

Concentrar luz infrarroja a través de líneas de transmisión impulsará nuevas herramientas

Un trabajo de colaboración entre tres grupos del centro de investigación CIC nanoGUNE (San Sebastián) han desarrollado un innovador método para concentrar luz infrarroja a través de líneas de transmisión con el extremo en forma de cono en dimensiones nanométricas. Este dispositivo podría impulsar el desarrollo de nuevas herramientas de detección química y biológica, como espectrómetros de infrarrojos o biosensores con lab-on-a-chip (laboratorio en un chip) integrados.

Fuente: CIC nanoGUNE

En los instrumentos de óptica convencionales, como consecuencia de los efectos de difracción la luz no puede ser concentrada en puntos menores que la mitad de su longitud de onda. Un enfoque importante para superar el límite de difracción está basado en las antenas ópticas, cuyo nombre hace alusión a su homólogo en radiofrecuencia.

Tienen la capacidad de concentrar la luz en puntos diminutos, varios órdenes de magnitud más pequeños de lo que las lentes convencionales pueden conseguir. Pequeños objetos como moléculas o nanopartículas semiconductoras dispuestas en estos puntos de las antenas llamados "puntos calientes" (*hot spots*) pueden interactuar eficientemente con la luz.

Así, las antenas ópticas mejoran la espectroscopia de una sola molécula o la sensibilidad de los detectores ópticos. Sin embargo, el punto caliente está unido a la estructura de la antena, lo cual limita la flexibilidad a la hora de diseñar circuitos nanoópticos.

Los experimentos llevados a cabo en nanoGUNE muestran que la luz infrarroja puede ser transportada y nanoconcentrada mediante líneas de

transmisión diminutas, que consisten en dos nanocables dispuestos a corta distancia entre sí. Mientras las lentes y los espejos manipulan la luz en forma de ondas que se propagan libremente en el espacio, las líneas de transmisión guían la luz infrarroja en forma de onda de superficie fuertemente agarrada (*Nature Photonics*, 03 Abril 11).

Los investigadores de CIC nanoGUNE adaptaron el concepto de las líneas de transmisión clásicas al rango de frecuencia infrarrojo. Las líneas de transmisión son cables especializados para transportar, por ejemplo, señales de radiofrecuencia. Una forma simple consiste en dos cables de metal dispuestos en paralelo a una distancia corta, también llamada línea paralela. Antiguamente era una estructura muy utilizada para conectar el receptor de radio o televisión a la antena del tejado. Aplicado a frecuencias MHz, donde las longitudes de onda habituales se encuentran en un rango de entre unos centímetros y varios metros, es uno de los principales ejemplos de transporte de energía en guías de onda con un diámetro de escala sublongitud de onda.

En los experimentos, los investigadores demostraron que la luz infrarroja puede ser transportada de la misma forma, reduciendo el tamaño de las líneas de transmisión a menos de un

micrómetro (ver imagen). Para ese fin, fabricaron dos nanocables conectados a una antena de ondas infrarrojas.

La antena captura la luz infrarroja y la convierte en una onda de superficie que se propaga a lo largo de las líneas de transmisión. Mediante la reducción gradual del grosor de la línea de transmisión (dándole forma cónica), los investigadores han demostrado que la onda de superficie infrarroja es comprimida a un punto diminuto en el vértice del cono de solo 60 nm de diámetro (la imagen de la estructura del dispositivo).

Este pequeño punto es 150 veces más pequeño que la longitud de onda libre en el espacio, lo que pone de manifiesto el extremo nivel de concentración en escala sublongitud de onda conseguido en el experimento. Los investigadores aplicaron su técnica de microscopía de campo cercano introducida recientemente (Schnell et al., *Nano Lett.* 10 3524 (2010)) para trazar los diferentes componentes del campo eléctrico de la concentración infrarroja con resolución de nanoescala.

La nanoconcentración de la luz infrarroja mediante líneas de transmisión tiene importantes implicaciones en la espectroscopia y en aplicaciones de detección. ■