

Síntesis de nanopartículas magnéticas

Della Vecchia, M.; Moina C. A.

Centro de Investigación y Desarrollo sobre Electrodeposición y Procesos Superficiales (CIEPS)

INTRODUCCIÓN

Las características magnéticas de metales y aleaciones ferromagnéticas dependen del tamaño de partícula. Por ejemplo, a temperatura ambiente, nanopartículas de Co de 20-30 nm de diámetro se comportan como dominios magnéticos únicos[1] con una magnetización remanente (condición necesaria en el almacenaje magnético de datos); mientras que partículas del mismo metal con diámetros inferiores a 15-20 nm son superparamagnéticas y no presentan remanencia[2] (por lo que pueden utilizarse en la formulación de fluidos magnéticos). Es indispensable por tanto disponer de métodos de síntesis que permitan un control estricto del tamaño de las partículas.

Por otra parte las nanopartículas de los metales ferromagnéticos se oxidan rápidamente en presencia de oxígeno, por lo que deben pasivarse. Esto ha llevado al desarrollo de nanoestructuras complejas conocidas como "núcleo-cáscara" ("core-shell").

En este trabajo presentamos los resultados preliminares de la obtención de partículas nano-fásicas de Fe y Co recubiertas de Au. Se empleó una técnica de síntesis secuencial en miscelas inversas.

PARTE EXPERIMENTAL

La reacción en miscela inversa se llevó a cabo usando bromuro de cetiltrimetilamonio (CTAB) como surfactante, octano como la fase orgánica y soluciones acuosas de los reactivos como fase acuosa. Se utilizó n-butanol como co-surfactante. Sin el agregado de co-surfactante, el agua libre disponible para llevar a cabo las reacciones es muy reducida, ya que la mayor parte de la misma estará unida al grupo cabeza del CTAB[3].

El diagrama de fases del sistema (Figura 1) muestra que pueden obtenerse miscelas inversas para un amplio rango de concentraciones de agua, fase orgánica y surfactante. En particu-

lar el grado de hidratación $\omega = [H_2O]/[CTAB]$ es el que fija el tamaño de las miscelas. Variando adecuadamente ω puede controlarse el diámetro de las mismas en el rango 5-30 nm[4].

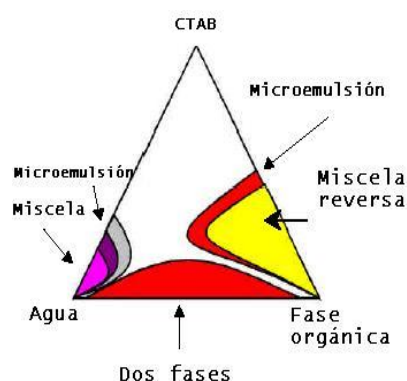


Figura 1: Diagrama de fases del sistema agua-octano-CTAB.

Las partículas metálicas se formaron por reducción de una sal del metal ($FeSO_4$ o $CoSO_4$) con $NaBH_4$. Para esto se mezcló la solución miscelar conteniendo la sal metálica con otra conteniendo el reductor. Las miscelas están sujetas a movimiento Browniano. Durante las colisiones se forman dímeros, que intercambian el contenido acuoso. Como resultado de la interdifusión de iones del metal y del reductor, se produce la reducción de los iones metálicos, con la consiguiente formación de nano-cristales. Dado que las partículas crecen dentro de las miscelas, su tamaño estará acotado por el diámetro de éstas.

Una vez completada la reacción las miscelas se expandieron aumentando ω . Esta expansión es necesaria para permitir la formación posterior de una capa de oro de unos 2 nm. El oro se depositó a partir de una segunda secuencia de mezcla, con el agregado de una solución miscelar de $NaAuCl_4$ y otra de $NaBH_4$. A continuación se rompió la emulsión agregando exceso de una mezcla metanol-cloroformo y se separaron las nanopartículas mediante un campo magnético de 10 kOe.

RESULTADOS

Se obtuvieron precipitados muy finos de color negro, fuertemente magnéticos. En la Figura 2 se muestra un espectro de fluorescencia de Rx de los mismos.

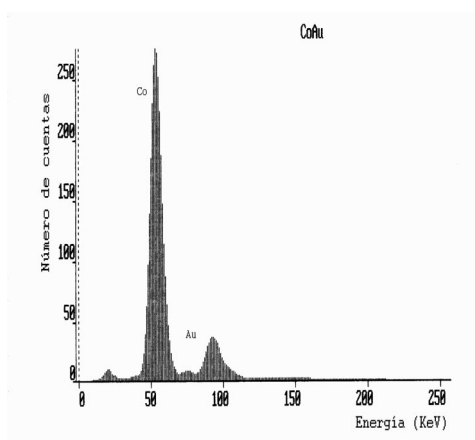


Figura 2: Fluorescencia de Rx de un coloide Co@Au

En la figura se aprecian los picos correspondientes al metal magnético (Co en el caso mostrado) y a la cobertura no-magnética de Au.

Los precipitados se redispersaron en tolueno bajo sonicación. Las dispersiones resultaron ser inestables, sedimentando al cabo de unas horas. Esta inestabilidad de los coloides magnéticos probablemente se deba a la alta energía superficial de las nano-partículas, la que favorece la formación de agregados que tienden a flocular. Este proceso puede retrasarse mediante el uso de estabilizantes, como el ácido láurico o sales de amonio cuaternarias. Sin embargo estos compuestos no llegan a estabilizar las dispersiones por más de 24 hs. La obtención de coloides estables en el tiempo es importante para aplicaciones tales como formación de estructuras por auto-ensamblado de las nano-partículas. Una alternativa, actualmente en desarrollo, contempla el uso de estabilizantes de tipo polimérico, como el PVP (poli vinil piridina) o el PVA (ácido poli vinilacrílico).

CONCLUSIONES

La síntesis secuencial en miscelas inversas permite la obtención de nanopartículas magnéticas recubiertas, del tipo “core-shell”.

El uso de estabilizantes es necesario para evitar la formación de agregados y su posterior floculación. Compuestos relativamente simples como el ácido láurico y sales de amonio cuaternarias permiten estabilizar los coloides por períodos de hasta 24 hs. Pruebas preliminares indican que la estabilidad puede extenderse considerablemente mediante el uso de compuestos como el PVP o el PVA.

REFERENCIAS

- [1] C.A. Moina, M. Vazdar; *Electrochem. Comm.* **3** (2001) 159.
- [2] E.E. Carpenter; *J.Mag. Mag. Mat.* **225** (2001) 17.
- [3] M. Valiente, E.J. Rodenas; *J. Am. Chem. Soc.* **95** (1991) 3368.
- [4] G-G. Chang, T-M. Huang, H-C. Hung; *Proc. Natl. Sci. Council. ROC (B)* **24** (2000) 89.

Para mayor información contactarse con:

Carlos Moina – moina@inti.gov.ar

[Volver a página principal](#) ◀