

ELECTROLITOS COMPUESTOS SÓLIDOS BASADOS EN POLÍMEROS CONJUGADOS PARA BATERÍAS ION-LITIO

Brayan Gilberto Quiriarte Villegas¹, Eduardo Arias Marín², Ivana Moggio², Celín Lozano Pérez², Gregorio Guzmán González³, Leonel García-Valle³, Rosa Martha Jiménez Barrera⁴

¹Centro de Investigación en Química Aplicada, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico. ²Centro de Investigación en Química Aplicada, Materiales Avanzados, Mexico. ³Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Química, Mexico. ⁴CONAHCyT-CIQA, Química Macromolecular y Nanomateriales, Mexico.

En los últimos años, las baterías de iones litio (ion-Li) de estado sólido han emergido como una tecnología revolucionaria en almacenamiento de energía. Estas baterías, en comparación con las que utilizan electrolitos líquidos, ofrecen ventajas tales como mayor seguridad, una vida útil más prolongada y menos requerimientos de empaquetamiento y monitoreo. Dentro de los electrolitos sólidos, destacan aquellos que integran rellenos cerámicos inorgánicos con matrices poliméricas, conocidos como electrolitos compuestos sólidos (ECS). Estos sistemas híbridos no solo aportan una alta conductividad iónica y flexibilidad a la matriz polimérica, sino que también incorporan la estabilidad térmica y electroquímica que tienen los rellenos inorgánicos, logrando una sinergia efectiva entre ambas fases. Sin embargo, los ECS están lejos de alcanzar su máximo potencial, ya que existen problemas relacionados con la aglomeración de las partículas inorgánicas, lo que provoca una pobre dispersión, y por consecuencia, un contacto inadecuado entre el relleno cerámico y el polímero. En este trabajo, se presenta la preparación de ECS a partir de partículas Li₆.4La₃Zr_{1.4}Ta_{0.6}O₁₂ (LLZTO) y poli(óxido de etileno) (PEO), incorporando capas interfaciales innovadoras sobre la superficie LLZTO basadas en diferentes polímeros conjugados (PC) portadores de cadenas glicólicas, con la finalidad de mejorar la compatibilidad entre los componentes. Los PC se sintetizaron por medio de reacciones de acoplamiento de Stille, alternando arilos con carácter electrón donador (ArD) y arilos con carácter electrón atractor (ArA), creando un efecto "push-pull" que incrementa la movilidad de las cargas a lo largo de la cadena conjugada. Se empleó benzoditiofeno (BDT) como ArD y benzoato sustituido con diferentes unidades glicólicas como ArA. Las partículas de LLZTO recubiertas con PC se agregaron a una mezcla de PEO con bis(trifluorometanosulfonil)imida de litio (LiTFSI) para formar los ECS. Los ECS fueron caracterizados por Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y Láser Confocal (LSC), Difracción de Rayos X (DRX), Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC) y Análisis Termogravimétrico (TGA). Los análisis por LSC y SEM revelaron que los recubrimientos de PC fluorescentes tienen un espesor en el orden de los 15 nm, suficiente para mejorar la compatibilidad entre el relleno cerámico y la matriz de PEO, que a su vez reduce la agregación de partículas en el sistema y se obtiene una distribución más uniforme. Los análisis DRX mostraron que la adición del cerámico suprime significativamente la cristalización del PEO, y que tanto el recubrimiento como la matriz de PEO, con su carácter amorfo, no afectan negativamente la conductividad iónica. Por otro lado, los análisis térmicos revelaron que los recubrimientos poliméricos influyen en la temperatura de transición vítrea (T_g) y en la temperatura de fusión (T_m) del PEO, incrementando su rigidez y corroborando la reducción de la cristalización. La mejora de la estabilidad térmica del sistema se refleja en una mayor tolerancia a la temperatura de descomposición, lo que impacta positivamente en la movilidad iónica y la estabilidad del electrolito. El desempeño electroquímico de los ECS se evaluó mediante espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS), donde se observó un incremento en la conductividad iónica en los sistemas con recubrimiento de PC con una y tres cadenas glicólicas, alcanzando valores de 7.26 x 10⁻³ S/cm y 7.40 x 10⁻³ S/cm, respectivamente; frente a 5.40 x 10⁻³ S/cm del sistema sin recubrimiento a temperatura ambiente. Esta mejora en la conductividad iónica se atribuye a la

migración de iones Li^+ a lo largo de la región interfacial o a la vía de percolación de LLZTO favorecida por la compatibilidad entre fases de PC con cadenas dietilenglicol. La investigación presentada en este trabajo representa una estrategia innovadora para el desarrollo de nuevos sistemas de baterías ion-Li con electrolitos en estado sólido, que ofrecen eficiencias energéticas superiores a las tecnologías convencionales. Además, se incorporan capas interfaciales nanométricas fluorescentes que mejoran el rendimiento electroquímico y la estabilidad térmica de los ECS

Keywords: Electrolitos compuestos sólidos, polímeros conjugados, baterías ion-litio

Presenting author's email: brayanquiarte@gmail.com