.4nm
R _z	94.9nm
R _c	26.0nm
R _t	109nm
R _a	12.5nm
R _q	16.3nm
R _{sk}	0.300nm
R _{ku}	3.66nm
R _{dc}	23.4nm
R _p	50.9nm
R _v	40.1nm
R _z	91.1nm
R _c	28.9nm
R _t	99.6nm
R _a	10.3nm
R _q	13.3nm
R _{sk}	0.219nm
R _{ku}	3.60nm
R _{dc}	20.2nm

Figura 1. Resumen de los parámetros de la rugosidad superficial según norma ISO4287

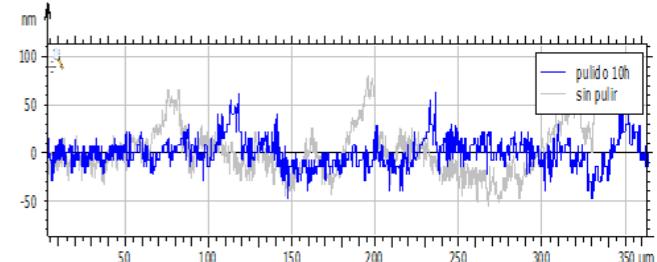


Figura 1. Perfiles de rugosidad realizados antes y después de un proceso de pulido de 10 horas sobre una muestra de diamante reutilizado. La rugosidad superficial desciende en 2nm tras su ejecución.



La Dra. María de la Paz Alegre Salguero se licenció en Química por la Universidad de Cádiz. Tras cursar estudios de Máster en Ciencias y Tecnologías Químicas en la misma Universidad, realiza su tesis doctoral en esta institución finalizándola en 2015 con la calificación "Sobresaliente cum laude". Tras su paso por la empresa privada, regresa en 2018 a la Universidad de Cádiz tras ganar un contrato como "Personal técnico de Apoyo a la investigación (PTA) otorgado por el Ministerio de Universidades del que disfruta hasta enero de 2021. En la actualidad sigue trabajando en el seno de esta institución bajo un contrato posdoctoral como investigadora dado por la Junta de Andalucía.