

# Posudek diplomové práce: Charakterizace tenkých oxidových vrstev

Diplomant: Bc. Patrik Hlavatý

vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Jan Voves, CSc.

Oponent: Ing. Alice Hospodková, PhD.

Diplomová práce „*Charakterizace tenkých oxidových vrstev*“ sestává z teoretické a praktické části. Cílem teoretické části bylo seznámení s růstem tenkých oxidových vrstev různými metodami a jejich vzájemné srovnání i seznámení s možnostmi charakterizace tenkých oxidových vrstev. V praktické části bylo úkolem připravit tenké oxidové vrstvy metodou ALD, charakterizovat je vybranými metodami, určit permitivitu připraveného materiálu a připravit kondenzátor s tenkou oxidovou dielektrickou vrstvou.

Teoretická část práce byla zvládnuta kvalitně a splněna podle zadání. Diplomant se seznámil s různými depozičními technikami a velmi hezky je popsal formou rešerše s řadou odkazů na literaturu. Rešerše je dobře logicky členěna. Všimnul si i nesrovnalostí v používané terminologii (různé chápání pojmu monovrstva u epitaxních technologií a u ALD). Zaujalo mě poměrně komplikované vysvětlení průhlednosti oxidových vrstev pomocí zvýšení efektivní hmoty elektronů interakcí s polarony, ale domnívám se, že toto vysvětlení není obecně použitelné pro všechny oxidové materiály, je vhodné pro oxidy s vysokou vodivostí. V praxi je často potřeba ověřit složení vrstev. V práci mi ale trochu chyběla alespoň zmínka o jiných technikách, než je Ramanova spektroskopie (např. EDX, SIMS...)

V praktické části diplomové práce oceňuji zvládnutí technologie ALD pro přípravu ZnO vrstev, které byly na dané ALD aparatuře připravovány poprvé v rámci této diplomové práce. Diplomant velmi dobře zvládl také fotolitografickou techniku přípravy kontaktů požadované geometrie, což bylo nutné pro CV měření. Vrstvy pak byly následně charakterizovány pomocí Ramanovy spektroskopie, pomocí AFM byla provedena evaluace morfologie povrchu a koncentrace nosičů náboje ve vrstvě byla odhadnuta na základě CV měření. Vzhledem k tomu, že jedním z úkolů diplomové práce byla příprava kondenzátoru, nebyl podle mého názoru zcela vhodně zvolen oxidový materiál ZnO, který mívá n-typovou vodivost a bylo by velmi těžké připravit jej jako izolační vrstvu. Vzhledem k tomu, že připravené ZnO vrstvy měly vysokou n-typovou koncentraci, skutečně nemohl být kondenzátor připraven. Myslím, že relativní permitivita mohla být odhadnuta pomocí elipsometrického měření. U simulací pomocí softwaru Silvaco TCAD mě překvapily průběhy koncentrace náboje (a tím i pásové struktury) pro kladné napětí na povrchu vzorku. Nerozumím tomu, proč software nesimuloval zvýšení hustoty elektronů směrem k povrchu při přiložení kladného napětí. CV měření toto zvýšení hustoty elektronů k povrchu potvrdilo.

Po formální stránce je práce dobře členěna, obrázky jsou srozumitelné a čitelné s výjimkou AFM výsledků se špatně čitelnými osami. Po jazykové stránce by práce potřebovala ještě korekturu, zvláště u interpunkce, na několika místech byl použit neexistující termín „difundace“ místo „difúze“ nebo slangový výraz „měřák“. Použité zdroje byly citovány, ale forma citací byla pro mě neobvyklá.

Vzhledem k tomu, že některých cílů diplomové práce nebylo dosaženo, avšak s přihlédnutím k dobré kvalitě teoretické části ***hodnotím práci jako celek stupněm C.***

V rámci obhajoby bych se ráda diplomanta zeptala na následující dotazy:

- 1) Jak by vysvětlil, že nejen oxidové vrstvy, ale také jiné polovodivé materiály (např. SiC, GaN, diamant, ZnO) jsou průhledné na rozdíl od jiných polovodičů (např. Si, GaAs...)
- 2) Proč byl jako potenciální izolační dielektrický materiál do kondenzátorů zvolen právě ZnO?

V Praze, 22. 6. 2023

Ing. Alice Hospodková, PhD.

