

## Desenvolupen un nou metode sense litografia per produir superfícies de vidre antireflectants i resistents

Un equip d'investigadors de l'ICFO i Corning Incorporated ha desenvolupat un nou metode per a fabricar superfícies antireflectants (AR) mitjançant nanoestructures creades amb un proces sense litografia. El nou metode, descrit en la revista *ACS Applied Materials and Interfaces*, utilitza plata deshumidificada termicament com a mascara de gravat per a crear forats nanometrics en superfícies de vidre, reduint així la reflexió de la llum de forma significativa.

May 27, 2024

Les superfícies antirreflexants (AR) son apreciades per la seva capacitat de minimitzar els reflexos no desitjats. Aquest tipus de superfície millora l'eficiència de diversos dispositius optics com ara les lents laser, els objectius de les cameres, les ulleres, les pantalles tactils o els sistemes de captació de la llum solar. Per tal d'augmentar el rendiment i la versatilitat dels

dispositius òptics, s'han desenvolupat diverses estratègies alternatives al procediment tradicional de recobrint antirreflexant multicapa. La utilització de nanoestructures inspirades en la biologia, com ara els pilars o els forats nanomètrics, directament sobre a superfície d'un substrat permet manipular la trajectòria de la llum reduint la reflexió d'un ampli espectre i en un ampli rang d'angles d'incidència.

No obstant això, la fabricació d'aquestes superfícies nanoestructurades amb les propietats desitjades és un procediment complex, ja que sol implicar mètodes de litografia de múltiples passos, un fet que limita la seva adopció generalitzada a causa dels costos elevats i a baixa escalabilitat.

Ara, un nou estudi realitzat pels investigadors de l'ICFO **Iliyan Karadzhov, Bruno Paulillo i Juan Rombaut**, dirigit pel professor ICREA de l'ICFO **Valerio Pruneri**, i en col·laboració amb els investigadors **Karl W. Koch i Prantik Mazumder** de **Corning Incorporated**, descriu un mètode més simple per crear superfícies nanoestructurades amb capacitat antirreflexant. Aquest nou mètode utilitza pel·lícules de plata ultrafines deshumidificades per temperatura com màscares de gravat per generar forats nanomètrics amb una mida inferior a la longitud d'onada de la llum en superfícies de vidre. El principal avantatge d'aquest nou mètode és la seva simplicitat i rendibilitat, ja que evita el procés litogràfic tradicional, molt més complex. Els resultats d'aquest estudi s'han publicat recentment a la revista **ACS Applied Materials and Interfaces**.

El nou procés de fabricació que es proposa en el treball consta de tres passos. Primer s'obtenen unes nanopartícules de plata mitjançant un procés de recuit tèrmic d'una pel·lícula ultrafina de plata sobre un substrat de vidre. Aquestes partícules s'utilitzen com a base per una màscara de gravat secundària, que es crea dipositant una capa prima de níquel sobre les nanopartícules de plata i realitzant després un gravat químic humit selectiu. Finalment aquesta màscara s'utilitza en un procés de gravat en sec per a fabricar els nanoforats de diferents profunditats sobre la superfície de vidre.

"Els nanoforats són cavitats diminutes disposades de forma irregular sobre una superfície que redueixen significativament la reflexió de la llum, ja que provoquen una transició suau de l'índex de refracció de l'aire al substrat", explica Iliyan Karadzhov, investigador de l'ICFO i membre de l'equip del projecte NANO-GLASS. "Vam triar-los per la seva major durabilitat i comparació amb altres nanoestructures com els nanopilars i per la capacitat de proporcionar excel·lents propietats antirreflexants amb una mínima dispersió de la llum", afegeix el primer autor de l'estudi.

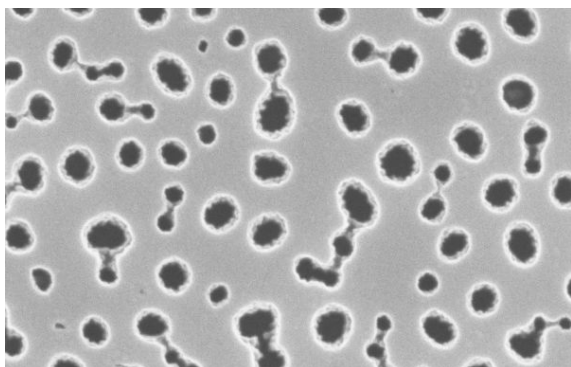
La disposició final i la profunditat de les nanocavitats depen del gruix inicial de la pel·lícula de plata i la durada del procés de gravat en sec. L'equip va fabricar diverses mostres a partir de diferents màscares i amb diferents profunditats dels nanoforats, mesurant la transmissió i la reflectància en el rang visible i proper al infraroig per tal de provar el seu rendiment. Les superfícies antirreflexants desenvolupades van exhibir una resposta omnidireccional de banda ampla amb uns nivells de transmissió superiors al 99% tant en el rang visible com

en el proper a l'infraroig, mantenint una alta transmissió fins i tot amb angles d'incidència de la llum pronunciats (de fins a 60 graus). Les proves d'abrasió a les quals van ser sotmeses les mostres van demostrar la seva solidesa mecànica i la durabilitat. "Un dels reptes era assegurar que les estructures dels nanoforats es mantinguessin intactes durant les proves d'abrasió, al mateix temps que es mantenia un alt rendiment òptic," recorda **Karl W. Koch**, investigador de Corning. "Això es va superar optimitzant la geometria dels nanoforats i el procés de fabricació per equilibrar les propietats mecàniques i òptiques. Un altre repte va ser escalar el mètode de fabricació per a aplicacions de gran superfície, cosa que es va abordar aprofitant tècniques escalables com deshumidificació tèrmica," afegeix.

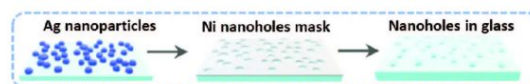
"Aquest procediment no només simplifica la fabricació de superfícies antireflectants nanoestructurades, sinó que també millora la resistència mecànica a l'abrasió, un factor crític per a diverses aplicacions", explica Prantik Mazumder, investigador de Corning Incorporated. "Aquest nou mètode sense litografia aporta noves solucions per al desenvolupament de dispositius optoelectrònics que requereixen d'una alta transmissió i durabilitat", conclou Valerio Pruneri, coautor principal de l'estudi i coordinador del projecte NANO-GLASS. Aquesta investigació ha estat financada pel projecte Nano-Glass, una xarxa de formació innovadora del programa Marie Skłodowska-Curie (MSCA-ITN-2020), centrada en la investigació de materials de vidre nanoestructurat. El projecte té com a objectiu desenvolupar nous dissenys i mètodes de nanoestructuració per a la fabricació de pantalles avançades que ofereixin una millor visualització de la informació, així com el desenvolupament de noves fibres òptiques que millorin la seguretat de les comunicacions.

#### Article 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 dels nanoforats tallats en el substrat de vidre presa amb un microscopi electrònic de rastreig (SEM) que mostra la seva distribució. Imatge ICFO.



Les tres passes del nou mètode.