



Interferómetro de Ondas Térmicas para Caracterización Térmica de Líquidos

A. Bermejo Arenas¹ y E. Marin¹

¹Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional
Legaria 694. Colonia Irrigación, 11500 México D. F.

Resumen

Describimos la implementación de un analizador fototérmico para líquidos basado en el principio TWI, Thermal Wave Interferometry, con detección piroeléctrica, cuya aplicación ha sido demostrada para la caracterización de líquidos y gases. Para esto, aplicamos la técnica fototérmica a una cavidad formada por dos capas, una metálica y la otra un sensor piroeléctrico, entre ellas se coloca la muestra a investigar. Presentamos la parte del control del dispositivo y su retroalimentación para alcanzar la posición deseada por medio de un encoder tipo incremental.

Introducción

Las Técnicas Fototérmicas son técnicas experimentales en las que la energía luminosa se hace incidir de forma periódica sobre el material investigado, siendo parte de ella absorbida y parcialmente transformada en calor. La temperatura del material varía con la misma periodicidad que lo hace la radiación incidente, introduciendo cambios en los parámetros del material [1]. Una de las variantes para detectar esos cambios se denomina interferometría de ondas térmicas que permite escaneando el espesor de la muestra obtener la difusividad térmica de dicha muestra.

Procedimiento Experimental

El dispositivo experimental consiste de una cavidad de longitud variable que contiene la muestra, contenida entre una delgada lámina de Al y un sensor de temperatura. Un haz de luz modulada incide sobre la superficie exterior de la lámina metálica. Como consecuencia de la absorción de luz modulada, la temperatura de la lámina fluctúa periódicamente siguiendo la frecuencia de modulación y de este modo se genera una onda térmica que se propaga a través de la muestra experimentando múltiples reflexiones en el metal y el sensor [2].

Las oscilaciones de temperatura que resultan de la superposición de todas las ondas pueden ser medidas con el sensor en función del espesor de la cavidad L.

La señal del piroeléctrico es enviada a un Lock-In donde es medida en amplitud y fase para que después resolviendo la ecuación de difusión de calor se determine la difusividad térmica de la muestra contenida entre las placas.

Para tener un control total de la variación de la separación de las placas, se diseñó y construyó del sistema de retroalimentación compuesto por un sensor de posición angular (Encoder) unido a un contador digital.

Resultados y Análisis

Se obtuvieron con un alto nivel de reproducibilidad los valores de amplitud y fase provenientes del Lock-In. Ello fue posible a que se acopló al motor un detector de posición angular conocido como encoder. Este a su vez se conecta con un contador digital que arroja 1030 pulsos por 1 rev, entonces por la relación de transmisión de los engranajes es posible obtener desplazamientos de 5 μm que se pueden comprobar con el micrómetro del interferómetro.

Así fue posible conocer el desplazamiento lineal de una de las capas metálicas que conforman la cavidad, es decir, se conoce con precisión la distancia L necesaria para el escaneo de la muestra a estudiar.

Conclusiones.

La parte de control retroalimentado en el posicionamiento del Interferómetro de ondas térmicas presenta una gran ventaja para conocer la posición de origen de las mediciones lo que hace al instrumento confiable para los pasos que siguen como lo es obtener la difusividad térmica de muestras patrón.

Agradecimientos

Agradecemos al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI) y a la Secretaria de Investigación y Posgrado (SIP) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) por su apoyo en este trabajo.

Referencias

- [1] Almond D. P., Photothermal Science and Techniques, Chapman and Hall, USA, ISBN 0-13.215996-1, QA 402.C32 pp 85-143, 1973
- [2] "Recent developments in thermal wave interferometry". Capítulo IV en "Thermal Wave Physics and Related Photothermal Techniques: Basic Principles and Recent Developments" Editor: Ernesto Marin (Transworld Research, Kerala, India) (2009) pp. 99-124.

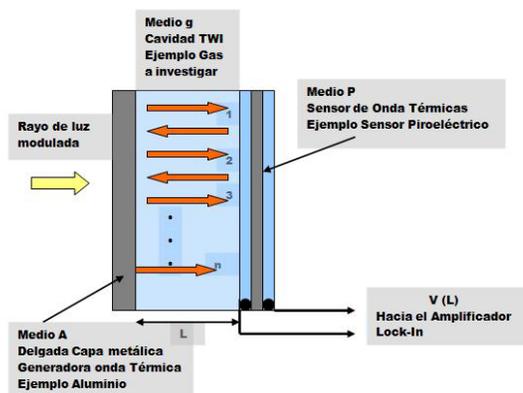


FIGURA 1. Representación esquemática de un interferómetro de ondas térmicas.