

Barcelona, 20 de gener de 2020

Nou avenç en el creixement ultraràpid de capes superconductores amb altes prestacions

- **El nou mètode de baix cost, respectuós amb el medi ambient i totalment escalable, dissenyat per investigadors de l'ICMAB-CSIC, representa un nou avenç en la producció de materials superconductors**
- **Utilitza nous precursors que passen per una fase líquida transitòria que permet un creixement de capes a una velocitat de fins a 100 nm/s**
- **Aquest mètode és compatible amb la incorporació de nanopartícules a l'estructura del superconductor, indispensables per aplicacions en generadors eòlics, aviació elèctrica o acceleradors de partícules, que requereixen alts camps magnètics**

Els materials superconductors són aquells que no ofereixen resistència elèctrica al pas de corrent. Perquè puguin ser econòmicament viables i competitius en el mercat actual, és important poder-los fabricar a gran escala, a baix cost, amb un procediment respectuós amb el medi ambient, i aconseguint unes grans prestacions.

El procés de síntesi ha d'estar molt ben controlat, ja que perquè un material es comporti com un superconductor ha de tenir una estructura molt ben definida, i hi ha molts factors que la poden modificar (temperatura, pressió, composició...). Aconseguir un bon mètode que permeti la producció del material en continu, i la seva aplicació a camps magnètics elevats, és un dels reptes més importants en aquest sector.

Ara, el grup de recerca en Materials Superconductors (SUMAN) de l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC), liderat per la Prof. Teresa Puig, en col·laboració amb investigadors de la Universitat de Girona, de la Universitat Autònoma de Barcelona, i del Sincrotró SOLEIL, ha aconseguit produir capes superconductores mitjançant un procés que permet un creixement ultraràpid de les capes superconductores de YBCO (òxid de coure, bari i itri) de manera controlada. Les capes superconductores creixen a una velocitat de 100 nm/s en un procés simplificat, totalment escalable i de baix cost.

“Hem aconseguit un procés fins a 100 vegades més ràpid que els processos existents actualment” afirma la Prof. Teresa Puig, investigadora principal del projecte del Consell Europeu de Recerca (ERC) Advanced ULTRASUPERTAPE, on s'emmarca aquest estudi. “El nou procés representa un avenç i un punt d'inflexió en la síntesi de capes superconductores” continua Puig.

És un procés molt més simplificat, que utilitza precursors respectuosos amb el medi ambient, ja que no contenen fluor, en comparació amb els mètodes estàndards de deposició de solucions químiques. A més, es passa per una fase líquida transitòria que permet, en les condicions de pressió i temperatura adequades, el creixement ultraràpid de la capa superconductora, amb l'estructura i composició desitjada.

L'estudi, publicat a la revista científica **Nature Communications**, inclou la difracció de raigs X en sincrotró *in situ* i la microscòpia electrònica d'alta resolució, que han permès entendre el procés de creixement de les capes superconductores i estudiar-ne l'estructura. "Les mesures de sincrotró *in situ*, mentre té lloc el creixement, han sigut crucials pel coneixement del procés i per veure que el creixement és, efectivament, ultraràpid" afirma Puig.

A més, "per primera vegada s'ha pogut demostrar que es poden incorporar nanopartícules a l'estructura del superconductor per formar els nanocompostos superconductors i mantenir el creixement a 100 nm/s" indica Puig. Aquests nanocompostos són indispensables perquè el material segueixi sent superconductor i pugui transportar altes densitats de corrent en aplicacions que requereixen camps magnètics elevats, com per exemple en el camp de les energies renovables (generadors eòlics, reactors de fusió), transport (aviació elèctrica), o en imants per aplicacions en física d'altres energies (acceleradors de partícules).

La Prof. Teresa Puig ha obtingut recentment un projecte ERC Proof-of-Concept per estudiar la viabilitat industrial i tecnològica d'aquest procés, que permetria produir capes superconductores a gran escala d'interès per les aplicacions mencionades, d'una manera econòmicament viable.

