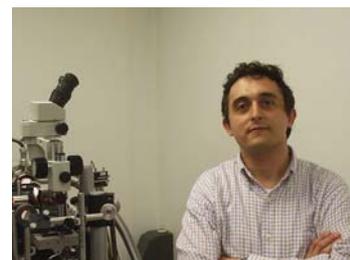


Detectar a través de pozos y puntos

Las innumerables aplicaciones de los detectores cuánticos de radiación infrarroja motivan la utilización de la tecnología de pozos y puntos cuánticos para crear dispositivos de alta sensibilidad y respuesta multiespectral.

Álvaro de Guzmán dirige una investigación dedicada a mejorar las propiedades de los dispositivos de detección infrarroja, los cuales encuentran cada vez más aplicaciones industriales, medioambientales, militares e incluso médicas. El uso de la tecnología de pozos y puntos cuánticos sobre Arseniuro de Galio promete resolver inconvenientes relacionados con la temperatura y la respuesta multiespectral, introduciendo un amplio campo de nuevas posibilidades para los sistemas de detección IR.



Álvaro de Guzmán

Sabrina Bagarella

La detección remota de incendios, la realización de cámaras de visión nocturna, la detección y medida de gases contaminantes en la atmósfera, la localización de puntos calientes en líneas de alta tensión y por supuesto también aplicaciones militares como la detección de misiles y blancos móviles: Estos son algunos de los usos que tienen los detectores cuánticos de infrarrojo en los que trabaja desde 1996 el grupo de investigación liderado por Álvaro de Guzmán en el Instituto de Sistemas Optoelectrónicos y Microtecnología de la UPM.

“Los dispositivos de detección de infrarrojos suelen estar basados en Teluro de Cadmio y Mercurio (mejor conocido como MCT o “Mercury Cadmium Telluride”). Este material presenta baja homogeneidad, por lo que es difícil de trabajar, y su procesado suele ser muy caro”, explica de Guzmán. “Los detectores cuánticos que desarrollamos están hechos de Arseniuro de Galio (GaAs), material más fácil de trabajar y con una tecnología muy estudiada y consolidada”. Al contrario que los detectores clásicos, donde la detección se produce por la transición de electrones desde la banda de valencia a la de conducción en un semiconductor, en los detectores cuánticos se aprovechan las transiciones de electrones desde un nivel base a un nivel excitado dentro de un pozo de potencial en una de las bandas del material, lo cual permite la selectividad de lo que se quiera detectar.

Existen diferentes configuraciones para la realización de este tipo de detectores, no obstante, en el ISOM – Instituto de Sistemas Optoelectrónicos y de Microtecnología- existe un especial interés por la llamada configuración “ligado a casi continuo”. En este caso las transiciones tienen lugar entre un nivel base ligado en el pozo y un segundo nivel parcialmente confinado por unas finas barreras de AIs de 20 Å. Una vez en este nivel, los electrones atraviesan la barrera de AIs por efecto túnel y son captados por los contactos dando lugar a una fotocorriente efectiva. Gracias a estos diseños es posible extender el intervalo de aplicación de los detectores cuánticos desde las 4 µm hasta el infrarrojo lejano (>12 µm).

Otra de las principales ventajas de estos detectores es la posibilidad de realizar

Los detectores cuánticos hechos de GaAs son más selectivos y precisos que los clásicos

estructuras apiladas donde cada zona activa es selectiva a un "color", de esta manera se pueden realizar detectores multicolor lo cual no es posible con otros sistemas de materiales como el Si o el anteriormente citado MCT. No obstante, y debido a las reglas de selección de las transiciones intrabanda, la incidencia normal de la luz está prohibida por lo que es necesaria la utilización de métodos adicionales de acoplo de radiación para que los dispositivos sean utilizables en la práctica. Entre estos métodos se incluyen la definición de redes de difracción sobre la superficie o la incidencia a través de un bisel pulido en los bordes de la oblea.

Temperatura y respuesta espectral

Sin embargo, estos detectores presentan un inconveniente: Sólo pueden trabajar a unos 198 grados bajo cero. "Nuestro objetivo es conseguir que funcionen a temperatura ambiente, para lo cual estamos trabajando con nanoestructuras de punto cuántico", señala de Guzmán. Los puntos cuánticos son estructuras tridimensionales en forma de pirámide que se producen sobre el sustrato de Arseniuro de Galio que permiten la absorción infrarroja y que teóricamente permitirán trabajar a temperatura ambiente.

Para hacer crecer estos puntos cuánticos sobre el sustrato del semiconductor se utiliza un Reactor de Epitaxia por haces moleculares o MBE, técnica que posibilita que las intercaras entre un material y otro sean muy abruptas. "Este Reactor se encuentra en pocos lugares en España, pero es una técnica muy utilizada para este tipo de investigaciones", explica de Guzmán, quien puntualiza que su uso no es muy común en la industria "porque el crecimiento de las capas es muy lento y el rendimiento en general es bajo, aunque en la actualidad algunas compañías desarrollan MBE para uso industrial y está empezando a extenderse".

