

## Semestrální projekt N III

Michal Andrýsek, 5oFIN

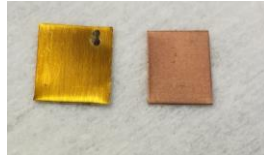
### Úvod

Jako semestrální projekt jsem pojal práci na diplomovém projektu. Téma mé diplomové práce zní „Příprava vysoce dopovaných ZnO nanodrátů“. V rámci této práce bude potřeba nalézt vhodné parametry pro růst těchto drátů, jejich dopování a následnou analýzu. Nanodráty jsem metodou VLS [1] připravoval v rámci bakalářské práce.

### Experiment

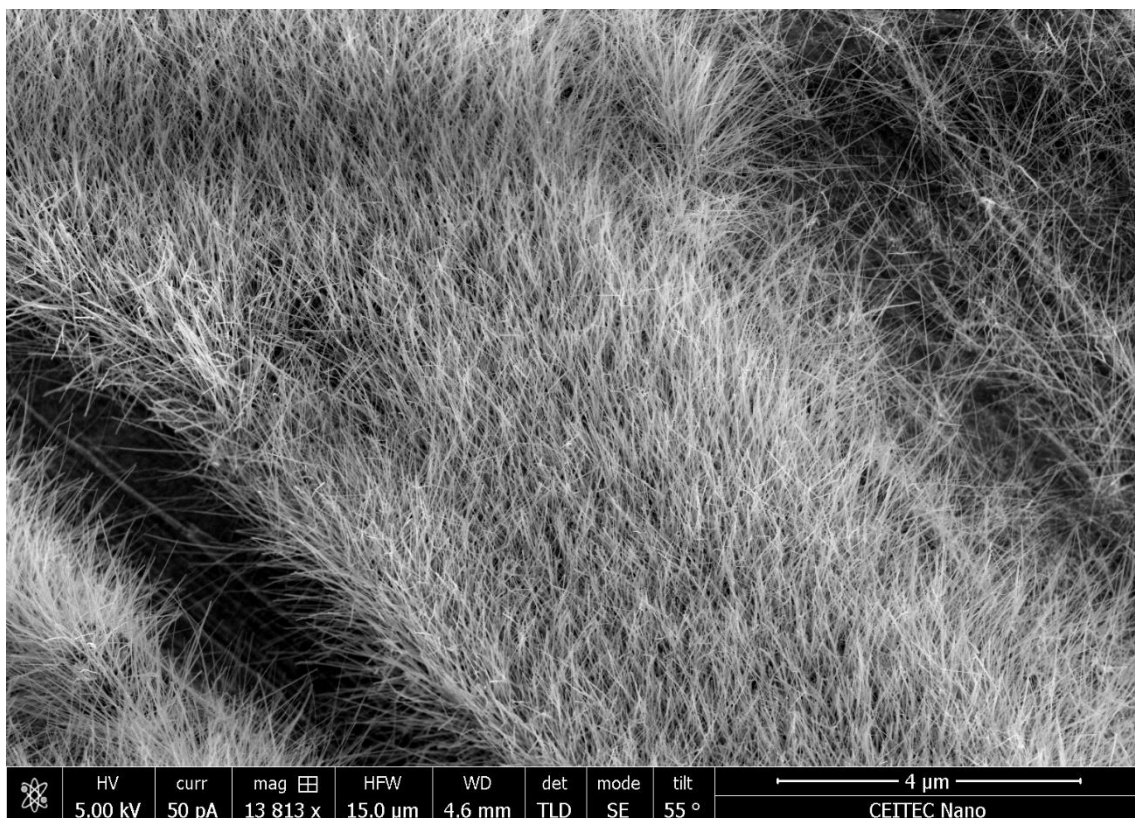
K přípravě ZnO nanodrátů byla již dříve navržnuta a vyrobena Zn napařovací cela, která je v aparatuře určené pouze na zinek (kvůli kontaminaci). Pomocí cely se napařoval zinek na substrát z  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a Si wafer s vrstvou titanu a zlata. Kvůli problémům s provozem Zn cely se však od této metody upustilo (cela je nyní výrazně upravená a příští týden se bude testovat).

Druhá metoda je oxidace horkého Zn plechu v oxidačním činidle. Oxidačním činidlem byl zvolen peroxid vodíku a isopropanol (v plynné podobě a tlaku cca 1 kPa). Problém však vyvstal v teplotách potřebných k růstu těchto drátů [2], protože plech se roztavil (teplota tání zinku je  $419,5\text{ }^\circ\text{C}$ ). Proto byl dále použit mosazný plech (mosaz – slitina  $\text{Cu}_{63}\text{Zn}_{37}$ ), která má podstatně vyšší teplotu tání ( $902\text{ }^\circ\text{C}$ ). Zde již k roztavení vzorku nedochází. Při vyšších teplotách však zinek difunduje ze slitiny pryč a zůstává měď, jak je patrné na Obrázku 1.



