



Explicación del Comportamiento de la Señal Fotopiroeléctrica Utilizando el Modelo de Interferencia de Ondas Térmicas

A. García Chéquer y E. Marín

Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.

Resumen

Se reporta la interpretación de la señal fotopiroeléctrica (PPE) normalizada utilizando para ello el modelo de interferencia de ondas térmicas (TWI). En particular, se aplica el modelo para explicar la oscilación de la amplitud de la señal sobre la unidad en determinado rango de frecuencias de modulación, f . Este fenómeno puede observarse en la señal PPE normalizada reportada en la literatura, sin embargo el tratamiento de este fenómeno con el enfoque de interferencia de ondas térmicas es reportado aquí por primera vez. Experimentalmente se obtuvo la amplitud normalizada de la señal PPE mediante el cociente de la amplitud de la señal medida con agua y sin agua.

Introducción

En la técnica PPE, la muestra es colocada (procurando un buen contacto térmico) sobre un sensor piroeléctrico (PE) y el sistema se expone a luz de intensidad modulada. La teoría para la generación de la señal PPE fue presentada por Mandelis *et al* [1]. Existen varias configuraciones de medición. En una de las más utilizadas la excitación tiene lugar iluminando la superficie del PE que no está en contacto con la muestra, donde se generan las denominadas ondas térmicas. De la señal PPE puede determinarse en este caso la efusividad térmica de la muestra.

Procedimiento Experimental

El montaje experimental consiste en un sensor del polímero PVDF sobre el cual se coloca la muestra (en nuestro experimento es agua). El sensor es iluminado con luz de intensidad modulada por la cara opuesta. La razón para utilizar una muestra líquida es la de garantizar un buen contacto térmico, lo cual es difícil de lograr cuando se trabaja con muestras sólidas. La señal es medida con un amplificador Lock-in. A continuación se obtiene la señal normalizada en amplitud y fase. En el modelo se consideran las metalizaciones, el medio piroeléctrico y la muestra como regiones en las que puede ocurrir interferencia de ondas térmicas o no, dependiendo del espesor de la región en cuestión. En este trabajo se propone que la interferencia tiene lugar en las metalizaciones del sensor (aunque teóricamente se da en todas las regiones, el espesor del piroeléctrico y de la muestra son mucho más grandes que el de las metalizaciones, por lo tanto, su efecto en estas últimas tiene mayor repercusión en la señal PPE). Al aplicar el modelo de TWI a las metalizaciones y calcular la

temperatura promedio del medio PE se puede calcular la señal PPE teórica.

Resultados y Análisis

La figura 1 muestra las simulaciones (curvas continuas) de la amplitud y la fase de la señal normalizada en función de f utilizando los valores reportados en la literatura para las propiedades de los materiales y valores típicos para las dimensiones del sistema, sean estos, los espesores del polímero y las metalizaciones. Se puede ver que las curvas tienen una tendencia consistente con los resultados que obtuvimos experimentalmente (puntos negros) en un rango amplio de frecuencias.

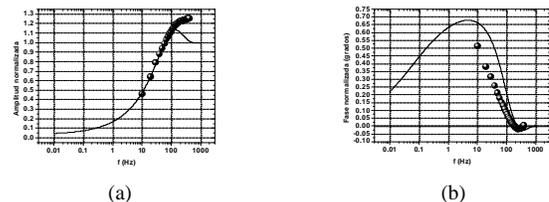


Figura 1. Señal PPE normalizada (los puntos son valores experimentales) para sistema agua-aire. (a) amplitud, (b) fase.

Nótese que la amplitud normalizada se hace mayor que uno en determinado rango de frecuencia, contradiciendo lo que debería esperarse toda vez que el agua actúa como un sumidero de calor, un fenómeno típico de TWI. En trabajos futuros haremos un ajuste de datos experimentales obtenidos para diferentes tipos de muestras al modelo de TWI, que podría constituir una alternativa relativamente sencilla (en comparación con los métodos convencionales) para la determinación de propiedades térmicas de materiales. Mediante el modelo de TWI se obtiene una explicación fenomenológica al comportamiento de la señal PE normalizada. Este modelo da una explicación satisfactoria al aumento sobre la unidad de la señal normalizada agua-aire, que hasta ahora no había sido explicada por otros autores.

Agradecimientos

Agradecemos PIFI y SIP-IPN y a CONACyT.

Referencias

- [1] A. Mandelis, M. M. Zver, *J. Appl. Phys.* 57(9) (1985) 4421.
- [2] D. P. Almond and P. M. Patel, *Photothermal Science and Techniques* (Chapman and Hall, London, 1996).