

PHOTONIC CRYSTALS BASED ON SILICA MICROSPHERES

(Cristales fotónicos basados en microesferas de sílice)

Memoria presentada para optar al grado de Doctor en Ciencias
por:

Florencio García Santamaría

Tesis dirigida por:

Dr. Ceferino López Fernández
Prof. Francisco Meseguer Rico

Tutor:

Prof. Luis Viña Liste

Departamento de Física de Materiales
Facultad de Ciencias
Universidad Autónoma de Madrid

Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Octubre de 2003

*A mi familia:
por aguantarme...*

Agradecimientos

Directa o indirectamente, son muchas las personas que me han ayudado a que la escritura de esta tesis fuese posible. De entre todas ellas, quienes sin duda merecen figurar en primer lugar son mis directores de tesis y sin embargo siempre buenos consejeros. Al Dr. Cefe López con quien he trabajado más estrechamente le agradezco toda la confianza depositada en mi, sus pacientes correcciones y por querer siempre algo más y mejor a lo anterior. Al Prof. Francisco Meseguer le agradezco su torbellino de sueños e ideas que contagia incluso a los más realistas. Gracias también al Prof. Luis Viña, mi tutor en la Universidad Autónoma de Madrid.

Agradezco a la Comunidad de Madrid la beca de Formación de Personal Investigador (FPI) de la que he disfrutado desde 2000 y al Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid por haber permitido que me formase en este centro durante los primeros años de mi vida científica.

Agradecimientos específicos por capítulo:

- Capítulo II: Agradezco a Puerto Morales su ayuda en las medidas de movilidad. El estudio de porosimetría fueron llevadas a cabo en el Instituto de Catálisis del CSIC.
- Capítulo III: El experimento de cristalización de coloides en suspensión ha sido llevado a cabo con el apoyo de Beatriz Hernández. El trabajo de electroforesis fue desarrollado con la colaboración de Miguel Holgado.
- Capítulo IV: El autor agradece profundamente a la Dra. Verónica Salgueiriño y al Prof. Luis Liz-Marzán, la síntesis de esferas con núcleos metálicos y las muy enriquecedoras conversaciones mantenidas.
- Capítulo V: Este trabajo fue desarrollado parcialmente en el Centro Tecnológico de Ondas en la Universidad Politécnica de Valencia. La construcción y mantenimiento de la línea de CVD por Marta Ibisate y la síntesis de esferas de Isabelle Rodríguez fueron fundamentales.
- Capítulo VI: Los sustratos y plantillas fueron desarrollados en dos centros: Instituto de Microelectrónica de Madrid (CSIC) por J. Anguita y Agere Systems España por A. Urquía y M. Belmonte. La micromanipulación fue llevada a cabo en el National Institute of Materials Science en Japón en colaboración con el Dr. H. Miyazaki.

Salvo en los experimentos de cristalización de coloides en suspensión y en el capítulo V, las esferas de sílice fueron sintetizadas por Marta Ibisate.

Son mis compañeros de despacho los que han hecho que los momentos menos agradables lo fuesen más y que estos años de doctorado estén plagados de felices anécdotas. Alvaro Blanco, con quien he compartido despacho durante más tiempo y de quien he escuchado los mejores (y peores) chistes. Beatriz Hernández, mi amiga desde la primera a la última letra; no puedo imaginar mejor compañía.

Mercedes Vila, quien llena todo de alegría (y música), gracias por convertir el despacho en un lugar al que se desea ir. Elisa Palacios, una chica inteligente a la par que elegante, a ella le debemos el premio a la mejor portada de *Advanced Materials* 2002. Juan Galisteo, gracias al cual he aprendido que el mundo de los teóricos no es para tanto... Antonio Bernabé, cuyo final de tesis coincidió con el principio de la mía, un ejemplo de "hermano mayor". Toño, un gallego en el exilio. Y Elizabeth Castillo, breve pero intensa.

A Marta Ibisate, también compañera de despacho durante un tiempo, nuestra conexión Valenciana y un ejemplo de alegría en el trabajo y de paciencia, mucha paciencia... Ángel Muñoz, una persona a la que no puedo dejar de admirar, a pesar de haberlo visto a diario me cuesta entender que haya alguien con tantos conocimientos, curiosidad, amabilidad, modestia y alegría. Ricardo Arias, un manchego con multitud de interesantes citas de Heterodoto, Cervantes... Nieves, a la que no se le escapa una. Joaquín Requena, siempre dispuesto a ayudar. Lola Golmayo, un fichaje lleno de sorpresas. José A. Gago, una nota de arte en la vida del científico. Al resto de compañeros del Instituto de Ciencia de Materiales: Maurico, Sonsoles, Laura, Diana, Tere, Félix, Isabel...

Al grupo de Valencia, empezando por Hernán Míguez cuyos trabajos y conversaciones han sido inspiración y ejemplo para mí. A Roberto, Isabelle y Silvia que siempre han hecho de mis estancias en tierras valencianas un placer y mi trabajo infinitamente más cómodo. Y a la no-fotónica pero muy especial Laura Santos.

Gracias a nuestros queridos teóricos liderados por el Prof. J. Sánchez-Dehesa, siempre dispuesto a ayudar y a pasarlo bien donde haga falta y a F. López-Tejeira por su lucha contra los malvados parámetros cabalísticos que acechan tras oscuros programas.

Miguel Holgado, no sé en que grupo catalogarte, pero contigo compartí mi primer trabajo experimental y la primera publicación. Ojalá encuentre gente con la que me sea tan fácil trabajar como lo fue contigo. Adelaida Cintas, de la que siempre tendré el recuerdo que se merece. Con ella aprendí nuevos significados de la palabra compartir y de las cosas tan increíbles que se pueden hacer con un simple polímetro.

Dr. H. Miyazaki, thank you very much for hosting me, firstly in Tokio and then in Tsukuba. My stay in Japan is a period of time which is among my most exciting experiences. Thank you for your patience while teaching me how to use your nanorobot and answering my many questions about Japanese cooking. I will always be indebted to you. I am also thankful to Prof. N. Shinya. Gracias a Alberto Baruj quien hizo que mi estancia en Japón no fuese solitaria. Deseo que encuentres tu anhelado hueco para trabajar en y por tu querida Argentina.

Siempre estaré agradecido al Prof. L. Liz-Marzán de la universidad de Vigo por la oportunidad de colaborar con su grupo y publicar juntos algunos trabajos.

Además de la gente directamente relacionada con mi trabajo no puedo menos que expresar mi agradecimiento a aquellos que me han rodeado durante todos estos

años. Especialmente a mi familia, a quienes dedico esta tesis, que han sabido apoyarme en mis idas y venidas. A mi amiga Raquel le debo mucho más que esta tesis y no hay papel suficiente en el mundo para escribir y explicar todo lo que le habría de agradecer. Sinceramente, gracias por ser mi amiga. A Irma y Guillermo (cirujano y maestro Jedi), amigos incondicionales y seres humanos extraordinarios (por lo bueno y por lo inexplicable). Sara y Pablo (no menos maestro Jedi), vosotros ponéis la realidad en su sitio cuando nos juntamos los cinco.

Madrid, 29 de septiembre de 2003

Florencio García Santamaría