

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Bc. Andrej Farkaš

Název práce: Investigation of effects of femtosecond laser pulses on spintronic structures

Studijní program a obor: Fyzika / Optoelektronika a fotonika

Rok odevzdání: 2021

Jméno a tituly oponenta: Ing. Vojtěch Uhlíř, Ph.D.

Pracoviště: VUT v Brně, Středoevropský technologický institut

Kontaktní e-mail: vojtech.uhlir@ceitec.vutbr.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 oponenta:

Diplomová práce rozpracovává některé aspekty nedávno popsaného jevu nanofragmentace antiferomagnetických domén v CuMnAs pomocí elektrických a laserových pulzů. Konkrétně se zaměřuje na optickou excitaci epitaxních tenkých CuMnAs vrstev a mikrostruktur femtosekundovými laserovými pulzy s proměnnou intenzitou. Tyto experimenty mají za cíl

odhalit zásadní parametry vedoucí k pochopení mechanismu nanofragmentace a související nárůst elektrického odporu.

Práce navazuje na dizertační práci Zdeňka Kašpara ze stejného týmu, který popsal nanofragmentaci doménové struktury a její relaxaci pomocí proudových pulzů. Proto by bylo vhodné změnit strukturu teoretického úvodu a podrobněji se zaměřit na shrnutí zásadních poznatků dosažených předchůdcem, například specificky popsat a porovnat všechny módy relaxace odporu, za jakých podmínek dominují (teplota, amplituda pulzů), a tím uvést některé otevřené otázky konkrétně řešené v této diplomové práci. Některé informace tohoto typu jsou útržkovitě zmíněny v dalších kapitolách a neobeznámenému čtenáři může chybět logická návaznost a konzistence.

Po formální stránce je práce na dobré úrovni, jazykové nedostatky můžeme nalézt v použití členů a slovosledu. Frekvence těchto chyb včetně překlepů je vzhledem k rozsahu práce akceptovatelná. Použití kurzívy není u veličin, indexů a jednotek konzistentní a často neodpovídá konvencím pro typografii fyzikálního textu. Některé použité formulace jsou nejednoznačné (...*the (RHEED) diffraction pattern oscillates depending on the atomic structure...*, s. 22) nebo fyzikálně a technicky nepřesné (*STEM DPC is sensitive to the magnetization of single atoms*, s. 17).

Práce je členěna do čtyř kapitol. Po teoretickém úvodu následuje popis přípravy vzorků pomocí molekulární svazkové epitaxe a elektronové litografie. Třetí kapitola je věnována použité optické sestavě a parametrům laserového svazku zásadním pro provedené experimenty. Jejich výsledky jsou shrnuty v závěrečné kapitole.

Zde jsou amplitudy odporových změn spojených s nanofragmentací vrstev CuMnAs porovnány při různých intenzitách laserové stimulace pro vrstvy na různých substrátech, o různé tloušťce a stechiometrickém složení. Je ukázáno, že odporové změny se zvyšují s kvalitou vrstev (nejlépe stechiometrické tlusté vrstvy na substrátu GaP). Dále je ukázáno, že pro zvýšení efektu fragmentace je nutné přizpůsobit velikost a intenzitu laserového svazku velikosti litograficky připravených struktur, aby došlo k rovnoměrné expozici co největší plochy prahovou intenzitou. Další komentáře k této kapitole souvisí s odpovídajícími otázkami v následující sekci. Celkově práci hodnotím jako zdařilou, diplomant prokázal cit pro experimentální práci a zvládl komplexní téma od litografické přípravy vzorků po úpravu a ovládání pokročilé optické sestavy, a proto ji doporučuji k obhajobě.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Z obrázku 1.12 a jeho popisku není zřejmé, zda ΔT odpovídá elektronové teplotě nebo teplotě krystalové mřížky CuMnAs.

Na s. 10 je uvedeno, že hodnota magnetického pole pro spin-flop přechod v CuMnAs byla získána také pomocí techniky XMLD-PEEM. Je možné využít fotoelektronovou mikroskopii v takto vysokých magnetických polích?

Proč jsou prezentovány absolutní hodnoty změny odporu (Fig. 4.3) a zároveň odděleně relativní změny odporu (Fig. 4.4)?

Nejvyšší změna hodnoty odporu (Fig. 4.17) se nachází (domnívám se, není to explicitně uvedeno) v místě kontaktu pro měření Hallova napětí. Tento kontakt však lépe odvádí teplo z oblasti zasažené laserovým svazkem. Může to být mimo jiné indikace, zda k navýšení hodnoty odporu fragmentací dochází před termalizací elektronového systému s krystalovou mřížkou?

Určení velikosti oblasti zápisu z obr. 4.18. Jak byla vybrána prahová hodnota odporu 0.05Ω ? V související tabulce 4.1 chybí odchyšky.

Diskuze dosažených výsledků by výrazně získala porovnáním efektivity proudových a laserových pulzů a rozsahu jejich intenzit pro indukování nanofragmentace. Je pro nanofragmentaci nutné dosažení Néelovy teploty v materiálu (s. 58)?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta: V Brně 31. 8. 2021