

Alexandre Ponrouch wins an ERC Consolidator Grant to develop safe and energy dense multi-metal anode batteries

Alexandre Ponrouch, from the Institute of Materials Science of Barcelona (ICMAB-CSIC), has been awarded a 2022 ERC Consolidator Grant (ERC-CoG) from the European Research Council.



Alexandre Ponrouch | ICMAB, CSIC

Alexandre Ponrouch, researcher of the Solid State Chemistry Research Unit at the Institute of Materials Science of Barcelona (ICMAB-CSIC), has received a total of 1.9 million euros in funding to develop his MULTIMETALBAT ERC-CoG project “Multi-metal anode: Towards safe and energy dense batteries” during the next 5 years.

“The main goals of the project are to unlock the safe use of metal anodes for next generation batteries, achieving smooth and dense electrodeposition of metal (thus avoiding the typical dendrite formation on the electrodes), to improve batteries cycle life by stabilizing the interfaces between electrode and electrolyte, and to achieve a better understanding of the electrodeposition mechanisms and metallurgy of metal anodes” explains Ponrouch.



“The main targeted applications of the project are e-mobility and grid storage depending on power performances and cost of such batteries. In both cases, avoiding the use of critical raw materials will be key for large scale implementation” he concludes.

The importance of the electrolyte

Lithium metal is considered to be the holy grail anode material for batteries, due to its fantastic well-known properties. Currently, metal anode based batteries represent the main viable option towards a leapfrog in terms of energy density when compared with current Li-ion technology. Therefore, tremendous efforts from the battery community have been devoted to other type of systems, such Li-air, Li-Sulfur and, more recently, solid state batteries.

Unfortunately, all of these technologies suffer from the Lithium tendency to grow dendrites, whiskers and/or mossy structures during its electrodeposition. These can pierce the separator or the solid electrolyte and short-circuit the cell. Such event, besides causing cell failure, could be the first step towards a fire hazard if flammable electrolyte is being used.

To avoid dendritic growth, a smooth Lithium metal electrodeposition on the electrode is required, which highly depends on the composition and stability of the electrolyte and on the type of interface it forms onto the electrode. However, after several decades of research, it is virtually impossible to prepare this type of batteries that can sustain thousands of cycles in real battery operation conditions.

Achieving smooth and dense electrodeposition of metal hold promise for unlocking the development of next generation batteries with significantly higher energy density than Li-ion (also prone to dendrite formation), being both safer, lower cost and more sustainable.

The main objective of MULTIMETALBAT is to bring a new paradigm for metal anode by developing electrolytes containing multiple cations (Li^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} or Mg^{2+}) which will modify the overall thermodynamics of plating and stripping when compared with conventional single metal anode.

About Alexandre Ponrouch

Alexandre Ponrouch received his PhD in 2010 from the *Institut National de la Recherche Scientifique* (INRS-EMT, Québec, Canada) working on electrodeposition of metals, alloys, and oxides nanotubes and nanowires for application in fuel cells and supercapacitors. He is currently staff researcher at the Institute of Materials Science of Barcelona (ICMAB, CSIC).



Alexandre Ponrouch in the Lab | ICMAB, CSIC

His research is mainly focused on fundamental electrochemistry applied to the development of new electrolytes, interfaces, and interphases for post Lithium batteries, including Sodium-ion, Calcium and Magnesium (ERC StG2016, CAMBAT) and multi cations based batteries (ERC CoG2022, MULTIMETALBAT).

More information

ICMAB Communication – Anna May (amay@icmab.cat)



Alexandre Ponrouch obtiene una ERC Consolidator Grant para desarrollar baterías con ánodo multimetálico, seguras y de alta densidad de energía

Alexandre Ponrouch, del Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (ICMAB-CSIC), ha obtenido una ERC Consolidator Grant (ERC-CoG) 2022 del Consejo Europeo de Investigación.

Alexandre Ponrouch, investigador de la Unidad de Investigación en Química del Estado Sólido del Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (ICMAB-CSIC), ha recibido un total de 1,9 millones de euros de financiación para desarrollar el proyecto ERC-CoG MULTIMETALBAT "Multi-metal anode: Towards safe and energy dense batteries" durante los próximos 5 años.

