

Nanostrukturovaný oxid wolframu jako detektor vodíku

Markéta Fialová¹, Stanislav Haviar²

1 Úvod

V poslední době se stále klade větší důraz na nahrazení spalování fosilních paliv jinými, čistšími, zdroji energie. Jednou z možností, jak snížit poškozování životního prostředí, je využívání vodíkových technologií. Téměř neomezené zásoby vodíku ve vodstvu naší planety poskytují čistý zdroj energie. Z vody se vodík vyrábí za využití čistých zdrojů elektrické energie. Poté se dá, na rozdíl od elektřiny, snadno skladovat, transportovat a mimo jiné použít i jako palivo pro automobily. Má tak všechny předpoklady nahradit paliva vyrobená z ropy.

Vodík však vytváří výbušné směsi se vzduchem a to v širokém rozsahu koncentrací (4–70 %). Vodík má velmi malé molekuly, které mohou procházet různými materiály, a při skladování je třeba sledovat případné úniky. Kvůli výbušnosti směsi vodíku je potřeba včas detekovat jeho přítomnost v ovzduší. Mimo detekci těchto vysokých koncentrací je pro nové technologie také potřeba velmi přesně regulovat malé koncentrace vodíku do zařízení, která ho zpracovávají.

Oba tyto úkoly jsou řešeny plynovými senzory. Jednou z možností, jak detekovat vodík v ovzduší, je použití senzorů tvořených oxidy kovů. V tomto příspěvku představím přípravu nanostrukturovaného tenkovrstvého oxidu wolframu, ukážu i odezvu připravených vrstev při styku s vodíkem.

2 Výsledky

Tenké vrstvy oxidu wolframu byly připraveny reaktivním magnetronovým naprašováním. Byl zkoumán vliv různé stechiometrie vrstev oxidu a vliv kovových klastrů přidaných na povrch. Jako vhodný materiál pro klastry bylo vybráno palladium. V rámci diplomové práce jsem zkoumala strukturu a prvkové složení materiálu pomocí skenovacího elektronového mikroskopu a mikroskopu atomárních sil. Měření senzorické odezvy jsme provedli v laboratořích Katedry fyziky povrchů a plazmatu Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze.

K reaktivnímu naprašování byl využit wolframový terč a jako reaktivní plyn kyslík. Při přípravě vrstev byl měněn tok kyslíku vstupujícího do přípravné komory.

Na připravené tenké vrstvy oxidu wolframu o tloušťce okolo 70 nm byla nanášena tenká vrstva palladia, které na povrchu tvoří malé shluky – klastry. Ty pomáhají senzorické reakci a odezva senzoru se značně zvýší.