Los detectores de pozo cuántico, los cuales empezaron a investigarse en el ISOM en 1996 y en los que se aplicó el Arseniuro de Galio en un primer momento, presentan la dificultad de que su detección es muy baja si el infrarrojo le llega frontalmente, por lo que necesitan una red de difracción. "Con los detectores de punto cuántico, no sólo se supone que superaremos el problema de la temperatura, sino que la detección será alta independientemente del ángulo de la luz", explica el profesor sobre estos detectores de alta sensibilidad y respuesta multiespectral.

La investigación con detectores de puntos cuánticos se inició en el 2004, cuando se planteó el reto de trabajar a temperatura ambiente con detectores de Arseniuro de Galio. El grupo encargado de desarrollar esta línea cuenta con 5 miembros y la colaboración de la Universidad de Sheffield, el Instituto Paul Drude de Berlín y el CRHEA (Centre de Recherche sur L'Hétéro-epitaxie et ses Applications) de Valbonne, Francia. De Guzmán explica que, además de las estancias, la relación con estos centros ha permitido aprovechar en el caso de Sheffield sus conocimientos en el crecimiento de puntos cuánticos y en el del CRHEA la utilización del MBE para el crecimiento de varios materiales. "Con el Instituto Paul Drude tenemos mucho intercambio, ya que son especialistas en microscopía electrónica y nosotros trabajamos con capas y estructuras de grosor atómico".

El instituto berlinés ha aportado su experiencia en tres proyectos dirigidos por Álvaro de Guzmán sobre el estudio del crecimiento de puntos cuánticos y el crecimiento de

Los nuevos detectores están encaminados a trabajar a temperatura ambiente y a detectar eficazmente independientemente del ángulo de luz

pozos cuánticos. “Estamos interesados en estudiar el campo entre 1 y 3 micras. Es un intervalo de mucho interés porque es allí donde trabajan las fibras ópticas, donde se desarrollan aquellos elementos relacionados con la comunicación”, explica el profesor. En la actualidad, los proyectos, entre los que destacan investigaciones sobre las aplicaciones medioambientales de la detección infrarroja, cuentan con financiación pública nacional, aunque han contado en el pasado con fondos europeos e internacionales.

Álvaro de Guzmán participa también en investigaciones relacionadas con láseres infrarrojos, las cuales se enmarcan en el desarrollo de sistemas para comunicaciones ópticas. “A diferencia de los detectores, que necesitan muchos equipos para su caracterización y el avance en la investigación es relativamente lento, caracterizar un láser es mucho más sencillo”, comenta tras 3 años de estudios en el campo del láser y 10 en sistemas de detección de infrarrojo.

¿Qué es el ISOM?

El Instituto de Sistemas Optoelectrónicos y Microtecnología (ISOM), del cual Álvaro de Guzmán es Secretario, es un instituto universitario de investigación adscrito a la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), creado el 16 de marzo del año 2000 (BOCM del 28-3-2000) a una propuesta inicial de varios grupos de investigación pertenecientes a los Departamentos de Ingeniería Electrónica, Tecnología Fotónica, Física Aplicada a las Tecnologías de la Información y Física Aplicada a la Arquitectura, el Urbanismo y el Medio Ambiente. El objetivo del Instituto es la investigación y la difusión de sus resultados al sector productivo, sobre detección, procesado, transmisión y almacenamiento de información por medio de la Optoelectrónica y la Microtecnología, al igual que formar profesionales.

El ISOM tiene sus instalaciones en la planta baja del edificio López Araujo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la UPM. Consta de 400 m² de salas limpias, de 300 m² de laboratorios de caracterización con aire acondicionado centralizado, y 200 m² de laboratorios de instrumentación y electrónica. Las instalaciones incluyen una sala para Cooperación Industrial y Transferencia Tecnológica, y una oficina para la gestión de Servicios al Exterior. En el ISOM trabaja un conjunto de 30 investigadores, 1 ingeniero de la Central de Tecnología, 4 técnicos y 1 administrativo. Se trata así de un grupo con suficiente masa crítica, cuya labor investigadora se ha venido consolidando durante los últimos años. En particular, los grupos que lo forman han participado en numerosos proyectos de investigación financiados por la Unión Europea durante más de 10 años.

FICHA TÉCNICA

Grupo: Sistemas de detección de infrarrojo, ISOM.

Director: Álvaro de Guzmán

Dirección: ETSI de Telecomunicación

Ciudad Universitaria s/n

28040 - Madrid España

Teléfono: 915495700

Fax:

Email: guzman@die.upm.es

Página web: www.isom.upm.es

Líneas de investigación: Detectores de alta sensibilidad y respuesta multiespectral.

Uso de la tecnología de pozos y puntos cuánticos en AlGaAs/InGaAs.