"Los principales objetivos del proyecto son desbloquear el uso seguro de ánodos metálicos para las baterías de próxima generación, logrando una electrodeposición uniforme y densa del metal (evitando, así, la típica formación de dendritas en los electrodos), mejorar el ciclo de vida útil de las baterías estabilizando las interfaces entre el electrodo y el electrolito, y lograr una mejor comprensión de los mecanismos de electrodeposición y la metalurgia de los ánodos metálicos", explica Ponrouch.

"Las principales aplicaciones a las que se dirige el proyecto son la e-movilidad y el almacenamiento en red, en función de las prestaciones energéticas y el coste de dichas baterías. En ambos casos, evitar el uso de materias primas críticas será clave para el uso a gran escala de esta tecnología", concluye.

La importancia del electrolito

El litio metálico se considera el santo grial de los materiales para los ánodos en baterías, debido a sus excelentes y conocidas propiedades. En la actualidad, las baterías basadas en ánodos metálicos representan la principal opción viable para dar un gran salto en términos de densidad energética en comparación con la actual tecnología de iones de litio. Por ello, la comunidad de baterías está dedicando esfuerzos ingentes a otro tipo de sistemas, como las baterías Li-aire, Li-azufre y, más recientemente, las baterías de estado sólido.

Desafortunadamente, todas estas tecnologías adolecen de la tendencia del litio a formar dendritas y/o estructuras musgosas durante su electrodeposición. Éstas pueden llegar a perforar el separador o el electrolito sólido entre los dos electrodos y provocar un

cortocircuito en la batería. Este fenómeno, además de provocar el fallo de la batería, podría ser el primer paso hacia un riesgo de incendio si se utiliza electrolito inflamable.

Para evitar este crecimiento dendrítico, se requiere una electrodeposición uniforme del litio metálico en el electrodo, lo que depende en gran medida de la composición y estabilidad del electrolito y de la naturaleza de su interface con el electrodo. No obstante, tras varias décadas de investigación, no se ha conseguido preparar baterías que puedan soportar miles de ciclos en condiciones reales de funcionamiento.

Así pues, lograr una electrodeposición uniforme y densa del metal es básico y prometedor para desbloquear el desarrollo de baterías de nueva generación con una densidad energética significativamente mayor que las baterías de ión de litio (que también sufren de la formación de dendritas), siendo a la vez más seguras, de menor coste y más sostenibles.

El principal objetivo del proyecto MULTIMETALBAT es crear un nuevo paradigma para los ánodos metálicos mediante el desarrollo de electrolitos que contengan múltiples cationes (Li^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} o Mg^{2+}) que modifiquen la termodinámica general de la electrodeposición en comparación con los ánodos metálicos convencionales.

Sobre Alexandre Ponrouch

Alexandre Ponrouch se doctoró en 2010 en el *Institut National de la Recherche Scientifique* (INRS-EMT, Québec, Canadá) trabajando en la electrodeposición de metales, aleaciones y óxidos en forma de nanotubos y nanohilos para su aplicación en pilas de combustible y supercondensadores. Actualmente es investigador en plantilla del Instituto de Ciencia Materiales de Barcelona (ICMAB, CSIC).

Su investigación se centra principalmente en la electroquímica fundamental aplicada al desarrollo de nuevos electrolitos e interfaces para baterías post-litio, incluyendo baterías de ion-sodio, calcio y magnesio (ERC StG2016, CAMBAT) y multicationes (ERC CoG2022, MULTIMETALBAT).

Para más información

Comunicación del ICMAB - Anna May (amay@icmab.cat)



Alexandre Ponrouch obté una ERC Consolidator Grant per desenvolupar bateries amb ànode multimetàl·lic, segures i d'alta densitat d'energia

Alexandre Ponrouch, de l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC), ha obtingut una ERC Consolidator Grant (ERC-CoG) 2022 del Consell Europeu de Recerca.

