



Masarykova univerzita

Přírodovědecká fakulta

Ústav fyziky kondenzovaných látek

doc. RNDr. Petr Mikulík, Ph.D., mikulik@physics.muni.cz

Brno, 18. 3. 2014

Oponentní posudek na dizertační práci Mgr. Lukáše Horáka

Mgr. Lukáš Horák předkládá dizertační práci s názvem „Study of the structure of ferromagnetic semiconductors by x-ray scattering methods“ pro obhajobu na Karlově univerzitě v Praze. Dizertační práce je napsaná v angličtině a obsahuje 11 kapitol na 187 stranách. Práce je strukturována přehledně a vysázena ve vysoké typografické kvalitě, obrázky jsou vytištěny zřetelně, autor adekvátně cituje rozsáhlé množství prací. Angličtina by však vyžadovala daleko více pečlivosti a řádnou korekturu.

Během svého doktorského studia se autor zabýval strukturní charakterizací epitaxních vrstev (Ga,Mn)As rentgenovými metodami. Tento typ magnetického polovodiče (diluted magnetic semiconductor) je moderním materiálem, který má předpokládaný velký potenciál při využití například ve spintronice. V současné době je tento materiál připravován a studován mnoha světovými laboratořemi za účelem přípravy materiálu s co nejlepšími vlastnostmi (vysoká Curieova teplota, homogenita materiálu, charakterizace defektů, tloušťky vrstev apod.).

Ve své práci autor využil metod rtg difrakce, rtg reflexe a absorpční spektroskopie. Experimenty probíhaly jak na laboratorních zdrojích, tak i na synchrotronech (ESRF, ANKA), a to na vzorcích připravených ve Fyzikálním ústavu v Praze. Autor ve své práci prokázal experimentální zručnost při měření dat a trpělivost při jejich zpracování a vyhodnocení.

Při růstu ternární struktury (Ga,Mn)As s malým množstvím Mn dochází k zabudování atomů tohoto prvku do GaAs mřížky za vzniku defektů. Autor se ve své dizertační práci snaží vyřešit otázku toho, do kterých poloh (intersticiální, substituční) se Mn zabudovává a co se děje s vytěsněnými atomy. K tomu vyvinul metodiku spočívající v naměření více difrakcí a využívající závislosti strukturního faktoru na atomárním uspořádání, k níž přidal vhodnou statistiku, protože rtg signál je integrován přes celou ozářenou oblast vzorku. Dalšími použitými metodami byla anomální difrakce, tedy využití citlivosti strukturního faktoru na energii dopadajícího záření, rtg reflektivita, kde bylo možné určit drsnost rozhraní jednotlivých vrstev, a absorpční spektroskopie pro zjištění přítomnosti Mn oxidů. Zpracování dat i interpretace a diskuse získaných výsledků je velmi podrobná, autor se snaží o maximální porozumění struktuře a výsledkům modelování a fitů. Autor při své práci použil různý software pro modelování i vyhodnocování dat, včetně vlastních programů pro analýzu měření. Kromě vyložení rtg problematiky se věnuje též dalším souvisejícím problémům, například problematice žíhání, difúzi intersticiálních defektů apod.

K dizertační práci mám následující konkrétní připomínky:

1. V kapitole 3 se pro vyhodnocení koncentrací defektů využívá měření více difrakcí *hkl*. Bylo by pro vyhodnocení účelné současně využít i měření difrakčních map s jinou než měděnou rentgenkou?

2. V kapitole 6 o absorční spektroskopii není uveden odhad tloušťky oxidové vrstvy. Je možné toto odhadnout?
3. V kapitole 11 byl měřen a simulován tvar drátů, ale nejsou uvedeny žádné číselné hodnoty, a obrázek 11.4 je pouze schematický (navíc není uvedena barevná škála, která by přiřadila barvy velikostem posunutí).
4. Nikde u naměřených map rtg rozptylu není uvedena barevná škála, takže není možné zjistit, kolik řádů intenzity bylo měřeno.

Na závěr mého posudku bych shrnul, že Mgr. Lukáš Horák během doktorského studia získal velmi dobré výsledky v oblasti studia strukturních vlastností vrstev (Ga,Mn)As, dizertační práce je zpracována na vysoké odborné úrovni, autor má dostatečné množství publikačních výstupů, prokázal své předpoklady k samostatné tvořivé práci a proto souhlasím s udělením akademického titulu Ph.D.

doc. RNDr. Petr Mikulík, Ph.D.