

CARACTERIZACIÓN DE UN MATERIAL TERMOCRÓMICO PARA SU EMPLEO EN SENSORES DE FIBRA ÓPTICA

C. Fernández-Valdivielso, O. Esteban*, J.C. Martínez-Antón*, A. González-Cano*, F.J. Arregui, I.R. Matías.

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Universidad Pública de Navarra
31006 Pamplona

Correo electrónico: carlos.fernandez@unavarra.es

* Departamento de Óptica
Universidad Complutense de Madrid
28040 Madrid

Correo electrónico: oscermar@eucmax.sim.ucm.es

RESUMEN

This paper describes the characterization of several optical properties of a thermochromic material called 2,4,5-Triphenylimidazole or also called Lophine using photonic technology. This chemical compound has been used as a sensing material in fiber optics sensors to measure the temperature in under-water conditions. Some experimental results are also shown.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existen diversos métodos para monitorizar la temperatura con fibra óptica, como las redes Bragg, la fibra óptica estrechada y otras [1]. Además, desde hace unos años, se están utilizando los materiales termocrómicos como elemento sensor en los sensores de fibra óptica. Dichos materiales poseen la propiedad de variar su color, y por tanto sus propiedades ópticas, al verse sometidos a variaciones de temperatura [2].

Para poder emplear este tipo de materiales en sensores de fibra óptica, es necesario caracterizarlos previamente y estudiar su comportamiento con la fibra óptica puesto que muchos de estos materiales presentan numerosos inconvenientes que hacen incompatible su empleo en sensores de fibra óptica, como por ejemplo el comportamiento óptico irreversible con la temperatura, la presencia de ciclos de histéresis, o la inestabilidad a lo largo del tiempo. Además es necesario encontrar materiales termocrómicos que operen en el rango de temperaturas deseado.

En este trabajo, se describe la caracterización espectral del material termocrómico denominado 2,4,5-Triphenylimidazol o también llamado Lofina, ideal para su incorporación en un sensor de temperatura de fibra óptica para aplicaciones acuáticas como se desprenderá de este estudio.

2. ESTUDIO DEL MATERIAL

El material termocrómico estudiado, como ya se ha comentado anteriormente, se denomina 2,4,5-Triphenylimidazol o también llamado Lofina. Es un compuesto orgánico barato y no tóxico cuyo punto de fusión se encuentra entre 275 y 277°C. Se trata de un material que ya ha sido utilizado en otras aplicaciones pero no relacionados con los dispositivos de fibra óptica. Una de las propiedades más interesantes de este material es su naturaleza hidrófoba, es decir, repele las moléculas de agua, y por tanto puede ser utilizado para aplicaciones subacuáticas sin peligrar la pérdida de material por disolución y evitando la posible sensibilidad del

material frente a la humedad. Por tanto se trata de un material cuyo comportamiento frente a la temperatura es igual bajo el agua que en el aire. Otra propiedad importante de este material es su color en reposo: blanco. Esta característica hace esperar una respuesta espectral en reflexión homogénea en el rango de las longitudes de onda de luz visible, garantizando el empleo de un gran número de longitudes de onda como fuentes de luz del posible sistema sensor.

La fórmula molecular de la Lofina es $C_{21}H_{16}N_2$, y la transición que tiene lugar en su estructura molecular debido a la variación de la temperatura se muestra en la figura 1.

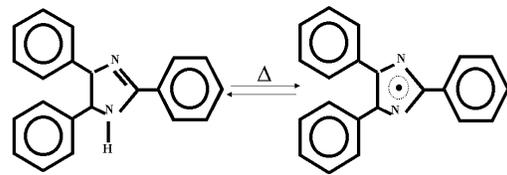


Figura 1. Transición de la Lofina frente a la variación de temperatura

3. CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL

Se han realizado diferentes pruebas al material para estudiar su respuesta frente a la temperatura en diferentes condiciones ambientales. En primer lugar se realizaron unas pruebas de espectrometría del material, para estudiar la absorbancia del material a diferentes temperaturas. Para ello, se realizó el montaje experimental mostrado en la figura 2.

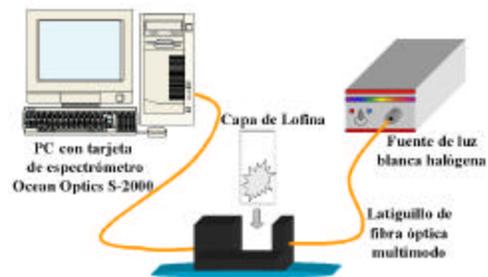


Figura 2. Montaje experimental para caracterización Lofina

Como se muestra en la figura 2, se depositó una fina capa de Lofina sobre un portaobjetos y se iluminó mediante una fuente de luz blanca. Se utilizó un espectrómetro Ocean Optics S2000. El experimento se realizó colocando el material a 5

temperaturas diferentes. La figura 3 muestra los resultados obtenidos y en ella se puede observar, que a mayor temperatura, la Lofina transmite mayor potencia óptica, indicando que el material puede ser empleado en sistemas sensores de temperatura.

