Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

❑ posudek vedoucího ■ posudek oponenta
❑ bakalářské práce ❑ diplomové práce

Autor/ka:Daniel Král
Název práce: Optical and magneto-optical properties of Heusler compounds
Studijní program a obor: Physics, Optics and Opto-electronics
Rok odevzdání: 2017

Jméno a tituly vedoucího/oponenta: Dr. Mgr. Jan Mistrík, PhD.
Pracoviště: Ustav aplikované fyziky a matematiky, Fakulta chemicko-technologická, Univerzita Pardubice
Kontaktní e-mail: jan.mistrik@upce.cz

Odborná úroveň práce:
❑ vynikající ■ velmi dobrá ❑ průměrná ❑ podprůměrná ❑ nevyhovující

Věcné chyby:
❑ téměř žádné ❑ vzhledem k rozsahu přiměřený počet ■ méně podstatné četné ❑ závažné

Výsledky:
❑ originální ■ původní i převzaté ❑ netriviální kompilace ❑ citované z literatury ❑ opsané

Rozsah práce:
❑ veliký ■ standardní ❑ dostatečný ❑ nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:
❑ vynikající ■ velmi dobrá ❑ průměrná ❑ podprůměrná ❑ nevyhovující

Tiskové chyby:
■ téměř žádné ❑ vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet ❑ četné

Celková úroveň práce:
❑ vynikající ■ velmi dobrá ❑ průměrná ❑ podprůměrná ❑ nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího/oponenta:

Obecně je známo, že i relativně malé strukturní modifikace Heuslerových slitin velmi silně ovlivňují jejich výsledné fyzikální vlastnosti, a tedy i jejich potenciální uplatnění. Předložená práce pojednává právě o studiu různých strukturních fází vybraných Heuslerových slitin: $Co_2FeGa_{0.5}Ge_{0.5}$ a Fe_2MnGa. Přitom jako hlavní metody pro toto studium byly vybrány metody optické a magneto-optické elipsometrie. K interpretaci získaných spekter byly použity výsledky komplementárních charakterizačních metod rentgenové difrakce a mikroskopie atomárních sil, spolu s teoretickými výpočty spinově rozlišených elektronových hustot stavů daných materiálů. Ukázalo se, že zmíněné optické metody jsou dostatečně citlivé na zviditelnění studovaných strukturních změn a byla předložena jejich interpretace podpořená teoretickou elektronovou pásovou strukturou látky a komplementární rentgenovou difrakcí.
Práce je otevřena teorií interakce polarizovaného světla s opticky izotropním a magnetizovaným prostředím následovaná přehledem možných strukturních uspořádání Heuslerových slitin a s tím souvisejícími magnetickými vlastnostmi spolu s uvedením současného stavu aplikací heuslerovych slitin převážně v oblasti spintroniky. Z experimentálních technik jsou podrobně diskutovány spektroskopická elipsometrie, magnetooptická spektroskopie a magnetometrie, metody, které student samostatně používal ve své práci. Experimentální část se pak jednotlivě věnuje dvoum vybraným výše zmíněným systémům CFGG a FMG a získané experimentální spektra interpretuje na základě vyložené teorie. Mezi nejdůležitější výstupy práce patří rozkrytí souvislostí strukturních modifikací vybraných materiálů podpořených teoretickými výpočty pásové struktury.
Práce je obsahově vyvážená, logicky strukturovaná a psaná čtivou angličtinou. Uvedené reference jsou vhodně vybrány s ohledem na současný stav poznání v dané problematice. Její nepřehlédnutelná kvalita je však na některých místech narušena převážně formálními pochybeními, které rozptylují jinak velmi kladný pocit při čtení práce. Seznam těchto pochybení, včetně doporučení ke struktuře práce a metodám zpracování experimantálních dat přikládám v příloze.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

A. Nesrovnalosti v teoretických vztazích a formulacích:

- rovnice (1.9)
- str. 8, v práci je napsáno, že ze 4 parametrů popisujících polarizační elipsu se první dva používají v magneto-optice a druhé dva v elipsometrii. Bylo by vhodné ukázat přímou souvislost druhých dvou parametrů s elipsometrickými úhly ψ a Δ.
- rovnice (1.25), jak souvisí hodnota „minus jedna“ elemetu reflexní matice s výběrem soustav souřadných dopadající a odražené vlny? Je toto konzistentní s rovnicí (1.55) a rovnic navazujících?
- Oddíl 1.2.2 Lorentzův model, je zde použita znaménková konvence konzistentně s ohledem na ostatní oddíly práce?
- rovnice (1.35)
- ze vztahů (1.46) – (1.48) nevyplývá (1.49)
- AFM obrázky postrádají měřítka
- str. 11, píšete „... interaction between elektromagnetic radiation and electron spins is negligible... “, není to v rozporu s cílem práce, kdy dáváte právě tyto dvě věci do souvislostí?
- rovnice (4.7), (4.8)

B. Struktura práce:

- oddíl 1.3.3 Linear and quadratic effects, v práci se kvadratické jevy nestudují, proto se mi nezdá nutné je teoreticky zavádět.
- V 1. kapitole jsou podrobně zavedeny magnetooptické veličiny a jejich spojení s el. permitivitou materiálu. Bylo by vhodné takto představit i elipsometrické úhly.
- Oddíl 4.2.1, místo nulovací metody bych očekával představení metody rotujícího kompenzátoru, kterou používáte pro měření.

C. Experimentální data, jejich měření a interpretace:

- povrchová úprava vzorků: obě optické metody jsou velmi citlivé na kvalitu povrchu vzorků. Mechanickým leštením vzniká tzv. Beilbyho povrchová vrstva, kde se kumuluje řada defektů, které následně mohou významě změnit optické konstanty. Jste si vědom jaká je penetrační hloubka světla ve studovaných materiálech?
- AFM obrázky CFGG vrstev ukazují na složitou vnitřní strukturu vrstev (např. kolumnární), kde lze očekávat přítomnost voidů napříč celou vrstvou. Bylo toto zohledněno v modelech?

- AFM obrázky CFGG vrstev ukazují na složitou vnitřní strukturu vrstev (např. kolumnární), kde lze očekávat přítomnost voidů napříč celou vrstvou. Bylo toto zohledněno v modelech?
- Jedním z hlavních výsledků práce je charakterizace materiálů zmíněnými optickými metodami. V práci mi chybí přehledné shrnutí konkretních výsledků typu: tloušťka CFGG vrstev a jejich drsnost v porovnání s XRD a AFM. Konkrétní parametrizace optických konstant (kolik oscilátorů) a jejich parametry
- S jakou přesností odhadujete určení MO úhlů? Elipsometrie založená na rotujícím analyzátoru/polarizátoru dosahuje přesnosti řádově setin stupňů pro úhly ψ a Δ. Na obrázku 5.24, 5.25 pro nenagnetický vzorek FMG dosahuji MO úhly hodnotu přibližně setiny stupně, je to chyba měření?
- doporučení: v dané práci by stálo za zvážení parametrizovat přímo JDOS daných materiálů (vycházeje z teoretických výpočtů elektronové pásové struktury) a tímto modelem interpretovat získaná spektra (viz práce Dr. Franty z Masarykovy Univerzity)

Práci
■ doporučuji
❑ nedoporučuji
uznat jako diplomovou/~~bakalářskou~~.

Navrhuji hodnocení stupněm:
■ výborně ❑ velmi dobře ❑ dobře ❑ neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta: Pardubice, 3. Června 2017