

Наночестице иридијума спонтано исталожене на протоноване TiO_2 нанотубуларне структуре као високоактивни електрокатализатори издвајања водоника у киселој средини

Урош Лачњевац

Универзитет у Београду – Институт за мултидисциплинарна истраживања,
Београд, Србија

Iridium nanoparticles spontaneously deposited on protonated TiO_2 nanotubular structures as highly active electrocatalysts for hydrogen evolution in the acidic environment

Uroš Lačnjevac

University of Belgrade - Institute for Multidisciplinary Research, Belgrade, Serbia

Развој ефикасних електрокатализатора за реакцију издвајања водоника са ниским садржајем скупоцених метала платинске групе је кључан за ширу комерцијализацију електролизера воде са полимерном мембраном у киселој средини. У овом раду су анодно формиранни низови TiO_2 нанотуба (TNT) најпре катодно редуковани уз делимичну интеркалацију протона, а затим декорисани ултрафиним честицама иридијума путем директне галванске измене. Показано је да контролисана трансформација морфологије горње површине TNT филма од уредно поређаних отворених туба до неуређених наножица касније доприноси повећању броја доступних активних места Ir. За Ir@TNT композите са слојем наножица, висока активност за издвајање водоника постигнута је већ при коришћењу веома ниских концентрација IrCl_3 у раствору за галванску измену. Са садржајем Ir од свега $5,7 \mu\text{g cm}^{-2}$, најбоља Ir@TNT катода показала је пренапетост од -63 mV на густини струје од -100 mA cm^{-2} , као и изврсну каталитичку и структурну стабилност у раствору 1 M HClO_4 . Теоријске симулације сугеришу да хидрогеновани TiO_2 носач стабилизује исталожени Ir, омогућава умерену јачину везе Ir-H_{ads} и активно регенерише површину Ir током издвајања водоника.

The development of efficient electrocatalysts for the hydrogen evolution reaction, with a low content of precious metals of the platinum group, is crucial for the wider commercialization of water electrolyzers with a polymer membrane in an acidic environment. In this paper, anodically formed TiO_2 nanotube (TNT) arrays are first reduced cathodically, with partial proton intercalation, and then decorated with ultrafine iridium particles by a direct galvanic exchange. It has been shown that the controlled transformation of the morphology of the upper surface of the TNT film from neatly arranged open tubes to disordered nanowires later contributes to the increase in the number of available Ir active sites. For Ir@TNT composites with a nanowire layer, high hydrogen evolution activity was achieved using very low concentrations of IrCl_3 in the galvanic exchange solution. With an Ir content of only $5.7 \mu\text{g cm}^{-2}$, the best Ir@TNT cathode exhibited an overpotential of -63 mV at a current density of -100 mA cm^{-2} and excellent catalytic and structural stability in 1 M HClO_4 solution. Theoretical simulations suggest that the hydrogenated TiO_2 carrier stabilizes precipitated Ir, allows moderate Ir-H_{ads} bond strength, and actively regenerates the Ir surface during hydrogen evolution.