



Efecto de la Temperatura del Sustrato Sobre las Propiedades Magnéticas en Películas $\text{La}_{2/3}\text{Ca}_{1/3}\text{MnO}_3$ Usando Deposición por Laser Pulsado

A. C. García¹, M. Medina¹, H. Riascos², W. Lopera³, D. F. Reyes³, G. A. Pérez Alcázar⁴, L. Tirado-Mejía⁵

¹ Universidad Tecnológica de Pereira, Grupo de Propiedades Magnéticas y Magnetoópticas de Nuevos Materiales, Departamento de Física, A.A. 097 Pereira Colombia,.

² Universidad Tecnológica de Pereira, Grupo de Plasma, Láser y Aplicaciones, Departamento de Física, A.A. 097 Pereira Colombia,.

³ Universidad del Valle, ³Grupo de Películas Delgadas, Departamento de Física, A. A. 25360 Cali Colombia.

⁴ Universidad del Valle, Grupo de Metalurgia Física y Teoría de Transiciones de Fase, Departamento de Física, A. A. 25360 Cali Colombia.

⁵ Universidad del Quindío, Laboratorio de Optoelectrónica, Departamento de Física, Armenia Colombia.

Recibido 22 de Oct. 2007; Aceptado 3 de Mar. 2008; Publicado en línea 15 de Abr. 2008

Resumen

Fueron depositadas películas delgadas de $\text{La}_{2/3}\text{Ca}_{1/3}\text{MnO}_3$ sobre sustratos monocristalinos de Titanato de estroncio (SrTiO_3) con orientación cristalográfica (0 0 1), usando Deposición por Láser Pulsado (PLD). El rango de temperatura que se utilizó en este análisis fue entre 500°C y 630 °C. La calidad de las películas delgadas fue examinada por medio de difracción de rayos X y medidas de rugosidad. Los resultados permiten establecer que se tiene películas delgadas de buena cristalinidad y morfología. En este trabajo, se analizó el efecto de la temperatura del sustrato en la cámara sobre las propiedades magnéticas de las películas, midiendo la dependencia con la temperatura y el campo magnético de la magnetización, encontrándose una fuerte dependencia de las propiedades magnéticas del material con el aumento de la temperatura de deposición.

Palabras claves: PLD, magnetorresistencia.

Abstract

By using Pulsed Laser Deposition (PLD), thin films of $\text{La}_{2/3}\text{Ca}_{1/3}\text{MnO}_3$ on single-crystal substrates of strontium titanate SrTiO_3 (0 0 1) were deposited. The deposition temperature ranges in this investigation between 500 °C and 630°C. The crystal and morphological quality of the thin films were examined by means of X-ray diffraction and surface profilometry. The results allow establishing that thin films with preferential growth were obtained. In this paper, we study the effect on the magnetic properties of deposition temperature by means of dependence of magnetization with temperature $MvsT$ and magnetic field $MvsH$. we found a strong dependence of magnetic properties with the deposition temperature is incremented.

Key Words: PLD, magnetorresistance

© 2008 Revista Colombiana de Física. Todos los derechos reservados.

1. Introducción

En busca de la optimización y desarrollo tecnológico en el área de la electrónica y almacenamiento de información ha surgido un reciente interés por materiales cuyas propiedades físicas (magnéticas, eléctricas y ópticas) sean altamente

controlables, como es el caso del sistema $\text{La}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ (LMCO) [1]. Estos materiales, para un amplio rango de dopaje, presentan una transición de paramagnético (PM) aislante a ferromagnético (FM) conductor tras un proceso de enfriamiento, el cual es acompañado por un cambio en la

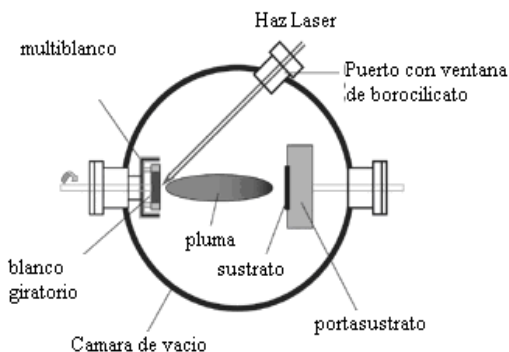


Fig.1 Diagrama experimental usado para el crecimiento de LCMO

resistividad eléctrica [2] [3]. La temperatura de transición FM (T_c) puede ser variada en función de un campo magnético aplicado y así el material puede ser sintonizado entre una alta o baja conductividad esto resulta en una magnetoresistencia colosal (CMG) cerca de T_c la cual puede alcanzar 100000% en sistemas nanoestructurados como las películas delgadas [4].

