

MESTRADO EM FÍSICA
(Perfis: Física Fundamental e Física Aplicada)

Edição – 2014/2015

Proposta de tese

Título/Tema: Filmes finos nanocompósitos de Au disperso numa matriz dielétrica com efeito de ressonância de plasmão de superfície (*SPR*)

Orientador:

Orientador: José Filipe Vilela Vaz (fvaz@fisica.uminho.pt)

Co-orientador: Joel Nuno Pinto Borges (joelborges@fisica.uminho.pt)

Tel./e-mail:

José Filipe Vilela Vaz, fvaz@fisica.uminho.pt / 253602118

Joel Nuno Pinto Borges, joelborges@fisica.uminho.pt / 253510471

Objetivos:

- Preparar uma série de filmes finos com diferentes concentrações de Au disperso numa matriz dielétrica, usando a técnica de pulverização catódica;
- Promover a formação de nanopartículas com diferentes tamanhos e distribuições através do recozimento dos filmes;
- Caracterizar as amostras a nível químico, estrutural e morfológico;
- Estudo do efeito de ressonância de plasmão de superfície (*SPR – surface plasmon resonance*) na resposta ótica dos filmes;
- Explorar as potencialidades dos filmes como sensores (óticos, biológicos, etc.)

Resumo:

4.1 Estado da arte

Nos últimos anos, os materiais nanocompósitos constituídos por nanopartículas de metais nobres (Au, Ag) dispersas numa matriz dielétrica (ex: TiO₂, Al₂O₃, etc.) têm recebido uma intensa atenção a nível científico e tecnológico, uma vez que apresentam um conjunto de características e propriedades que se relacionam com a dimensão, fração de volume, distribuição pela matriz e, especialmente, com a forma das nanopartículas [1-6]. Estes materiais têm despertado grande interesse em diversas aplicações como, por exemplo, no campo dos dispositivos óticos, sensores [7], fotocromismo [8], ativação química de superfícies, crescimentos de culturas bacterianas [9], etc. A interação dos agregados do metal nobre, e a correspondente matriz dielétrica, com agentes biológicos provoca alterações a nível do comportamento elétrico e ótico dos filmes. Este facto abre a possibilidade da sua utilização, por exemplo, em sensores biológicos [10-13], tirando partido do efeito do plasmão de ressonância [14, 15], mais concretamente do seu desvio/alteração quando o material é colocado em contacto com agentes biológicos [16-21].

4.2 Âmbito

Este projeto insere-se numa das linhas de investigação do Grupo de Revestimentos Funcionais (GRF), onde o objetivo principal consiste na investigação de filmes finos para diversas aplicações, nomeadamente em sensores elétricos, óticos e biológicos. Os filmes estudados são constituídos por nanopartículas de metais nobres (Au e/ou Ag) dispersas numa matriz dielétrica (TiO₂, Al₂O₃, ZnO, Cr₂O₃ etc.)

