

## MICROTERMÓMETRO INTERFEROMÉTRICO ROBUSTO DE AMPLIO RANGO DINÁMICO

### Descripción

La Universidad Complutense de Madrid, en colaboración con investigadores de la Universidad de Bremen, ha desarrollado un **sistema de medida robusto y fiable** que es operativo en un **amplio rango de temperaturas**, desde temperaturas criogénicas hasta varios cientos de grados centígrados, manteniendo la obtención de la lectura de la temperatura local en modo remoto, es decir, a una cierta distancia del entrono con el que la sonda está en contacto.

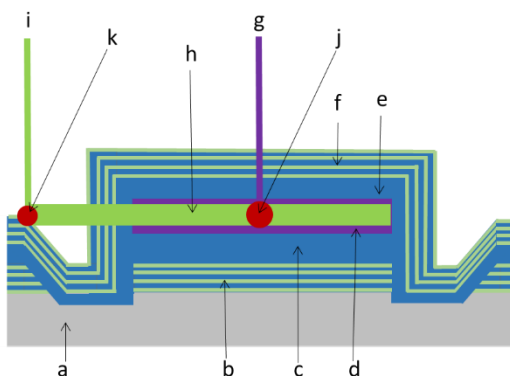
El microtermómetro y su método de fabricación están protegidos por una **solicitud de patente nacional (ES2980538)** que se puede hacer **extensiva a otros países**.

### ¿Cómo funciona?

La búsqueda de métodos precisos y no invasivos para medir la temperatura es un reto permanente en el ámbito de la exploración científica y el progreso tecnológico, ya que la temperatura constituye un aspecto fundamental de numerosos ámbitos que van desde la atención sanitaria (por ejemplo, la vigilancia y el tratamiento de células cancerosas) hasta los dispositivos electrónicos (en particular, por cuestiones de calor relacionadas con la miniaturización, que pueden dar lugar a fallos) pasando por estudios medioambientales.

Un modo de medir la temperatura en modo remoto es la termometría de luminiscencia, en virtud de cambios inducidos por la temperatura en las propiedades espectroscópicas de un determinado sistema material. Existe una gran variedad de técnicas de termometría luminiscente que se diferencian en los materiales, mecanismos, rango de operación y resolución o sensibilidad. Dependiendo de los requisitos de la aplicación ciertos termómetros son más adecuados que otros. Por lo general, existen ciertos obstáculos relacionados con la reproducibilidad y la fiabilidad que han impedido, hasta ahora, su uso generalizado.

El nuevo microtermómetro es un **microtermómetro luminiscente e interferométrico** basado en nanohilos o microhilos de óxido de galio dopado con cromo ( $Ga_2O_3:Cr$ ) delimitados por una zanja a ambos lados de la microestructura alargada y caracterizado porque toda la estructura está recubierta por una lámina, a su vez compuesta por una capa de  $Al_2O_3$  y por una estructura nanométrica de reflectores de Bragg distribuidos (DBR) formada por dos materiales transparentes. El microtermómetro mide la temperatura de un modo sencillo mediante un mecanismo de transducción dual, luminiscente e interferométrico.



**Figura 1.** Esquema de la estructura y la operación del microtermómetro: (a) sustrato masivo, (b) estructura DBR, (c) Lámina compuesta de un material de bajo índice de refracción que permita guiar la luz emitida por los nanohilos o microhilos (d) nanohilo o microhilo; (e) Lámina depositada tras deposición de nanohilos o microhilos, compuesta de un material de bajo índice de refracción que permita guiar la luz emitida por el nanohilo o microhilo; (f) estructura DBR tras deposición de nanohilos o microhilos; (g) láser de excitación; (h) luz guiada por el nano- o microhilo; (i) posición del objetivo para recolectar la luz guiada; (j) punto de excitación del microhilo; (k) punto de recolección.

El método de fabricación del microtermómetro combina la obtención de nanohilos o microhilos, en este caso por evaporación térmica, con dos técnicas que resultan en las estructuras DBR que encapsulan los nanohilos o microhilos para formar microcavidades ópticas: una, la técnica de deposición, como ALD (*Atomic Layer Deposition*), y, la segunda, la técnica de grabado con haz de iones focalizado (FIB).



## Ventajas

El microtermómetro desarrollado combina **robustez** con respecto al contacto físico, **precisión, fiabilidad** y la posibilidad de operar en un amplio rango de temperaturas (desde temperaturas criogénicas hasta varios cientos de grados centígrados). Además, se ha demostrado una **calibración sencilla**. Finalmente, el dispositivo puede **operar en condiciones adversas** (como radiación láser de excitación de alta intensidad) o en algunos líquidos, por lo que se puede utilizar en diferentes **aplicaciones industriales y medioambientales**, así como en ciertas aplicaciones **biológicas**.

El **método de fabricación** del microtermómetro permite fabricar más de una microcavidad con DBRs idénticos en distintos nanohilos o microhilos sobre el mismo sustrato, lo cual **permite el uso de más de un sensor de temperatura en un mismo sustrato** (lo cual es útil, por ejemplo, si el sensor principal comienza a fallar).

## ¿Dónde se ha desarrollado?

Tanto el microtermómetro como su método de fabricación se han desarrollado en el Departamento de Física de Materiales de la Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Complutense de Madrid por el grupo de investigación especializado en [Física de Nanomateriales Electrónicos](#) en colaboración con investigadores del grupo "[Solid state materials](#)" del Instituto de Física del Estado Sólido de la Universidad de Bremen. Ambos grupos de investigación tienen experiencia en colaboración con diferentes universidades y organismos públicos de investigación, tanto nacionales como internacionales, así como con empresas privadas, en su labor investigadora.

## Y además

El grupo de investigación de la UCM tiene **amplia experiencia tanto en la síntesis de nanoestructuras de óxido** (nanohilos, nanotubos, nanopartículas, nanomembranas, nanocompuestos...) **como la caracterización de estos nanomateriales electrónicos y fotónicos**, orientada a diversos campos de aplicación como emisión de luz, fotodetectores, generación y almacenamiento de energía, sensores químicos o fotocatalisis.

## Responsable de la investigación

**Emilio Nogales Díaz:** [enogales@ucm.es](mailto:enogales@ucm.es)  
**Departamento:** Física de Materiales  
**Facultad:** Ciencias Físicas