Las películas fueron crecidas a temperaturas de sustrato que variaban entre los 500 a 630 °C y posteriormente fueron aplicadas técnicas de caracterización para investigar tanto las propiedades morfológicas como las eléctricas y magnéticas en función de explicar la influencia de la temperatura del sustrato con la temperatura de transición para la fase ferromagnética y por ende con las propiedades de transporte que son tan especiales en estos materiales.

2. Método Experimental

Películas de $La_{2/3}Ca_{1/3}MnO_3$ fueron crecidas mediante el sistema PLD (Pulsed Laser Deposition) usando un laser de Nd:YAG (Spectra Physics) con una longitud de onda de emisión de 1064 nm, incidiendo sobre un blanco $La_{2/3}Ca_{1/3}MnO_3$ en una cámara de vacío con una atmosfera de oxígeno de 200 mTorr; la energía del pulso fue 500 mJ con una tasa de repetición de 10 Hz y una duración nominal de pulso de 9 ns. Las películas fueron depositadas sobre un sustrato de $SrTiO_3$ (001). La distancia blanco sustrato utilizada fue 56 mm y la temperatura del sustrato (T_s) se varió a 500, 550, 580, 610, 630 °C, respectivamente. En la Fig. 1 se muestra el diagrama del montaje experimental PLD.

La preparación del blanco fue realizada mediante reacción en estado solido, para el cual se usaron polvos de los óxidos La_2O_3 , $CaCO_3$ y MnO_2 con una pureza de 99.5 %, se mezclaron de acuerdo a la estequiometria deseada para obtener blancos de 12 g, posteriormente, se maceraron y trataron térmicamente a una temperatura de 900 °C durante 12 h, después se compactaron a una presión de 30 ton/cm² obteniéndose una pastilla de 3.0 mm de altura y 38.4 mm de diámetro, las cuales se recociéron a 1150 °C durante 24 h en atmosfera de aire. La estructura de las películas fue estudiada por difracción de rayos-X (DRX) con el equipo Bra-

ker D8 Advance dotado de un goniómetro vertical, tubo de ánodo de cobre y detector de centelleo de NaI (con filtro de Ni). Las propiedades de transporte se realizaron por el método estándar de las cuatro puntas, algunas de las películas fueron sometidas a medidas de magnetización por el sistema magnetómetro de muestra vibrante (VSM) usando un PPMS (Quantum Design Physical Properties Measurement System). La tabla 1 presenta los parámetros de crecimiento de las muestras.

Tabla.1 Parámetros de crecimiento

Muestra	Presión (mTorr)	Temperatura (°C)
A	200	500
B	200	550
C	180	580
D	210	610
E	150	630
F	250	630

3. Resultados y Análisis

Los patrones de difracción de rayos X muestran los planos de reflexión del sustrato de $SrTiO_3$ (STO) y de las películas $La_{2/3}Ca_{1/3}MnO_3$, indicando un eje de orientación c , así los picos observados serán correspondientes al sistema LCMO. En la Fig. 2, se presenta el espectro de DRX θ - 2θ del cual podemos apreciar que las muestras consisten de una única fase, además observamos que los picos (00 l) de LCMO aparecen de modo que la epitaxialidad del sustrato y la película indica una dirección preferencial. De los barridos detallados alrededor de los picos principales del LCMO y considerando una estructura pseudocúbica [5] obtenemos un a_p de (0.385 ± 0.005) nm de donde podemos deducir los parámetros de la estructura ortorrómbica, $a \approx b = 0.544$ nm y $c = 0.770$ nm.

