



XVII encuentro
Participación de la
Mujer
en la Ciencia



Sensor de temperatura de ultra-alta sensibilidad que utiliza un espejo de lazo de fibra basado en una fibra con dos orificios asimétricos infiltrados con agua

Rodolfo Matínez Manuel¹, Daniel A. May Arrijoja¹, Jesús Acevedo Mijangos¹, René F. Domínguez Cruz², Daniel López Cortés³ y Miguel Torres Cisneros⁴

1 Centro de Investigaciones en Óptica, A. C., 2 Universidad Autónoma de Tamaulipas, 3 Facultad de Ciencias en Física y Matemáticas, Universidad Autónoma de Chiapas, 4 División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato. rodolfom@cio.mx

Actualmente, el interés en desarrollar sensores de temperatura con fibra óptica, basados en el espejo de lazo de fibra (FLM, por sus siglas en inglés) ha aumentado. Una de las características de los FLM está relacionada con el hecho de que utilizan una fibra altamente birrefringente (Hi-Bi, por sus siglas en inglés) para generar la diferencia de ruta óptica en el lazo de fibra. Como resultado, la configuración del sensor de temperatura FLM, en comparación con los interferómetros tradicionales como Fabry-Perot, Michelson y Mach-Zehnder, tiene las ventajas de que la independencia de polarización de entrada y el período de los espectros de interferencia dependen solo de la longitud y la birrefringencia de la fibra Hi-Bi. La birrefringencia interna de estas fibras se genera comúnmente por un efecto geométrico del núcleo de la fibra o por el estrés inducido alrededor del núcleo.

En los últimos años, los FLM están utilizando fibras de cristal fotónico (PCF, por sus siglas en inglés) como sensores de temperatura de alta sensibilidad. Para modificar el valor de birrefringencia de un PCF, agujeros laterales que se pueden llenar de líquidos y metales. La mejora en la sensibilidad a la temperatura de la fibra con orificio lateral lleno de líquido, es causada por el efecto termo-óptico de la muestra líquida; mientras que en las configuraciones de fibra llena de metal, la mejora en la sensibilidad a la temperatura proviene del coeficiente de expansión térmica del metal. Adicionalmente, cabe señalar que la incorporación de agujeros laterales no es exclusiva de los PCF, ya que también se han implementado en fibras mono-modo (SMF, por sus siglas en inglés).

En este trabajo, nosotros presentamos un sensor de temperatura que utiliza una configuración de FLM, basado en SMF con dos orificios asimétricos (ATHF, por sus siglas en inglés), los cuales están llenos con agua destilada. El diseño de esta fibra, se realizó utilizando método de elementos finitos (MEF) a través del software COMSOL Multiphysics, el cual permite la interacción entre el modo óptico y la región con una alta birrefringencia producida por el estrés térmico inducido por los huecos llenos de agua. Esta interacción provoca grandes cambios en la señal de detección cuando la temperatura está cambiando. Esta señal de detección se puede observar, siguiendo el cambio en la frecuencia de la señal de interferencia en función de la temperatura, lo que permite medir la temperatura absoluta. Los resultados experimentales, muestran que la birrefringencia de ATHF cambia de 1.18×10^{-5} a 3.33×10^{-4} en un rango de temperatura de 40 a 80 °C; generando en términos de frecuencia, una sensibilidad de $6 \times 10^{-3} \text{ nm}^{-1}/^\circ\text{C}$. En el caso de cambios de temperatura muy pequeños, donde el cambio de la longitud de onda también es pequeño, se realizaron simulaciones usando parámetros experimentales de ATHF y se calculó una ultra-alta sensibilidad de $240 \text{ nm}/^\circ\text{C}$. La sensibilidad del sensor presentado se puede ajustar al ir cambiando el diámetro y posición orificios en la fibra.