Article de referència:

Ultrafast transient liquid assisted growth of high current density superconducting films. L. Soler, J. Jareño, J. Banchewski, S. Rasi, N. Chamorro, R. Guzman, R. Yáñez, C. Mocuta, S. Ricart, J. Farjas, P. Roura-Grabulosa, X. Obradors, T. Puig. **Nature Communications** 11, 344 (2020) [doi:10.1038/s41467-019-13791-1](https://doi.org/10.1038/s41467-019-13791-1). Published: 17 Jan 2020.

ICMAB Comunicació

Barcelona, 20 January 2020

Breakthrough in the ultrafast growth of superconducting films with high performances

- **The new low-cost, environmentally friendly and scalable method, designed by ICMAB-CSIC researchers, represents a breakthrough in the production of superconducting materials**
- **A transient liquid phase is formed with the new precursors, from which the superconducting films grow at speeds of 100 nm/s**
- **This method is fully compatible with the incorporation of nanoparticles into the superconductor structure, essential for high magnetic field applications in wind generators, electric aviation or particle accelerators**

Superconducting materials exhibit zero electrical resistance to the flow of current. Large-scale manufacturing, at a low cost and following an environmentally friendly procedure, while achieving high performances, is crucial to make them economically viable and competitive in today's market.

As the structure of the superconducting material can be affected by many factors (temperature and pressure of the process, composition of the precursors...), the synthesis process has to be well controlled. The quest for a continuous manufacturing method to obtain superconducting films that can be applied in high magnetic field areas is one of the biggest challenges in this sector.

Now, the Superconducting Materials research group (SUMAN) at the Institute of Materials Science of Barcelona (ICMAB-CSIC), led by Prof. Teresa Puig, in collaboration with researchers from the University of Girona, the Autonomous University of Barcelona, and the SOLEIL Synchrotron, has been able to produce superconducting films with an ultrafast and controlled growth process. The YBCO (copper, barium and yttrium oxide) superconducting films grow at a speed of 100 nm/s in a simplified, low-cost and scalable method.

"Our process is up to 100 times faster than currently existing processes" affirms Prof. Teresa Puig, principal investigator of the European Research Council (ERC) Advanced Grant ULTRASUPERTAPE, framework of this study. "The new process represents a breakthrough and an inflection point in the synthesis of superconducting films" continues Puig.

The process, much more simplified, and uses environmentally friendly precursors, with no fluoride, in comparison to standard methods of chemical solution deposition. In addition, they allow the formation of a transient liquid phase that, at the right pressure and temperature conditions, allow the ultrafast growth of the desired superconducting films.

The study, published in **Nature Communications**, includes the *in situ* synchrotron X-ray diffraction and high-resolution electron microscopy, which allowed researchers to understand key aspects of the ultrafast growth process. "*In situ* synchrotron measurements, taken while the superconducting film was being formed, have been crucial to understand the growth process mechanism and see that it is really ultrafast" says Prof. Teresa Puig.

In addition, "we show for the first time that nanoparticles can be incorporated into the superconductor structure to form the superconducting nanocomposites at 100 nm/s" indicates Puig. These nanocomposites are essential for the material to remain superconducting in applications in high magnetic fields, such as in renewable energy applications (wind generators, fusion reactors), transport (electric aviation), or magnets for high-energy physics applications (particle accelerators).

Prof. Teresa Puig recently obtained a Proof-of-Concept project from the European Research Council (ERC) to study the industrial and technological feasibility of this process, which may allow producing large-scale superconducting films of interest for the aforementioned applications in an economically viable way.

Reference Article:

Ultrafast transient liquid assisted growth of high current density superconducting films. L. Soler, J. Jareño, J. Banchewski, S. Rasi, N. Chamorro, R. Guzman, R. Yáñez, C. Mocuta, S. Ricart, J. Farjas, P. Roura-Grabulosa, X. Obradors, T. Puig. **Nature Communications** 11, 344 (2020) [doi:10.1038/s41467-019-13791-1](https://doi.org/10.1038/s41467-019-13791-1). Published: 17 Jan 2020.

