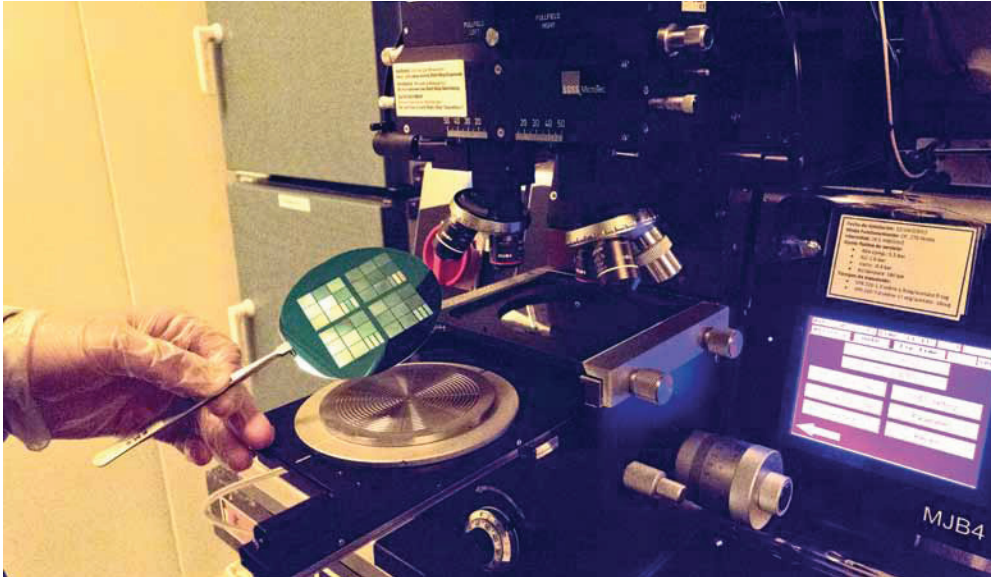


El silici, el segon element més abundant de l'escorça terrestre, és un semiconductor clau en la indústria de la microelectrònica avançada i de l'energia fotovoltaica. Un equip del Centre de Recerca en Nanoenginyeria (CRnE) i del Departament d'Enginyeria Electrònica de la UPC ha descobert una tècnica per produir-lo en mil làmines, més econòmiques i flexibles, que obre noves possibilitats a les aplicacions del material.

# El silici, el material omnipresent



**FOTO 1** Detall de litografia d'una oblia de silici de quatre polzades.

**FOTO 2** Durant el procés de fabricació d'oblies de silici ultraprimes, s'afegeix una capa de resina damunt de l'oblia.

"La massiva utilització del silici en la microelectrònica respon a circumstàncies una mica casuals. El silici s'oxida i aquest òxid té unes propietats sorprenents que faciliten, en bona mesura, la fabricació de circuits integrats", enuncia Ramon Alcubilla, del Departament d'Enginyeria Electrònica i cap del Centre de Recerca en Nanoenginyeria (CRnE) de la UPC. El silici és el vuitè element més comú de l'Univers i el segon més abundant a l'escorça de la Terra, aproximadament un

28%. Hi és en l'argila, el feldspat, el granit, el quars i la sorra, principalment en forma de diòxid de silici (també conegut com a *silice*) i de silicats (components que contenen silici, oxigen i metalls), i és el component principal del vidre i el ciment, entre d'altres.

Es tracta d'un semiconductor, és a dir, un element que a baixa temperatura és gairebé aïllant però la conductivitat del qual creix molt ràpidament a mesura que la temperatura augmenta. Una altra

manera de fer possible la conducció del material és introduint-hi impureses de forma controlada. Aquesta possibilitat de controlar-ne la conductivitat és el que li proporciona un gran potencial per a la fabricació de circuits integrats, transistors, pantalles d'LCD i altres dispositius electrònics. "El sector de l'electrònica és la primera indústria mundial, va superar la de l'automòbil l'any 1998, i el silici és el material que permet que tot funcioni: ordinadors, mòbils, televisors, rentadores, neveres, cotxes...", afirma l'investigador. A part de les seves aplicacions com a semiconductor, el silici és un element que s'utilitza també en la preparació de la majoria de silicons i en la indústria de la ceràmica. Quant al diòxid de silici, s'empra per fabricar formigó i rajoles, així com en la producció de ciment portland.

## Oblies cada cop més primes

Un grup d'investigadors del Centre de Recerca en Nanoenginyeria i del Departament d'Enginyeria Electrònica, amb l'investigador Ramon Alcubilla al capdavant, ha trobat la manera de fabricar oblies de silici cristal·lí ultraprimes de manera més econòmica i ràpida que en l'actualitat.

Durant els últims anys, s'han desenvolupat tècniques per obtenir oblies cristal·lines de silici cada cop més pri-



## Metodologia pionera

La nova metodologia que proposen els científics del CRnE per obtenir oblies de silici es basa a fer petits porus dins del material durant el procés i sotmetre'l a una alta temperatura. Els investigadors han demostrat que, controlant acuradament el perfil d'aquests porus, és possible obtenir en un sol pas múltiples capes cristal·lines de silici separades.

A través d'una precisa modulació del diàmetre del porus, es pot controlar tant el nombre de capes de silici com el gruix. D'aquesta manera en resulten mil làmines de silici i les diferents capes (làmines de les mil làmines) se separen, després, per exfoliació.

El nombre resultant de capes de silici és determinat únicament pel gruix inicial de l'oblia i pel gruix de les capes. Amb aquest sistema, els investigadors han aconseguit crear fins a deu oblies fines (de 5-7 µm de gruix) a partir d'una sola oblia de 300 µm de gruix.



