

Väitöstiedote

Väitös 04.10.2024

Perovskiittityyppisen katodin rationaalinen suunnittelu protonikeramiikkapolttokennoille

Väitöskirjan nimi	Nikkeliin perustuvan perovskiittityyppisen katodin rationaalinen suunnittelu parantamaan protonikeramiikkapolttokennojen suorituskykyä
Väitöskirjan sisältö	Protonikeramiikkapolttokennot (PCFC) ovat erittäin tehokkaita energianmuunnoslaitteita, jotka toimivat lämpötila-alueella 550-700 °C. Kuitenkin hidas hapen pelkistysreaktio (ORR) ja protonin siirto katodilla ovat yhä merkittäviä haasteita. Tämä työ keskittyy perinteisten perovskiittimateriaalien muokkaamiseen parantaakseen sekä ORR-kinetiikkaa että protonin siirtoa, mikä parantaa PCFC suorituskykyä. Keskeisiä parannuksia ovat: Nikkeli-seostettu $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_{3-\delta}$ katodi saavutti huipputehotiheyden $1,1 \text{ W cm}^{-2}$ lämpötilassa 700 °C, osoittaen parantunutta ORR-kinetiikkaa ja protonin siirtoa. Nikkeli-seostettu $\text{PrBaFe}_{1.9}\text{Mo}_{0.1}\text{O}_{6-\delta}$ komposiittikatodi tuotti 1230 W cm^{-2} lämpötilassa 700 °C, tarjoten lisääntyneen happivajeen, protonin siirron ja katalyyttisen aktiivisuuden. $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Co}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_{3-\delta}$ katodi saavutti 1620 mW cm^{-2} lämpötilassa 700 °C, osoittaen hyvää kestävyyttä. $\text{Pr}_2\text{Ni}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_{4-\delta}$ (PNC), joka oli imeytetty $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_{3-\delta}$ (LSCF)-materiaalin päälle, lisäsi ORR-aktiivisuutta ja protonin siirtoa, saavuttaen 1857 mW cm^{-2}. Nämä optimoinnit paransivat merkittävästi PCFC-katodien suorituskykyä.
Väitöskirjan ala	Kiinteäoksidipolttokenno
Väittelijä ja väittelijän yhteystiedot	M.Sc. (Tech.) Penghui Yao Penghui.yao@aalto.fi
Väitöksen ajankohta	04. lokakuuta 2024 klo 12:00 (Suomen aikaa)
Etäväitöksen osoite	https://aalto.zoom.us/j/66455140641
Paikka	Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu, Luentosali U006, Ekonomianaukio 1, Espoo
Vastaväittäjä(t)	Professori Truls Norby, Universitetet i Oslo, Norja
Valvoja	Professori Yongdan Li, Aalto-yliopiston kemian tekniikan korkeakoulu
Väitöskirjan verkko-osoite	https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/51
Avainsanat	Protonikeramiikkapolttokenno; Katodi; Perovskiitti; Hapen pelkistysreaktio

Defence announcement

Public Defence on 04.10.2024

Rational design of perovskite-type cathode for protonic ceramic fuel cells

Title of the doctoral thesis	Rational design of nickel-based perovskite-type cathode for improved performance of protonic ceramic fuel cells
Content of the doctoral thesis	Protonic ceramic fuel cells (PCFCs) are highly efficient energy conversion devices operating at 550-700 °C. However, slow oxygen reduction reaction (ORR) kinetics and proton transfer at the cathode remain key challenges. This work focuses on modifying traditional perovskite materials to enhance both ORR kinetics and proton transfer, thus improving the performance of PCFC. Key improvements include: Ni-doped $\text{La}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{MnO}_{3-\delta}$ cathode achieved a peak power density of 1.1 W cm^{-2} at 700°C, showing improved ORR kinetics and proton transfer. Ni-doped $\text{PrBaFe}_{1.9}\text{Mo}_{0.1}\text{O}_{6-\delta}$ composite cathode delivered 1230 W cm^{-2} at 700 °C, with enhanced oxygen vacancy, proton transfer, and catalytic activity. $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Co}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_{3-\delta}$ cathode reached 1620 mW cm^{-2} at 700°C, demonstrating good durability. $\text{Pr}_2\text{Ni}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_{4-\delta}$ (PNC) impregnated onto $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_{3-\delta}$ (LSCF) boosted ORR activity and proton transfer, achieving 1857 mW cm^{-2}. These optimizations significantly improved PCFC cathode performance.
Field of the doctoral thesis	Solid oxide fuel cell
Doctoral candidate and contact information	M.Sc. (Tech.) Penghui Yao Penghui.yao@aalto.fi
Public defence date and time	04 Oct 2024 at 12 o'clock (in Finnish time)
Remote defence	https://aalto.zoom.us/j/66455140641
Place of public defence	Aalto University School of Business, Lecture hall U006, Ekonominaukio 1, Espoo
Opponent(s)	Professor Truls Norby, University of Oslo, Norway
Custos	Professor Yongdan Li, Aalto University School of Chemical Engineering
Link to electronic thesis	https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/51
Keywords	Protonic ceramic fuel cell; Cathode; Perovskite; Oxygen reduction reaction