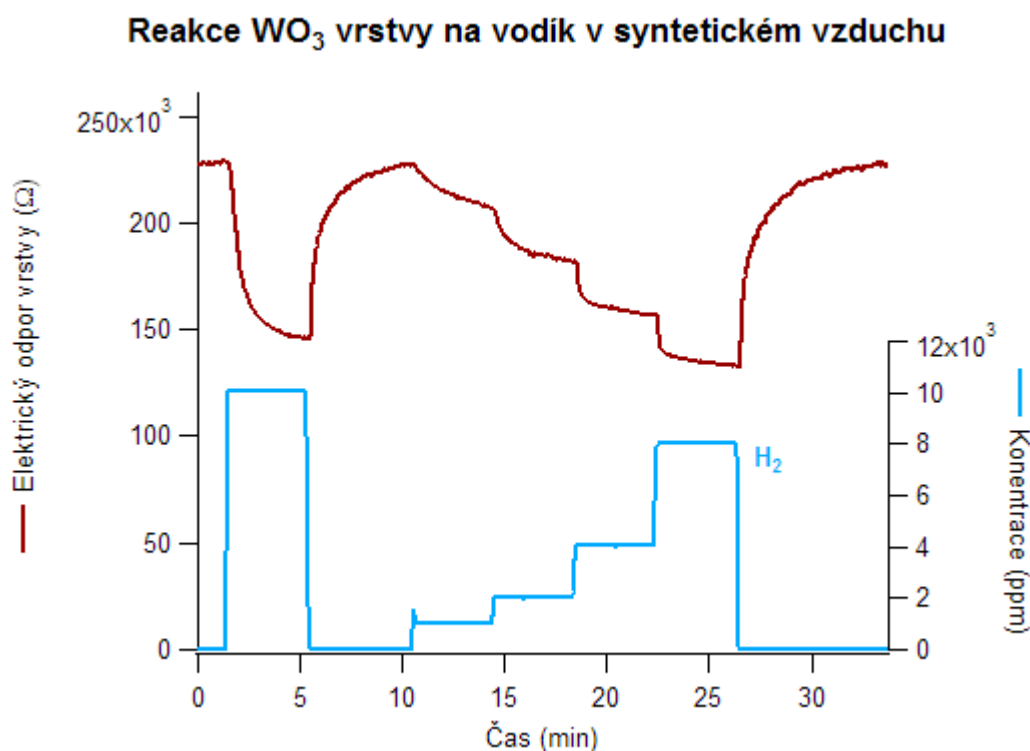
Při měření senzorické odezvy byl zkoumán vliv palladia, stechiometrie vrstev a závislost na tloušťce vrstvy. Je-li použito palladium, je senzorická odezva vyšší a rychlejší než u vrstev bez palladia. Navíc takovéto senzory lze použít i za nižších teplot, odezva bylo možné zaznamenat i při pokojové teplotě. Stechiometrické vrstvy (WO_3) reagují dobře a jsou tedy vhodné k detekci vodíku. Podstechimetrické vrstvy vykázaly menší odezvu a nejeví se

¹studentka navazujícího studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Aplikovaná fyzika a fyzikální inženýrství, specializace Fyzika technologických procesů, e-mail: markoun@students.zcu.cz

²NTIS - Nové technologie pro informační společnost, VP4, Fakulta aplikovaných věd, Západočeská univerzita v Plzni, e-mail: haviar@ntis.zcu.cz

jako vhodné pro detekci. Byly připraveny i různé tloušťky vrstev a bylo zjištěno, že tenčí vrstvy vykazují lepší odezvu se zachováním stability vzorků.

Příklad reakce pro stechiometrickou vrstvu je znázorněna na obr. 1.



Obrázek 1: Senzorická odezva stechiometrické vrstvy WO₃ povrchově dopované palladiem znázorněná jako změna vodivosti na koncentraci vodíku.

3 Závěr

Byly připraveny a charakterizovány vrstvy oxidu wolframu s palladiovými klastry a použity jako senzory detekující vodík. Rychlost odezvy je rychlá ve srovnání s obdobnými systémy v literatuře a reakce byla detekovatelná i při pokojové teplotě, i když běžná pracovní teplota vrstev oxidu wolframu je od 100°C. Minimální detekovatelná koncentrace byla 100 ppm. Vrstvy byly optimalizovány z hlediska stechiometrie a tloušťky.

Literatura

- Boudiba, A., Roussel, P., Zhang, C., Olivier, M., Snyders, R. and Debligny, M., 2013. Sensing mechanism of hydrogen sensors based on palladium-loaded tungsten oxide (Pd–WO₃), *Sensors Actuators B. Chem.*, vol. 187, pp. 84–93, 2013.
- Liu, X., Cheng, S., Liu, H., Hu, S., Zhang, D., Ning, H., 2012, A Survey on Gas Sensing Technology, *Sensors*, pp. 9635–9665.
- Yang, T., Lin, Z., and Wong, M., 2005, Structures and electrochromic properties of tungsten oxide films prepared by magnetron sputtering, *Appl. Surf. Sci.*, vol. 252, pp. 2029–2037.