ICMAB Communication

Barcelona, 20 de enero de 2020

Nuevo avance en el crecimiento ultrarrápido de capas superconductoras con altas prestaciones

- El nuevo método de bajo coste, respetuoso con el medio ambiente y totalmente escalable, diseñado por investigadores del ICMAB-CSIC, representa un nuevo avance en la producción de materiales superconductores
- El proceso usa nuevos precursores que pasan por una fase líquida transitoria que permite un crecimiento de capas a una velocidad de hasta 100 nm/s
- Este método es compatible con la incorporación de nanopartículas en la estructura del superconductor, indispensables para aplicaciones en generadores eólicos, aviación eléctrica o aceleradores de partículas, que requieren altos campos magnéticos

Los materiales superconductores son aquellos que no ofrecen resistencia eléctrica al paso de corriente. Para que puedan ser económicamente viables y competitivos en el mercado actual, es importante poder fabricarlos a gran escala, a bajo coste, con un procedimiento respetuoso con el medio ambiente, y consiguiendo unas grandes prestaciones.

El proceso de síntesis tiene que estar muy bien controlado, ya que para que un material se comporte como un superconductor debe tener una estructura muy bien definida, y hay muchos factores que pueden modificarla (temperatura, presión, composición...). Conseguir un buen método que permita la producción del material en continuo, y su aplicación a campos magnéticos elevados, es uno de los retos más importantes en este sector.

Ahora, el grupo de investigación en Materiales Superconductores (SUMAN) del Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (ICMAB-CSIC), liderado por la Prof. Teresa Puig, en colaboración con investigadores de la Universidad de Girona, de la Universidad Autónoma de Barcelona, y del Sincrotrón SOLEIL, ha conseguido producir capas superconductoras mediante un proceso que permite un crecimiento ultrarrápido de las capas superconductoras de YBCO (óxido de cobre, bario e itrio) de manera controlada. Las capas superconductoras crecen a una velocidad de 100 nm/s en un proceso simplificado, totalmente escalable y de bajo coste.

"Hemos logrado un proceso hasta 100 veces más rápido que los procesos existentes actualmente" afirma la Prof. Teresa Puig, investigadora principal del proyecto del Consejo Europeo de Investigación (ERC) Advanced ULTRASUPERTAPE, donde se enmarca este estudio. "El nuevo proceso representa un avance y un punto de inflexión en la síntesis de capas superconductoras" continúa Puig.

Es un proceso mucho más simplificado, que utiliza precursores respetuosos con el medio ambiente, ya que no contienen flúor, en comparación con los métodos estándares de deposición de soluciones químicas. Además, se pasa por una fase líquida transitoria que permite, en las condiciones de presión y temperatura adecuadas, el crecimiento ultrarrápido de la capa superconductora, con la estructura y composición deseada.

El estudio, publicado en la revista científica **Nature Communications**, incluye la difracción de rayos X en sincrotrón *in situ* y la microscopía electrónica de alta resolución, que han permitido entender el proceso de crecimiento de las capas superconductoras y estudiar su estructura. "Las medidas de sincrotrón *in situ*, mientras tiene lugar el crecimiento, han sido cruciales para el conocimiento del proceso y para ver que el crecimiento es, efectivamente, ultrarrápido" afirma Puig.

Además, "por primera vez se ha podido demostrar que se pueden incorporar nanopartículas a la estructura del superconductor para formar los nanocompuestos superconductores y mantener el crecimiento a 100 nm/s" indica Puig. Estos nanocompuestos son indispensables para que el material siga siendo superconductor y pueda transportar altas densidades de corriente en aplicaciones que requieren campos magnéticos elevados, como por ejemplo en el campo de las energías renovables (generadores eólicos, reactores de fusión), transporte (aviación eléctrica), o en imanes para aplicaciones en física de altas energías (aceleradores de partículas).

La Prof. Teresa Puig ha obtenido recientemente un proyecto ERC Proof-of-Concept para estudiar la viabilidad industrial y tecnológica de este proceso, que permitiría producir capas superconductoras a gran escala de interés para las aplicaciones mencionadas, de una manera económicamente viable.

Artículo de referencia

Ultrafast transient liquid assisted growth of high current density superconducting films. L. Soler, J. Jareño, J. Banchewski, S. Rasi, N. Chamorro, R. Guzman, R. Yáñez, C. Mocuta, S. Ricart, J. Farjas, P. Roura-Grabulosa, X. Obradors, T. Puig. **Nature Communications** 11, 344 (2020) [doi:10.1038/s41467-019-13791-1](https://doi.org/10.1038/s41467-019-13791-1). Published: 17 Jan 2020.

ICMAB Comunicació