

## **Desarrollan un nuevo metodo sin litografia para producir superficies de vidrio antirreflejantes duraderas**

**Un equipo de investigadores del ICFO y Corning Incorporated ha desarrollado un nuevo metodo para fabricar superficies antirreflejantes (AR) mediante nanoestructuras utilizando un proceso sin litografia. El nuevo metodo, descrito en la revista ACS Applied Materials and Interfaces, utiliza plata deshumidificada termicamente como mascara de grabado para crear agujeros nanometricos en superficies de vidrio, reduciendo la reflexion de la luz significativamente.**

May 27, 2024

---

Las superficies antirreflejantes (AR) son apreciadas por su capacidad de minimizar los reflejos no deseados. Este tipo de superficies mejora la eficiencia de diversos dispositivos opticos como lentes laser, objetivos de camaras, gafas, pantallas tactiles y sistemas de captacion solar. Para aumentar el rendimiento y la versatilidad de los dispositivos opticos, se han ido

desarrollado varias estrategias alternativas al procedimiento tradicional de recubrimiento antirreflejante multicapa. El uso de nanoestructuras de inspiración biológica, como pilares o agujeros nanométricos, directamente sobre la superficie de un sustrato permite manipular la trayectoria de la luz reduciendo la reflexión de un amplio espectro y en un amplio rango de ángulos de incidencia.

Sin embargo, la fabricación de estas superficies nanoestructuradas con las propiedades deseadas es bastante compleja, ya que suele implicar métodos de litografía de múltiples pasos, lo que limita su adopción generalizada debido a los costes y escasa escalabilidad. Ahora, un nuevo estudio realizado por los investigadores del ICFO **Iliyan Karadzhov**, **Bruno Paulillo** y **Juan Rombaut**, dirigido por el Profesor ICREA del ICFO, **Valerio Pruneri**, y en colaboración con los investigadores **Karl W. Koch** y **Prantik Mazumder** de Corning Incorporated describe un método más simple para crear superficies nanoestructuradas con capacidad antirreflejante. Este nuevo enfoque utiliza películas de plata ultra delgadas deshumidificadas por temperatura como máscaras de grabado para generar nanoagujeros de tamaño inferior al de la longitud de onda de la luz en superficies de vidrio. La principal ventaja de este nuevo método es su simplicidad y rentabilidad, ya que evita el proceso litográfico tradicional, mucho más complejo. Los resultados de este estudio han sido publicados recientemente en la revista ACS Applied Materials and Interfaces

El proceso de fabricación propuesto en el trabajo consta de tres pasos. Primero, se obtienen unas nanopartículas de plata mediante un proceso de recocido térmico de una película ultradelgada de plata sobre un sustrato de vidrio. Estas partículas se utilizan de base para una máscara de grabado secundaria, que se crea depositando una capa delgada de níquel sobre las nanopartículas de plata y luego realizando un grabado químico húmedo selectivo. Finalmente, esta máscara se utiliza en un proceso de grabado en seco para fabricar los nanoagujeros de profundidades diferentes sobre la superficie de vidrio.

"Los nanoagujeros son cavidades diminutas e irregularmente dispuestas sobre una superficie que reducen significativamente la reflexión de la luz al provocar una transición suave de índice de refracción del aire al sustrato", explica **Iliyan Karadzhov**, investigador del ICFO y miembro del equipo del proyecto NANO-GLASS. "Los elegimos por su mayor durabilidad en comparación con otras nanoestructuras como los nanopilares y su capacidad para proporcionar excelentes propiedades antirreflejantes con una mínima dispersión de la luz", añade el primer autor del estudio.

La disposición final y la profundidad de estos nanoagujeros están determinadas por el espesor inicial de la película de plata y la duración del proceso de grabado en seco. El equipo fabricó varias muestras a partir de diferentes máscaras y con varias profundidades de los nanoagujeros, midiendo la transmitancia y la reflectancia en el rango visible y cercano al infrarrojo para probar su rendimiento. Las superficies antirreflejantes desarrolladas exhibieron una respuesta omnidireccional de banda ancha con unos niveles de transmitancia superiores al 99% tanto en el rango visible como en el cercano al infrarrojo, manteniendo una

alta transmitancia incluso con angulos de incidencia de la luz pronunciados (de hasta 60 grados).

Las pruebas de abrasion a la que fueron sometidas las muestras demostraron su solidez mecanica y la durabilida. "Uno de los retos era garantizar que las estructuras de nanoagujeros permanecieran intactas durante las pruebas de abrasion, manteniendo al mismo tiempo un alto rendimiento optico", recuerda Karl W. Koch, investigador de Corning Incorporated y coautor del estudio. "Conseguimos superar el reto optimizando la geometria de los nanoagujeros y el proceso de fabricacion, logrando un equilibrio entre la propiedades mecanicas y opticas. Otro reto era escalar el metodo de fabricacion par aplicaciones en areas mas grandes. Esto lo abordamos utilizando tecnicas escalables como e deshumidificado termico", anade Koch

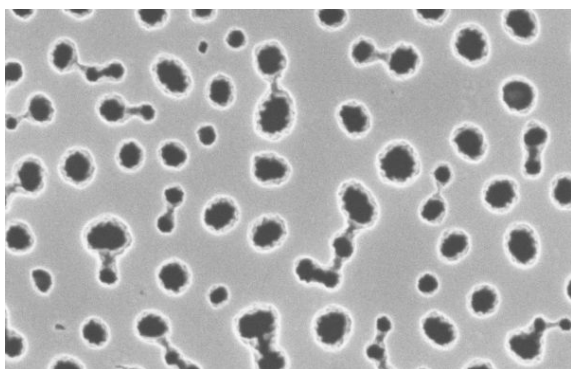
"Este proceso no solo simplifica la fabricacion de superficies antirreflejante nanoestructuradas, sino que tambien mejora la resistencia mecanica a la abrasion, un facto critico para diversas aplicaciones", afirma **Prantik Mazumder**, investigador de Corning Incorporated.

"Este nuevo metodo sin litografia aporta nuevas soluciones para el desarrollo de dispositivos optoelectronicos que requieren de una alta transmision y durabilidad", concluye **Valerio Pruneri**, coautor del estudio y coordinador del proyecto NANO-GLASS.

Esta investigacion ha sido financiada por el proyecto Nano-Glass, una red de formacion innovadora del programa Marie Sklodowska-Curie (MSCA-ITN-2020), centrada en la investigacion de materiales de vidrio nanoestructurados. El proyecto tiene como objetivo desarrollar nuevo disenos y metodos para la fabricacion de pantallas avanzadas con las que ofrecer una mejor visualizacion de la informacion, asi como el desarrollo de nuevas fibras opticas que mejoren la seguridad de las comunicaciones.

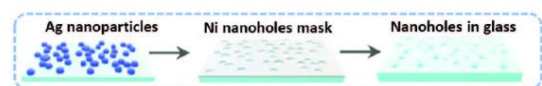
#### Articulo original

Karadzhev, I., Paulillo, B., Rombaut, J., Koch, K.W., Mazumder, P., and Pruneri, V. [Mechanically-durable antireflective subwavelength nanoholes on glass surfaces using lithography-free fabrication](https://doi.org/10.1021/acsami.3c15391). ACS Appl. Mater. Interfaces 2024, 16, 15, 19672-19680. DOI: <http://doi.org/10.1021/acsami.3c15391>



Vista superior de los nanoagujeros tallados en el sustrato de vidrio tomada con un microscopio

electronico de barrido (SEM) que muestra su distribucion. Image ICFO



Los tres pasos del nuevo metodo.