En la Fig. 3 se presentan las curvas de magnetización en función del campo magnético (M vs. μH) y magnetización en función de la temperatura (M vs. T) para las muestras B y C, manteniendo para la curva de histéresis una temperatura de 5 K y un $\mu H = 300$ Oe para la curva de M vs. T. El aumento de la temperatura del sustrato se ve reflejado en un aumento sustancial en la temperatura de transición ferromagnética-paramagnética y una disminución de los campos coercitivos (H_c). La temperatura de Curie, T_c , (calculada como la temperatura del intercepto entre el régimen de magnetización cero y el régimen del incremento de la magnetización) arroja valores para la muestra B de $T_c = 204$ K, con una magnetización de saturación $M_s = 240$ emu/cm³, $H_c = 420$ Oe; y para la muestra C una $T_c = 226$ K, una $M_s = 1180$ emu/cm³ y un $H_c = 80$ Oe. Al estar tan ligadas las propiedades magnéticas y de transporte en estos materiales [3], estas variaciones en la temperatura de transición, posiblemente manifiesten un cambio significativo en la resistencia y la magnetoresistencia de LCMO.

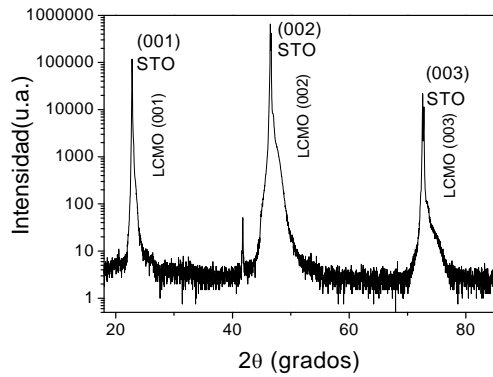


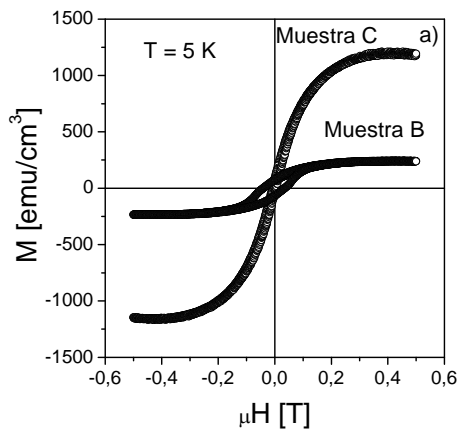
Fig. 2. Curva DRX de los patrones de una película de LCMO depositada en STO (001) con una fluencia del laser de 35 J/cm^2 .

Agradecimientos

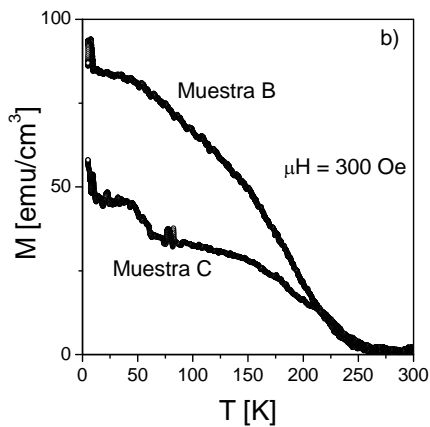
Este trabajo fue parcialmente financiado por el Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM).

Referencias

- [1] M. Esteve, F. Castaño, F.J. Castaño, B. Vogeli, G. Journal of Non-Crystalline Solids, 4, 2001.
- [2] S. Canulescu, Th. Lippert, A. Wokaun, M. Dobeli, A. Weidenkaff, R. Robert, D. Logvinovich, Applied Surface Science, 5, 2007.
- [3] J. Arts, S. Freisem, R. Hendrikx, Applied Physics Letters, 3, 1998.
- [4] P. Schiffer, A.P. Ramirez, W. Bao, and S. W. Cheong, Physical Review Letters, 4, 1995
- [5] O. I. Lebedev, G. Van Tendeloo, S. Amelinckx, B. Leibold, H-U. Habermeyer, Physical Review B, 1998.



(a)



(b)

Fig.3 Curvas de LCMO. a) Magnetización vs Campo Magnético, b) Magnetización vs Temperatura.