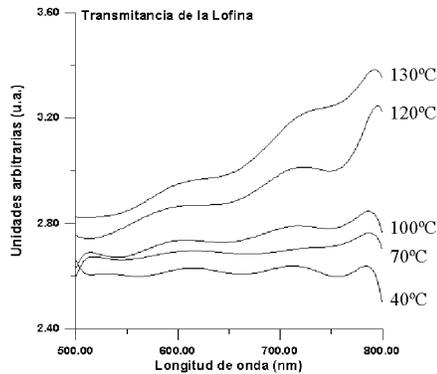


Figura 3. Respuesta espectral de la Lofina

Las diferentes pruebas fueron realizadas varias veces, observándose un comportamiento repetitivo y con ausencia de histéresis.

4. CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL CON FIBRA ÓPTICA BAJO EL AGUA.

Una vez estudiado el espectro de absorción y de transmisión del material en condiciones ambientales y al aire, se deseaba caracterizar el material bajo el agua. Para ello era necesario depositar el material en algún lugar que la presencia del agua no le afectase, y desde el cual se pudieran realizar pruebas de espectrometría. La fibra óptica fue la seleccionada, puesto que el objetivo final de este estudio es la realización de un sensor de fibra óptica empleando la Lofina como material detector de temperatura. Para ello, se depositó material termocrómico en el extremo de un latiguillo de fibra óptica multimodo mediante la técnica de fusión [3]. Una vez depositado el material en el extremo de la fibra, se realizó el montaje experimental representado en la figura 4.

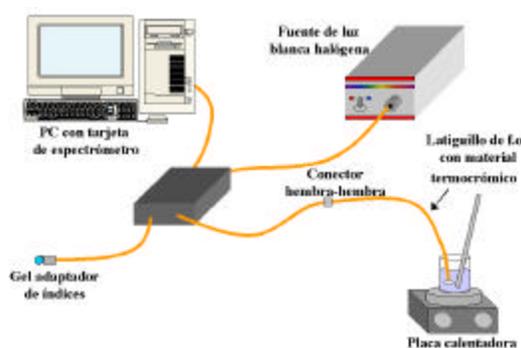


Figura 4. Montaje experimental para caracterizar la Lofina bajo el agua.

El latiguillo de fibra óptica con el material depositado en su extremo fue sumergido en una cubeta con agua junto con un termómetro para

monitorizar el valor de temperatura. Con la ayuda de una placa calentadora, se varió la temperatura del agua y así se pudo conseguir la caracterización del material sumergido en agua. El material fue iluminado con una fuente de luz blanca a través de un acoplador 50:50, permitiendo de este modo recuperar la potencia óptica reflejada hacia el espectrómetro alojado en el ordenador.

Los resultados obtenidos se muestran en la figura 5.

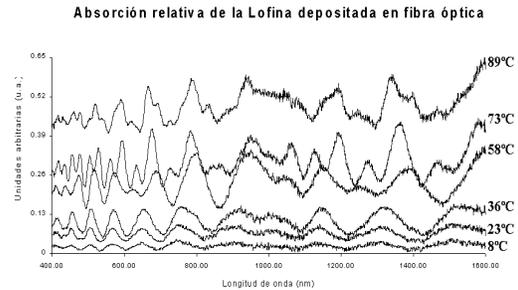


Figura 5. Absorción de la Lofina bajo el agua.

Se observa en la figura 5 que el comportamiento del material bajo el agua es el esperado, y que de nuevo varía sus propiedades en función de la temperatura.

5. CONCLUSIONES.

Se ha conseguido caracterizar un material termocrómico empleando tecnología fotónica, para su posterior empleo como elemento sensor en un sistema de medición de la temperatura en condiciones acuáticas. Se han mostrado resultados del comportamiento del material frente a la temperatura en condiciones ambientales normales, y en condiciones bajo el agua empleando fibra multimodo. Se ha observado que el material se comporta repetitivamente y además no se ha observado ningún tipo de ciclo de histéresis. Con los resultados obtenidos en esta serie de experimentos, se pretende en un futuro construir un sensor robusto capaz de monitorizar la temperatura tanto dentro del agua como fuera.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la entidad CICYT mediante el proyecto TIC-98-0397-C03-01 y por Gobierno de Navarra.

7. REFERENCIAS

- [1] F.J. Arregui, I.R. Matías and M. López-Amo "Optical fiber strain gauge based on a tapered single-mode fiber" *Sensors and Actuators A*. Vol. 79 (2000), 90-96.
- [2] C. Fernández-Valdivielso, A. Madrid, F.J. Arregui, C. Barriain e I.R. Matías "Sensor de temperatura de fibra óptica de bajo coste basado en el efecto termocrómico para aplicaciones bajo el agua", *XV Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio*. pp. 379-380. 2000.
- [3] C. Fernández-Valdivielso, I.R. Matías, A. Madrid and F.J. Arregui "An Optical Fiber Temperature Sensor Based on Thermochromic Effect for Under-Water Applications". *SPIE* vol. 4185, pp. 146-149, 2000.