Alexandre Ponrouch, investigador de la Unitat de Recerca en Química de l'Estat Sòlid de l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC), ha rebut un total d'1,9 milions d'euros de finançament per desenvolupar el projecte ERC-CoG MULTIMETALBAT "Multi-metal anode: Towards safe and energy dense batteries" durant els propers 5 anys.

"Els principals objectius del projecte són desbloquejar l'ús segur d'ànodes metàl·lics per a les bateries de pròxima generació, mitjançant una electrodeposició uniforme i densa del metall (evitant, així, la típica formació de dendrites als elèctrodes), millorar el cicle de vida útil de les bateries a través de l'estabilització de les interfícies entre l'elèctrode i l'electròlit, i aconseguir una millor comprensió dels mecanismes d'electrodeposició i de la metal·lúrgia dels ànodes metàl·lics", explica Ponrouch.

"Les principals aplicacions a què s'adreça el projecte són l'e-mobilitat i l'emmagatzematge en xarxa, en funció de les prestacions energètiques i el cost de les bateries esmentades. En ambdós casos, evitar l'ús de matèries primeres crítiques serà clau per a la implantació a gran escala d'aquesta tecnologia", conclou.

La importància de l'electròlit

El liti metàl·lic es considera el sant grial dels materials per als ànodes en bateries, per les seves propietats excel·lents i ja prou conegudes. En l'actualitat, les bateries basades en ànodes metàl·lics representen la principal opció viable per fer un gran salt en termes de densitat energètica en comparació amb l'actual tecnologia d'ions de liti. Per això, la comunitat de bateries està dedicant esforços ingents a un altre tipus de sistemes, com les bateries Li-aire, Li-sofre i, més recentment, a les bateries d'estat sòlid.

Desafortunadament, totes aquestes tecnologies pateixen la tendència del liti a desenvolupar dendrites, bigotis i/o estructures molsoses durant la seva electrodeposició. Aquestes estructures poden arribar a perforar el separador o electròlit sòlid i provocar un curtcircuit a la bateria. A més de provocar la fallada de la bateria, aquest fenomen podria ser el primer pas cap a un risc d'incendi si es fa servir electròlit inflamable.



Per evitar el creixement dendrític, és necessària una electrodeposició uniforme del liti metàl·lic a l'elèctrode, la qual cosa depèn en gran mesura de la composició i estabilitat de l'electròlit i de la interfície amb l'elèctrode. No obstant, després de diverses dècades de recerca, no s'ha aconseguit preparar bateries que puguin suportar milers de cicles en condicions reals de funcionament.

Així doncs, aconseguir una electrodeposició uniforme i densa del metall sembla bàsic i prometedor per desbloquejar el desenvolupament de bateries de nova generació amb una densitat energètica significativament més gran que les bateries d'ió liti (també pateixen de la formació de dendrites), sent alhora més segures, de menor cost i més sostenibles.

El principal objectiu del projecte MULTIMETALBAT és crear un nou paradigma per als ànodes metàl·lics mitjançant el desenvolupament d'electròlits que continguin múltiples cations (Li^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} o Mg^{2+}) que modifiquin la termodinàmica general de l'electrodeposició en comparació amb els ànodes metàl·lics convencionals.

Sobre Alexandre Ponrouch

Alexandre Ponrouch es va doctorar el 2010 a l'*Institut National de la Recherche Scientifique* (INRS-EMT, Québec, Canadà) treballant en l'electrodeposició de nanotubs i nanofils de metalls, aliatges i d'òxids per aplicar-los en piles de combustible i supercondensadors. Actualment, és investigador en plantilla de l'Institut de Ciència Materials de Barcelona (ICMAB, CSIC).

La seva recerca se centra sobretot en l'electroquímica fonamental aplicada al desenvolupament de nous electròlits i interfícies per a bateries post-liti, incloent-hi bateries d'ió-sodi, calci i magnesi (ERC StG2016, CAMBAT) i multicacions (ERC CoG2022, MULTIMETALBAT).

Per a més informació

Comunicació de l'ICMAB - Anna May (amay@icmab.cat)