

PELÍCULAS LIBRES DE PLOMO PARA APLICACIONES EN MICRO Y NANODISPOSITIVOS

Código: ING319

Período: 2010-2011

Director: Pellegrini, Nora S

E-mail: pellegrini@fceia.unr.edu.ar

Integrantes: Roldán, María V; Fernández Solarte, Alejandra M

Objetivos

El primer objetivo de este proyecto será la síntesis y caracterización ferroeléctrica y piezoelectrica de cerámicos y películas delgadas de base $(KxNa_{1-x})NbO_3$ con doble-substitución, en sitio A y en sitio B de la perovskita (ABO_3), y con triple substitución, en sitio A y doble en B. El Litio es el catión sustituyente en el sitio A, y la sustitución será simétrica ($K_{0.5-x}Na_{0.5-x}Li_x$) y antisimétrica ($K_wNa_zLi_x$) con $w+z+x=1$ y w distinto de z . Los sustituyentes en sitio B serán Ta, Sb, V y W. Se estudiará el efecto de las distintas variantes de composiciones en zonas próximas a los bordes de fases morfotrópicas (ortorrómbico-tetragonal) sobre las propiedades ferroeléctricas y piezoelectricas de los materiales desarrollados. Asimismo, se investigará la influencia que tienen sobre dichas propiedades la microestructura y la textura en películas delgadas crecidas sobre sustratos conductores. Para tal efecto se probarán distintas orientaciones cristalinas del sustrato y tratamientos térmicos para inducir determinadas texturas en las películas. Estas investigaciones se complementarán con estudios teóricos que se desarrollan en el Grupo de Materia Condensada del IFIR. Estos estudios involucran la utilización de modelos atomísticos con parámetros ajustados a cálculos ab-initio, y el objetivo de los mismos es el de esclarecer los mecanismos microscópicos relevantes que originan las notables propiedades electromecánicas que presentan las soluciones sólidas $(K,Na,Li)(Nb,Ta)O_3$.

El segundo objetivo será obtener películas delgadas compuestas de nanopartículas de Plata dispersas en una matriz de Titanato de Estroncio y Bario (BST) con alta constante dieléctrica debido a la proximidad al estado de percolación de la partículas en la película. Se investigará la concentración volumétrica de nanopartículas de Ag monodispersas de tamaño nanométrico necesario para aproximarse al umbral de percolación y su vinculación con el tamaño medio de partícula ($D_m = 3$ a 10 nm). Las partículas se sintetizarán ex-situ en medio continuo por reducción química utilizando grupos funcionales superficiales para mantener su individualidad y permitir su dispersión en soluciones precursoras de organometálicos modificados. Las películas se crecerán por spin-coating y posterior tratamiento térmico, a temperaturas menores a 600 °C sobre sustratos de Pt/Silicio. Se realizarán mediciones de la capacidad y pérdida eléctrica a campo cero y distintos valores de intensidad de campo estático (capacidad de sintonía), en el rango entre -20 °C y 80 °C (estabilidad térmica) sobre capacitores construidos con las películas depositadas de $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ con nanopartículas de Ag.

Resumen Técnico

En la actualidad la demanda de cerámicos libres de plomo se ve impulsada por requerimientos ecológicos debido a los altos niveles de toxicidad del Plomo. Si bien, en el ámbito de la Comunidad Europea (avanzada en requerimientos ambientales) todavía se permite en la industria microelectrónica y de dispositivos la utilización de cerámicos con composiciones que incluyen Plomo, el avance de las normativas ambientales, va preanunciando el final para dichas composiciones. Una pronta concreción de esta tendencia, sería un gran problema para la industria de dispositivos piezoelectricos (sensores, dispositivos electromecánicos, etc) fundamentalmente en materiales con composiciones de PZT ($PbZr_xTi_{1-x}O_3$) y PMN-PT ($Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O_3$) y $[PbTiO_3]_{1-y}$. Por lo tanto la búsqueda de materiales piezoelectricos y ferroelectricos libres de Plomo pasa a tener una mayor importancia en la agenda científico-tecnológica. El principal desafío está en la substitución del PZT y PMN-PT en sus funciones como materiales transductores, actuadores y sensores (piezoelectricos), ya que otras funciones como las de capacitores dieléctricos y sintonizadores son actualmente cubiertas por otras

composiciones como las perovskitas en base de BaTiO_3 , titanato de Bario y Estroncio (BST). Para elementos de celdas de memoria no volátiles, han sido cubiertas por materiales de la familia de las "layered perovskitas" (Tantalato de Estroncio y Bismuto, SBT). Por lo tanto en este proyecto estudiaremos la factibilidad de utilizar las soluciones sólidas de la familia de las perovskitas ortorrómbicas $(\text{KxNa}_{1-x})\text{NbO}_3$ (NKN) en composiciones próximas a los bordes de fase morfológicos como materiales libres de plomo con el objeto de reemplazar las funciones que hoy cumplen el PZT o el PMN-PT en la fabricación de dispositivos electromecánicos.

Por otro lado dentro de este proyecto trabajaremos en la preparación de películas de $\text{Ag-Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ con gran constante dieléctrica por cuasi-percolación. Esto se debe a que en dispositivos de sintonizadores y de memoria basados en componentes capacitivos, la constante dieléctrica del material, en última instancia, es la que decide el grado de miniaturización que se pueda alcanzar en los mismos. Por lo tanto la búsqueda de nuevas composiciones que alcancen valores muy altos de constante dieléctrica se vuelve esencial para lograr este objetivo. Desde hace tiempo se conoce que las fases metálicas dispersas en matrices dieléctricas aumentan la permitividad dieléctrica del medio. Sin embargo no hace muchos años se sabe que la permitividad dieléctrica de un compuesto crece enormemente cuando la concentración de partículas metálicas se acerca a su umbral de percolación. Por esto recientemente se abordó la fabricación de compuestos con comportamiento percolativo llamado fenómeno de permitividad "gigante". Con el desarrollo de películas cerámicas en las composiciones propuestas se pretende encontrar estos fenómenos altamente aplicables para la generación de pequeños dispositivos capacitivos.

Disciplinas: Física, Química, Ingeniería

Especialidades: Física del estado sólido, Fisicoquímica, Materiales

Palabras Clave: ferroeléctricos - sol-gel - nanopartículas - dispositivos - nanotecnología