**FOTO 3** L'investigador Moisès Garín introdueix una oblia de silici nova en aigua desionitzada.

**FOTO 4** D'esquerra a dreta, els investigadors Ramón Alcubilla, Moisès Garín i Trifon Trifonov.

**FOTO 5** Làmina de silici de 10 µm, molt utilitzada en l'àmbit de la microelectrònica.

mes a partir de lingots cilíndrics monocristal·lins. Aquests lingots es tallen en oblies, per a la qual cosa es fa servir habitualment una serra multifil, impregnada d'un material abrasiu.

El gruix mínim que s'obté mitjançant aquest procediment és de l'entorn de 150 µm (micres) i durant el procés s'arriba a perdre fins al 50% del material. Per obtenir oblies més primes, el procediment es complica i els mètodes existents només permeten obtenir una única oblia cada cop, per la qual cosa és necessari repetir tot el procés per aconseguir una segona oblia. Ara, la tecnologia desenvolupada pels investigadors del CRnE permet produir un gran nombre de capes cristal·lines amb un gruix

## Les múltiples capes fines conserven les propietats del substrat inicial

controlat, a partir d'una única oblia de silici cristal·lí i en un sol pas, de manera que es fabriquen aproximadament mil làmines de silici cristal·lí. Això és més eficient, ja que fa el procés més ràpid i n'abarateix els costos. Els resultats de la recerca s'han publicat recentment a la versió digital de la revista científica *Applied Physics Letters*.

Les oblies de cristall de silici primes —al voltant de 10 µm— tenen una importància clau en l'àmbit de la microelectrònica, ja que són molt utilitzades per a la integració tridimensional (3D) de microxips, un mercat en ple creixement. "En aplicacions de circuits integrats en 3D s'intenta augmentar la capacitat d'integració, és a dir, aconseguir més funcionalitat en menys espai, cosa que es fa mitjançant 'pisos' de silici. Per poder assolir-ho, es connecten amb uns conductors metàl·lics i es necessita que

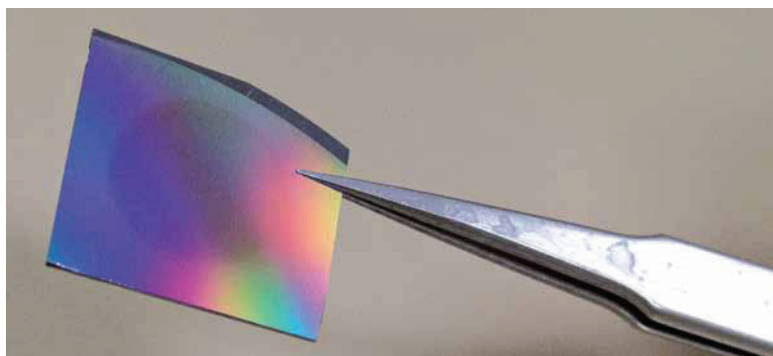
## Un avenç per a la indústria fotovoltaica

**Un cop s'ha aconseguit fer diferents capes de silici més primes a partir d'una sola oblia, el següent objectiu de l'equip investigador és augmentar-ne el diàmetre, perquè puguin passar d'un centímetre de diàmetre, com són actualment, a deu centímetres. Un altre repte de l'equip és desenvolupar procediments adaptats per poder treballar amb oblies tan primes, de 10 µm de gruix i de 10 cm de diàmetre. La idea dels investigadors és que, a mitjà termini, es puguin fabricar cèl·lules solars amb aquestes capes tan primes de silici, la qual cosa seria un avenç important per al sector de les plaques fotovoltaïques.**

el silici sigui molt prim, cosa que és el que hem aconseguit al laboratori", explica Alcubilla.

El material també té un potencial d'aplicació a mitjà termini en el camp fotovoltaic, ja que converteix la llum solar en electricitat i obre un nou camí a la producció de cèl·lules solars més econòmiques, flexibles i de menys pes. "Tres o quatre anys enre, tothom hauria pensat que reduir el gruix del silici i fer-lo més econòmic era un gran avantatge, ja que el silici era una part important del cost total de la instal·lació fotovoltaica", puntualitza l'investigador. "Però el mercat ha canviat en els últims dos anys: la sobreproducció i el *dúmping* del mercat xinès són, probablement, dos factors que han fet baixar radicalment el preu d'aquest material."

El fet d'emprar oblies que necessitin menys material, des del punt de vista econòmic, "no és un aspecte crucial ara per ara per al sector fotovoltaic, però això no vol dir que aquest fet no pugui tornar a canviar", matisa l'investigador. El que sí és un gran avantatge és que aquestes oblies són flexibles i, per tant, es poden utilitzar per fer cèl·lules solars que adoptin la forma del suport que tinguin. D'altra banda, malgrat haver passat d'un gruix de 350 µm en la dècada de 1990 a 180 µm actualment, els investigadors n'han mantingut l'eficiència demostrada. D'aquesta manera, tot i tenir gruixos diferents, les oblies continuen amb una alta capacitat d'absorció de l'energia solar i de conversió en electricitat.



### CONTACTES

**NOM** Ramon Alcubilla

**E-MAIL** [ramon.alcubilla@upc.edu](mailto:ramon.alcubilla@upc.edu)

**WEB** [www.eei.upc.edu](http://www.eei.upc.edu) / [www.upc.edu/crne](http://www.upc.edu/crne)

**TEL.** 93 401 67 57