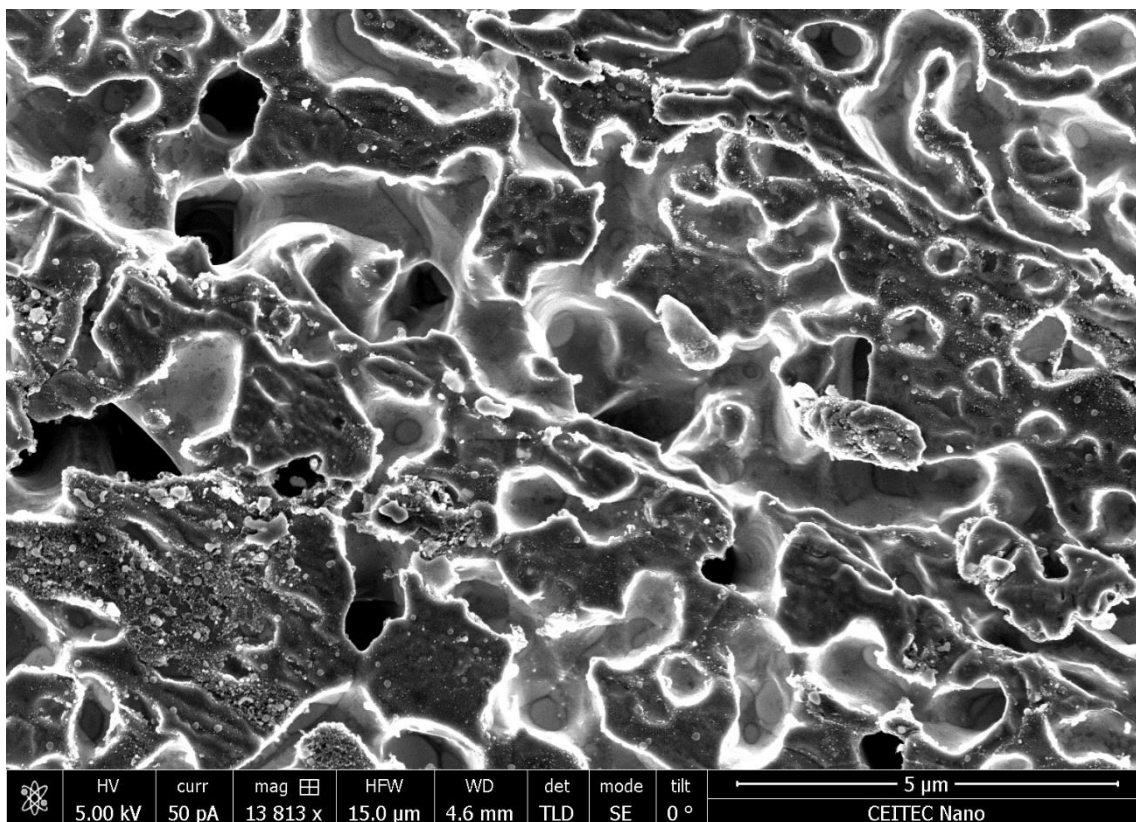
Obrázek 1: Vlevo – čistá mosaz před oxidací. Vpravo – mosaz po oxidaci, z barvy je patrné, že převažuje měď.

Bylo tedy nutné nalézt optimální teplotu, neboť při nízkých teplotách nanodráty nerostou, a při vysokých zinek difunduje pryč se substrátu. Jako optimální se určila kombinace teploty cca  $490\text{ }^\circ\text{C}$  a peroxidu vodíku jako oxidačního činidla. Snímek z rastrovacího elektronového mikroskopu takto připravených nanodrátů se nacházejí na Obrázku 2.



Obrázek 2: ZnO nanodráty, připravené při teplotě 490 °C a oxidací peroxidem vodíku.

Bohužel, při oxidaci isopropanolem se dráty nepodařilo narůst za žádné teploty. Povrch je vždy poleptán, jak je patrné na Obrázku 3.



Obrázek 3: Povrch mosazi vyleptaný isopropanolem.

Nyní se tedy projekt nachází ve fázi, ve které umíme růst ZnO nanodráty oxidací mosazného plechu. Je zde však několik aspektů, na kterých je potřeba pracovat.

- 1) Depozice za použití zinkové cely (již v plánu).
- 2) Zabránění difúze zinku z mosazného plechu (je možno za použití jiného typu mosazného plechu).
- 3) Dopování.
- 4) Růst uniformních drátů.

#### Citace

- 1) SCHUBERT, L., P. WERNER, N. D. ZAKHAROV, G. GERTH, F. M. KOLB, L. LONG, U. GÖSELE a T. Y. TAN. Silicon nanowhiskers grown on  $\langle 111 \rangle$  Si substrates by molecular-beam epitaxy. *Applied Physics Letters* [online]. American Institute of Physics, 2004, **84**(24), 4968-4970 [cit. 2018-01-31]. DOI: 10.1063/1.1762701. ISSN 0003-6951.
- 2) ISAKOV, Ivan, Marina PANFILOVA, Marion J. L. SOURRIBES, Paul A. WARBURTON, Jean-Michel CHAUVEAU, Vincent SALLET, Christian MORHAIN a Guy FEUILLET. Growth of ZnO and ZnMgO nanowires by Au-catalysed molecular-beam epitaxy. *Physica status solidi (c)* [online]. Berlin: WILEY-VCH Verlag, 2013, **10**(10), 1308-1313 [cit. 2018-01-31]. DOI: 10.1002/pssc.201200940. ISSN 1862-6351.