

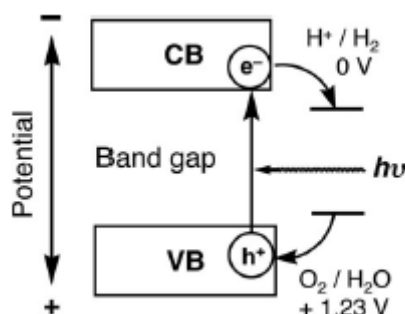
Vrstvy Ta-O-N pro fotokatalytický rozklad vody

Šárka Batková¹

1 Úvod

Výzkum nových tenkovrstvých materiálů s unikátními vlastnostmi patří v současné době ke stále se rozvíjející a velice důležité oblasti moderní fyziky. Takové materiály mají využití v mnoha oblastech, ať už v optice nebo ve strojírenství. Mohou mít i velice speciální vlastnosti, jako je schopnost rozložit vodu na kyslík a vodík po ozáření světlem. Vzniklý vodík lze následně využít jako palivo.

Základní princip rozkladu vody na kyslík a vodík spočívá v absorpci fotonu polovodičovým katalyzátorem, čímž se elektron dostane z valenčního pásu do vodivostního a vytvoří se tak pár elektron-díra. Elektrony se podílejí na redukčních reakcích za vzniku vodíku, díry na oxidačních za vzniku kyslíku. Obdobné reakce stojí i za elektrolytickým rozkladem nebo fotosyntézou. Nejdůležitějšími parametry při vyvíjení vhodného fotokatalytického materiálu jsou energetické hladiny vodivostního a valenčního pásu, které musí být vhodně umístěny vzhledem k potenciálům oxidačních a redukčních reakcí, a šířka zakázaného pásu. Pro co největší efektivitu je žádoucí využít viditelného záření, čemuž odpovídá zakázaný pás užší než 3,2 eV. Oxidy tantalu mají zakázaný pás asi 4 eV (Rezek et al. (2014)), přidáváním dusíku se ale pás podstatně zužuje.



Obrázek 1: Schéma energetického umístění vodivostního a valenčního pásu.

Vhodnou metodou pro přípravu takového materiálu je magnetronové naprašování. Při naprašování dochází k bombardu terče (zdroje materiálu pro budoucí vrstvu) energetickými ionty a toto bombardování způsobí vyražení atomů z terče a jejich následnou kondenzaci na substrátu. Zdrojem iontů je plazma udržované v blízkosti terče, které vznikne po zapálení výboje a ionizaci pracovního plynu. Při reaktivním naprašování se do komory navíc napouští reaktivní plyny, které s rozprášeným kovem zreagují a vytvoří na substrátu sloučeniny (oxidy, nitridy nebo oxynitridy).

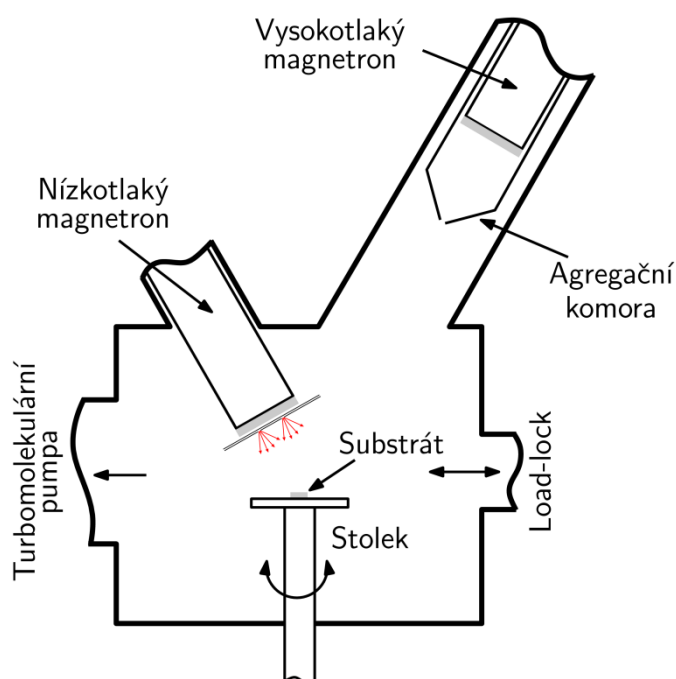
¹ studentka navazujícího studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Aplikované fyzika a fyzikální inženýrství, specializace Fyzika technologických procesů, e-mail: sbatkova@students.zcu.cz

Při depozici oxynitridů magnetronovým naprašováním však nastává problém v podobě nižší reaktivity dusíku než kyslíku s rozprášeným materiálem a tedy obtížnějšího zabudování dusíku do vrstev. Obsah kyslíku ve vrstvách je tak mnohem vyšší než by odpovídalo složení atmosféry v depoziční komoře.

2 Výsledky a diskuze

V této práci je problém nižší reaktivity dusíku řešen napouštěním reaktivních plynů do oblasti hustého plazmatu před terčem (viz obr. 2). To napomáhá k disociaci a aktivaci dusíku a jeho snazší reakci s rozprášeným kovem. Je však potřeba zvolit optimální vzdálenost přívodních trubiček od terče.

Vrstvy Ta-O-N byly připraveny vysokovýkonovým magnetronovým naprašováním, při tlaku pracovního plynu 1 Pa, opakovací frekvenci pulzů 170 Hz, délce pulzu 50 μ s, výkonu v periodě 200 W a výkonu v pulzu 20 kW.



Obrázek 2: Schéma depoziční komory.

Tímto postupem jsme byli schopni úspěšně aktivovat dusík, řídit jeho podíl ve vrstvách a tím pádem i plynule regulovat šířku zakázaného pásu v široké oblasti hodnot od 4,2 do 1,8 eV.

Dalším krokem vývoje katalyzátoru pro rozklad vody bude zvýšení efektivity rozkladu aplikací kokatalyzátoru v podobě kovových klastrů na povrchu. Ty slouží jako zachytávače vygenerovaných elektronů, aby nedošlo k jejich opětovné rekombinaci s dírami.

Literatura

Kudo, A., a Miseki, Y., Heterogeneous photocatalyst materials for water splitting, *Chem. Soc. Rev.*, 2009, 38, 253–278.

Rezek, J., et al., High-rate reactive high-power impulse magnetron sputtering of Ta-O-N films with tunable composition and properties, *Thin Solid Films* 566 (2014) 70–77.