

Tenkvrstvé materiály na bázi Cu-O připravované pomocí HiPIMS pro rozklad vody

Jan Vosejпка¹

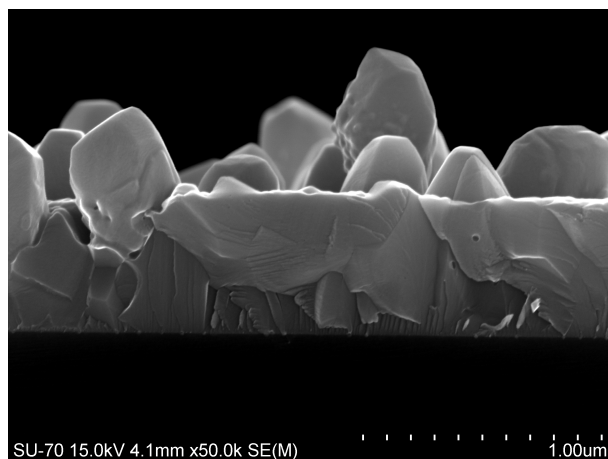
1 Vodíková ekonomika

Energetika po celém světě prochází transformací, která přináší mnohé výzvy. Stále rozsáhlejším zapojováním obnovitelných zdrojů rostou nároky na flexibilní, ekologické a říditelné zdroje elektrické energie, jejichž úkolem je výroba energie v době jejího nedostatku (IEA 2023a). Vodík takovým zdrojem může být a mnohé strategie, včetně Evropské strategie pro rok 2030 RePower EU (2022), s jeho zapojením počítají. Momentální slabinou rozvoje vodíkové ekonomiky je však jeho drahá ekologická produkce (IEA 2023b).

2 Magnetronové naprašování vrstev Cu₂O

Vysokovýkonové pulzní magnetronové naprašování (HiPIMS) je fyzikální metoda pomocí které lze připravovat tenké vrstvy materiálů tzv. atom po atomu. Tyto tenké vrstvy tak mohou získat vlastnosti, které jsou jinými metodami obtížně dosažitelné.

Oxid měďný, mineralogicky kuprit, má teoreticky velmi příhodné vlastnosti pro fotokatalytické štěpení vody a produkci vodíku. Navíc se obvykle projevuje jako polovodič typu p, čímž se odlišuje od většiny materiálů, které se pro tyto účely zkoumají (Tilley 2023).



Obrázek 1: Průřez vrstvou Cu₂O připravené pomocí HiPIMS.

3 Výsledky práce

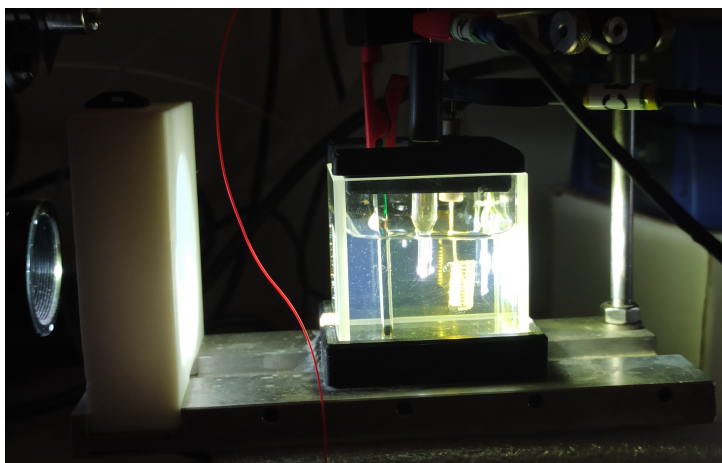
V rámci této práce bylo provedeno na 59 depozic, které postupně vedly k nalezení depozičních podmínek pro vznik jednofázové vrstvy Cu₂O, k výzkumu a optimalizaci vlastností

¹ student navazujícího studijního programu Aplikovaná fyzika a fyzikální inženýrství, e-mail: vosejпка@students.zcu.cz

těchto vrstev a nakonec k vyšetření fotokatalytických vlastností.

Na křemíkové substráty se podařilo připravit nanostrukturovanou vrstvu, jejíž snímek příčného řezu je na obr. 1. Vrstva sestává ze základní vrstvy, kterou prorůstají velké krystaly dosahující až téměř dvojnásobku výšky vrstvy. Tento jev je nejspíše způsoben preferenčním růstem krystalů podél jedné z krystalových rovin. Dominantní reflexe je při rentgenové difrakci od roviny (2 0 0). Zakázaný pás, který je důležitý pro optické vlastnosti, je přibližně 2,5 eV. Tato hodnota je o něco větší, než by bylo pro Cu_2O typické.

Snímek z měření fotokatalytických vlastností je na obr. 2. Během těchto experimentů byl zkoumán vliv parciálního tlaku kyslíku a teploty substrátu během depozice, vliv žhací teploty a tloušťky vzorku. Fotoaktivita vrstvy byla potvrzena v katodové oblasti a byla pozorována i bez připojení vnějšího napětí. Velikost fotoproudů se měnila dle způsobu přípravy vzorku. Nejvyšších fotoproudů o hodnotě $-0,34 \text{ mA/cm}^2$ při napětí $-0,4 \text{ V}$ vs. Ag/AgCl referenční elektrodě dosáhl vzorek o tloušťce 300 nm deponovaný při parciálním tlaku kyslíku 0,36 Pa na vyhřívaný substrát o teplotě $400 \text{ }^\circ\text{C}$, a následně vyžíhaný na $600 \text{ }^\circ\text{C}$. Během měření se bohužel ukázalo, že se vrstva Cu_2O částečně redukuje, což vede na pokles výkonnosti systému. Nicméně tento problém je řešitelný a vrstvy Cu_2O tak potvrdily svůj potenciál a nutnost dalšího výzkumu.



Obrázek 2: Fotoelektrochemická komora během měření fotokatalytických vlastností tenké vrstvy Cu_2O .

Literatura

European Commission, Directorate-General for Communication, *REPowerEU, joint European action for more affordable, secure and sustainable energy*, Publications Office of the European Union, 2022.

International Energy Agency, *Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach*, Paris, International Energy Agency, 2023a.

International Energy Agency, *Global Hydrogen Review 2023*, Paris, International Energy Agency, 2023b.

Tilley, D. S., Will Cuprous Oxide Really Make It in Water-Splitting Applications?, *ACS Energy Letters*, vol. 8, no. 4, 2023, p. 2338-2344.