

Cel·les solars amb química!

Memòria de l'estada al Centre de Recerca

Daniel Jiménez Isabal

3/07/2017 – 28/07/2017

Fase 2 del programa Joves i Ciència

Introducció

Després d'haver redactat l'article científic "Viability of solar cells in wearables: connectivity with wireless networks and relationship with Internet of Things.", vaig poder continuar la meua experiència dins el projecte Joves i Ciència amb la seva segona fase, on s'ofereix l'oportunitat de passar unes setmanes d'estiu a un centre de recerca local o internacional. Jo vaig poder assistir bona part del juliol a l'ICMAB, participant en un projecte anomenat "Cel·les Solars amb Química".

L'ICMAB (Institut de Ciència de Materials de Barcelona) és un institut de recerca del CSIC (Consell Superior de Recerca Científica, la major organització de recerca d'Espanya). La missió principal i permanent de l'ICMAB és "generar nous coneixements en Ciència dels Materials i transferir-los a la societat, particularment a la indústria de l'Espai Europeu de Recerca" Els investigadors del centre caracteritzen els diferents materials i nanomaterials d'interès industrial, i duen a terme recerca de frontera en els camps de ciència dels materials i nanotecnologia.

A continuació faré una breu descripció del projecte, així com comentar els aspectes més interessants de l'estada i oferir una valoració d'aquesta.

Fitxa tècnica

- Centre: Institut de Ciències de Materials de Barcelona (ICMAB).
- Adreça: Campus de la UAB, 08193 Bellaterra, Barcelona, Espanya.
- Línies d'investigació:
 - Superconductors per aplicacions de potència
 - Conversió sostenible de l'energia i sistemes d'emmagatzematge
 - Electrònica d'Òxids
- Departament: Materials Superconductors i Estructures Nanomètriques a Gran Escala
- Científic al Càrrec: Mariona Coll
- Supervisor del projecte: Pamela Machado
- Projecte: Núm.5 : Cel·les solars amb química!
- Període de Realització de l'Estada: 03/07/2017 – 28/07/2017

Objectius del projecte

L'objectiu principal d'aquest projecte és el desenvolupament de materials d'última generació capaços de convertir l'energia solar en electricitat molt eficientment i experimentar com canvis a escala nanomètrica poden modificar-ne dràsticament les seves propietats. Tot i així, també en té d'altres com:

- Estudiar tècniques que permeten estudiar la rugositat i composició de les cel·les
- Involucrar-se en la feina de laboratori i agafar pràctica per seguir-la autònomament
- Aprendre tècniques senzilles de treball d'un laboratori químic i executar-les

- Conèixer les normes de seguretat que cal seguir en un laboratori

Descripció de les activitats

Durant aquestes estades vaig poder integrar-me en la fabricació de cel·les solars amb òxids ferroelèctrics, una tecnologia que en molt pocs anys ha demostrat un gran potencial i eficiència.

Després de conèixer la seva capacitat de separació de càrregues i altres factors que fan aquests materials molt valuosos per a la fotovoltaica, vaig començar a preparar les solucions que actuarien com el fotoabsorbent de la cel·la amb precursors de Fe, Bi, Co i La (nitrats hidratats, com per exemple $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 9 \text{H}_2\text{O}$).

L'estructura original de l'òxid que prepararia era BiFeO_3 (BFO), però també vaig dopar algunes mostres amb diferents quantitats de Co i La per estudiar com afectaven la fotoconductivitat de la cel·la i així optimitzar-les. La mescla de precursors es dissolia amb 0,5 mL d'anhidrid acètic i 1,5 mL de 2-metoxietanol, i perquè no hi quedessin precipitats s'escalfava i removia amb un agitador magnètic.

La deposició del resultat en forma de capa es va fer sobre un substrat transparent de STO (SrTiO_3) per mitjà de spin-coating, que utilitzava la força centrífuga generada per la velocitat de gir per estendre la solució líquida sobre la superfície del substrat. El procés s'havia de repetir en cas que la capa depositada tingués imperfeccions visibles, ja que la mínima irregularitat afectava en gran mesura la seva eficiència. Les solucions que vaig dipositar sobre STO són: BFO, BLFO₁₀, BFCO₁₀, BFCO₂₀, BFCO₃₀, BLFCO₁₀₁₀, BLFCO₁₀₃₀ i LSMO (LaSrMnO_3 , que és la capa conductora inferior de la cel·la).

