

RESUMEN DEL PROYECTO DESARROLLADO CON LA AYUDA DE INVESTIGACIÓN DE LA FUNDACIÓN DOMINGO MARTINEZ (2007)

INVESTIGADOR PRINCIPAL: **Francisco José Gordillo Vázquez**

TÍTULO DEL PROYECTO: **Modelización cinética de plasmas de acetileno/argón con y sin nitrógeno molecular utilizados en la síntesis de materiales nanoestructurados de carbono**

El trabajo realizado se ha centrado en la modelización cinética de la química de no equilibrio de los plasmas de radiofrecuencia (13.56 MHz) producidos a baja presión (0.1 mbar – 1 mbar) y temperatura de gas constante ($T = 400$ K). Además del análisis de la composición y propiedades de estos plasmas, habitualmente utilizados para la síntesis de materiales nanoestructurados, incluyendo el desarrollo de un modelo cinético, una gran parte de los esfuerzos desarrollados en este estudio se han centrado en la caracterización de las capas de carbono con nanopartículas de carbono embebidas.

Se ha estudiado el proceso de formación de nanopartículas de carbono embebidas en el depósito de carbono amorfo mediante la producción de plasmas de mezclas gaseosas Ar/H₂ (4 %)/C₂H₂ en descargas de RF a 0.1 Torr y 300 W y utilizando bajas concentraciones de acetileno (< 20%). Uno de los aspectos más interesantes del trabajo es la relación encontrada entre el tamaño de partícula de carbono y la concentración de acetileno utilizada en cada caso. Así, mientras para [C₂H₂] = 1% las partículas tienen un diámetro medio de 50 nm, éste aumenta hasta 120 nm cuando [C₂H₂] = 10 %.

A partir de los espectros obtenidos mediante Espectroscopía de Emisión Óptica (OES) de plasmas con diferentes concentraciones de acetileno, se ha determinado la temperatura electrónica (T_e) del plasma cuyos valores son: 1.37 ± 0.27 eV (1 % C₂H₂), 1.33 ± 0.26 eV (5 % C₂H₂), 1.34 ± 0.26 eV (10 % C₂H₂) y 1.35 ± 0.26 eV (20 % C₂H₂), es decir la T_e permanece constante independientemente de la concentración de C₂H₂. Como paso siguiente ha sido necesario estudiar la evolución temporal de la función de distribución de energía de los electrones libres del plasma (EEDF) así como su grado de modulación para evaluar la validez de la aproximación utilizada en el cálculo de la T_e . Los resultados obtenidos sobre el grado de modulación temporal de la EEDF, sugieren que realmente en nuestro caso es posible aplicar la aproximación QSS ("quasi-steady-state"), lo que simplifica de forma apreciable el estudio de los procesos cinéticos en el plasma.

Respecto al material depositado en las condiciones experimentales descritas, el estudio con técnicas de imagen SEM y AFM muestra que las capas depositadas consisten en películas de carbono amorfo con nanopartículas, también de carbono amorfo, embebidas. La presencia de las nanopartículas en las capas se ha asociado a la formación de partículas de polvo en el plasma a su vez está relacionado con valores bajos de la T_e (1.37 eV) como los obtenidos en este trabajo. Tanto la velocidad de crecimiento de las capas como el tamaño de las nanopartículas se encuentran relacionados con la concentración del hidrocarburo (acetileno en nuestro caso) en el plasma. A partir del análisis de las capas por espectroscopía infrarroja (IR) y pérdida de energía de electrones (EELS), se ha determinado que las capas están formadas por átomos de carbono e hidrógeno enlazados, con una relación sp^2/sp^3 aproximadamente constante (~ 0.39).