Assinatura



Data 31/03/2014

- [1] M.C. Daniel, D. Astruc, Gold nanoparticles: Assembly, supramolecular chemistry, quantum-size-related properties, and applications toward biology, catalysis, and nanotechnology, *Chemical Reviews*, 104 (2004) 293-346.
- [2] J. Wang, W.M. Lau, Q. Li, Effects of particle size and spacing on the optical properties of gold nanocrystals in alumina, *Journal of Applied Physics*, 97 (2005) 114303-114303-114308.
- [3] M. Torrell, R. Kabir, L. Cunha, M.I. Vasilevskiy, F. Vaz, A. Cavaleiro, E. Alves, N.P. Barradas, Tuning of the surface plasmon resonance in TiO₂/Au thin films grown by magnetron sputtering: The effect of thermal annealing, *Journal of Applied Physics*, 109 (2011) 074310.
- [4] M. Torrell, L. Cunha, A. Cavaleiro, E. Alves, N.P. Barradas, F. Vaz, Functional and optical properties of Au:TiO₂ nanocomposite films: The influence of thermal annealing, *Applied Surface Science*, 256 (2010) 6536-6542.
- [5] M. Torrell, L. Cunha, M.R. Kabir, A. Cavaleiro, M.I. Vasilevskiy, F. Vaz, Nanoscale color control of TiO₂ films with embedded Au nanoparticles, *Materials Letters*, 64 (2010) 2624-2626.
- [6] M. Torrell, P. Machado, L. Cunha, N.M. Figueiredo, J.C. Oliveira, C. Louro, F. Vaz, Development of new decorative coatings based on gold nanoparticles dispersed in an amorphous TiO₂ dielectric matrix, *Surface and Coatings Technology*, 204 (2010) 1569-1575.
- [7] A. Siozios, D.C. Koutsogeorgis, E. Lidorikis, G.P. Dimitrakopoulos, T. Kehagias, H. Zoubos, P. Komninou, W.M. Cranton, C. Kosmidis, P. Patsalas, Optical Encoding by Plasmon-Based Patterning: Hard and Inorganic Materials Become Photosensitive, *Nano Letters*, 12 (2011) 259-263.
- [8] J. Preclíková, F. Trojánek, P. Němec, P. Malý, Multicolour photochromic behaviour of silver nanoparticles in titanium dioxide matrix, *physica status solidi (c)*, 5 (2008) 3496-3498.

- [9] M.D. Ooms, L. Bajin, D. Sinton, Culturing photosynthetic bacteria through surface plasmon resonance, *Applied Physics Letters*, 101 (2012) 253701.
- [10] B. Liedberg, C. Nylander, I. Lunström, Surface plasmon resonance for gas detection and biosensing, *Sensors and Actuators*, 4 (1983) 299-304.
- [11] P. Alivisatos, The use of nanocrystals in biological detection, *Nature Biotechnology*, 22 (2004) 47-52.
- [12] G.L. Liu, Y.D. Yin, S. Kunchakarra, B. Mukherjee, D. Gerion, S.D. Jett, D.G. Bear, J.W. Gray, A.P. Alivisatos, L.P. Lee, F.Q.F. Chen, A nanoplasmonic molecular ruler for measuring nuclease activity and DNA footprinting, *Nature Nanotechnology*, 1 (2006) 47-52.
- [13] X.W. Guo, Surface plasmon resonance based biosensor technique: A review, *Journal of Biophotonics*, 5 (2012) 483-501.
- [14] E. Hutter, J.H. Fendler, Exploitation of Localized Surface Plasmon Resonance, *Advanced Materials*, 16 (2004) 1685-1706.
- [15] J.M. Pitarke, V.M. Silkin, E.V. Chulkov, P.M. Echenique, Theory of surface plasmons and surface-plasmon polaritons, *Reports on Progress in Physics*, 70 (2007) 1.
- [16] J. Homola, Surface plasmon resonance sensors for detection of chemical and biological species, *Chemical Reviews*, 108 (2008) 462-493.
- [17] X.D. Hoa, A.G. Kirk, M. Tabrizian, Towards integrated and sensitive surface plasmon resonance biosensors: A review of recent progress, *Biosensors and Bioelectronics*, 23 (2007) 151-160.
- [18] L.S. Jung, C.T. Campbell, T.M. Chinowsky, M.N. Mar, S.S. Yee, Quantitative Interpretation of the Response of Surface Plasmon Resonance Sensors to Adsorbed Films, *Langmuir*, 14 (1998) 5636-5648.
- [19] J.H. Rao, L. Yan, B. Xu, G.M. Whitesides, Using surface plasmon resonance to study the binding of vancomycin and its dimer to self-assembled monolayers presenting D-Ala-D-Ala, *Journal of the American Chemical Society*, 121 (1999) 2629-2630.
- [20] C.E.H. Berger, T.A.M. Beumer, R.P.H. Kooyman, J. Greve, Surface Plasmon Resonance Multisensing, *Analytical Chemistry*, 70 (1998) 703-706.
- [21] B.P. Nelson, T.E. Grimsrud, M.R. Liles, R.M. Goodman, R.M. Corn, Surface Plasmon Resonance Imaging Measurements of DNA and RNA Hybridization Adsorption onto DNA Microarrays, *Analytical Chemistry*, 73 (2000) 1-7.