

Oponentský posudek

na disertační práci RNDr. Evy Schmoranzarové (roz. Rozkotové)

Spin dynamics in GaAs-based semiconductor structures

Disertační práce obsahuje dvě základní části: první se zabývá studiem dynamiky spinu v epitaxních vrstvách magnetického polovodiče (Ga,Mn)As. Precesní dynamika magnetizace ve vrstvách indukovaná ultrakrátkým laserovým pulsem je studována pomocí časově rozlišeného magnetooptického jevu. Měření je prováděno za nízkých teplot, kdy je vrstva ve feromagnetickém stavu. Mechanismy vzniku spinové precese jsou studovány pomocí změn teploty, velikostí a směru vnějšího magnetického pole, přiloženým pnutím pomocí piezoelementu, změny polarizačního stavu optického čerpání, nebo využití dvojice sfázovaných čerpacích pulzů. Druhá část práce je věnována studiu GaAs/AlGaAs heterostruktur a změnám spinových stavů s využitím spin-orbitální interakce. Spinová precese je detekována elektricky a využívá Hallův jev se spinovým vstřikováním. Problematika je velmi aktuální, podstatně přispívá k rozšíření poznání v oblasti základního výzkumu.

Práce detailně popisuje rozsáhlou vědní oblast enormní šíře. Zahrnuje řadu fyzikálních disciplín, jako je optika ultrakrátkých pulzů, magnetická anizotropie, magnetooptika, spinová dynamika, spinové transportní jevy a spintronika. Autorka prokázala schopnost jednak nastudovat široké spektrum metod a přístupů ve fyzice, ale také samostatné výzkumné práce systematicky vedoucí k pochopení fundamentálních jevů a principů. Bylo dosaženo řady originálních výsledků, pozorování a popisu nových jevů, které byly publikovány v prestižních časopisech (Applied Physics Letters, Phys. Rev. B, Science, Nature Physics).

Po formální stránce je práce zpracována velmi kvalitně, bez chyb, doplněna řadou přehledných obrázků a citací. Obsahuje kapitoly uvádějící čtenáři do problematiky, poskytující rešerši odborné literatury a detailně popisující vlastní výsledky. Někdy je obtížnější poznat, které výsledky jsou převzaty z literatury a od kolegů a které jsou originálním příspěvkem autorky.

Mezi nejdůležitější výsledky RNDr. Evy Schmoranzarové patří vysvětlení precesního chování magnetizace změnou orientace snadné osy (kapitola 3.4., 3.5.), interpretace výsledků experimentu s dvěma čerpacími laserovými svazky (kap. 3.6.), elektrické řízení dynamiky magnetizace pomocí piezoelektrického elementu (kap. 3.7.), studium fotomagnetizačních procesů a demonstrace jevu optical spin transfer torque (kap. 3.8.), detekce precese spinu pomocí transverzálního Hallova jevu (kap. 4.3.), návrh spinového tranzistoru na bázi Halova jevu (kap. 4.4.).

K disertační práci mám následující otázky, které mohou být zodpovězeny nebo okomentovány během obhajoby:

- Prosím o specifikaci některých parametrů experimentální sestavy: úhel dopadu čerpacího a měřicího svazku v sestavě časově rozlišené magnetooptiky, azimutální úhly polarizačních elementů (polarizátorů, retardérů, PEM), směr externího magnetického pole.
- Kvadratické magnetooptické jevy (v předkládané disertaci označované jako magnetický lineární dichroismus) se uplatňují v časově rozlišených magnetooptických signálech. Projevuje se anizotropie kvadratických jevů (vliv úhlu β na váhu koeficientu P_{MLD}), jevy $M_L^2 - M_T^2$, snížená symetrie způsobující jednoosou anizotropii, lineární longitudinální a tranverzální jevy?
- Co je příčinou, že časově rozlišený magnetooptický signál obsahuje přesné násobky základní frekvence (Fig. 3.26)?

Shrnutí: Disertační práce je na velmi dobré obsahové a formální úrovni. Autorka v ní prokázala schopnost samostatného a kreativního řešení vědeckých problémů, schopnost stručně a přehledně prezentovat originální dosažené výsledky. Výstupy práce zahrnují pozorování nových jevů, jejich originální interpretace a pochopení fundamentálních principů spinové dynamiky. Výstupy snesou mezinárodní srovnání, což je doloženo 8 původními publikacemi v prestižních mezinárodních časopisech, u třech článků je navrhovatelka první autorkou. Výsledky představují podstatný přínos k rozvoji metodiky zpracování dat z časově rozlišených magnetooptických měření a pochopení základních fyzikálních procesů.

RNDr. Eva Schmoranzarová jednoznačně prokázala předpoklady k samostatné tvořivé vědecké práci. Doporučuji, aby jí na základě úspěšné obhajoby byl udělen akademický titul doktor.

V Ostravě, 23. května 2012



Doc. Dr. Mgr. Kamil Postava
Institut fyziky VŠB- Technické univerzity Ostrava
17. listopadu 15
708 33 Ostrava – Poruba
e-mail: kamil.postava@vsb.cz