Tot i que vaig fer bastantes mostres, ha estat interessant en tot moment i dominar la deposició no costava gaire, de manera que cap dia em vaig passar una eternitat davant de l'spin coating. Com a extra enriquidor, em van deixar observar les mostres a través d'un microscopi òptic per apreciar la seva uniformitat amb més detall. A més, també vaig poder verificar la importància de tenir els substrats nets com una patena abans de fer la deposició, ja que l'estat d'aquests sense haver estat netejats amb acetona i metanol era un complet desastre de ratlles i colors!

En el meu projecte vaig preparar dos tipus de cel·les: d'una capa de 20nm i multicapa de 3*20nm (que podien tenir la mateixa composició o diferents per formar un gradient):

- Una capa. Després d'haver verificat que la deposició havia estat correcta, les mostres es va escalfar en un forn tubular a alta temperatura perquè creixés de forma epitaxial (cristal·lització). Es començava a escalfar a 3°C/min. a una temperatura d'uns 100°C, i quan arribava a 700°C es subministrava oxigen al 100%. En arribar als 1000°C es mantenia la temperatura 10 minuts, i a partir d'aquest moment es feia el procediment invers (refredament de 3°C /min, es tallava l'oxigen als 700°C i es refredava el forn fins a temperatura ambient).

- Multicapa. la deposició inclou un tractament tèrmic després de depositar cada capa per eliminar residus orgànics que poguessin afectar la unió de capes, i enlloc d'escalfar-lo fins a la temperatura desitjada, s'escalfava el forn a 1000°C i es col·locava directament la mostra durant una hora.

Finalment, per determinar la qualitat dels resultats, vaig fer anàlisis d'AFM (Atomic Force Microscope) per estudiar la rugositat de la capa i a XRD (X-Ray Diffraction) per analitzar la composició i detectar fases secundàries que poguessin afectar al transport de càrregues i, per tant, a la seva eficiència.

Deixant de banda el meu projecte, els primers dies també vaig poder fer un “tour” pels laboratoris del centre, i durant un matí als nois de Joves i Ciència que ens trobàvem allà ens van explicar el que investigaven i els sistemes d'anàlisi que empraven: TEM, SEM, AFM, XRD i laboratori de baixes temperatures. Em va agradar que, a més de l'explicació teòrica, ens mostressin imatges de microscopi i el procediment en viu, ja que va enriquir molt les explicacions i em va ajudar a entendre-ho millor.

Valoració de l'estada

Estic realment agraït d'haver pogut experimentar el paper d'un investigador i d'haver estat en un centre de recerca d'alt nivell. Com la investigació en energies renovables, sobretot en la fotovoltaica i l'ús de l'hidrogen, m'interessa molt i trobo que és clau per millorar el nostre entorn, ha estat tot un plaer viure de primera mà la investigació de mètodes d'última generació per obtenir cel·les solars d'alta eficiència, així com una font de coneixement que em serà molt útil en el futur.

A més dels coneixements teòrics i pràctics adquirits durant l'estada, valoro molt positivament el fet d'haver tingut l'oportunitat d'haver vist les instal·lacions i de passar gran part del temps als laboratoris, cosa que m'ha permès adquirir experiència i confiança a l'hora de treballar-hi i de manejar estris.

Tot i que els investigadors solen estar enfeïnats i algun cop tenen altres esdeveniments que requereixen la seva presència, la supervisora del projecte quasi no ha faltat i ha estat present en tot moment del que feia al laboratori, procurant que ho entengués tot bé i donant-me consells davant les meves primeres dificultats. Va ser una gran ajuda, ja que alguns passos no eren fàcils de seguir a la primera i la seva atenció em va donar seguretat a l'hora de treballar. A més a més, com s'oferia a resoldre'm dubtes quan volgués, vaig poder preguntar curiositats específiques d'aquest tema en fase d'investigació, cosa que no hauria pogut fer enlloc.