

Oponentský posudek

disertační práce na téma

Studium spinové dynamiky v hybridních strukturách založených na feromagnetickém polovodiči (Ga,Mn)As

vypracované paní Mgr. Dagmar Budkovičovou

Doktorská práce Mgr. Dagmar Budkovičové je zaměřena na spinovou dynamiku elektronů ve feromagnetických polovodičích GaAs dopovaných Mn. Práce je převážně experimentální a zabývá několika různými směry výzkumu, které jsou přehledně rozděleny do jednotlivých kapitol.

Práce začíná uvedením do problematiky transportu elektronů a precese jejich spinů v polovodičích, a jejich generaci a detekci pomocí magnetooptických technik (kapitoly 1 a 2), a pokračuje popisem použitých experimentálních technik a studovaných materiálů a vzorků založených na GaAs (kapitoly 3 a 4). Následuje prezentace autorčiných originálních výsledků. Velká pozornost je věnována generaci mechanického napětí v heterostrukturách pomocí pieza přilepeného na spodní stranu heterostruktury, a testováním, homogenity a teplotní závislosti takto vytvořeného mechanického napětí. Jedná se o překvapivě komplikovanou techniku (kapitoly 5 a 6). Následuje prezentace experimentálních výsledků magnetizační dynamiky ve strukturách s řízeným mechanickým napětím pomocí pieza (kapitola 6). Poslední kapitola 7 pak prezentuje experimentální výsledky ultrarychlé reorientace magnetoopticky vybuzených spinů.

Práce řeší velice zajímavou tematiku dynamiky elektronů ve feromagnetických polovodičích. Jedná se podle mě o velice obtížné téma, jak z hlediska instrumentace, tak interpretace výsledků. Pozorované jevy mohou mít různé příspěvky či artefakty a je často obtížné tyto příspěvky rozlišit a identifikovat, což vyžaduje velkou míru vědecké pečlivosti a což autorka podle mě velice dobře zvládla. Práci považuji za zdařilou a přehledně napsanou. Práci doporučuji k obhajobě.

Dotazy k diskuzi:

1) Překvapila mě míra složitosti, nehomogenity a neopakovatelnosti při generaci mechanického napětí ve studovaných heterostrukturách při nízkých teplotách pomocí přilepeného pieza na spodní stranu struktury. Co je podle Vás největší problém při generaci homogenního mechanického napětí ve vzorku a je podle Vás tento problém řešitelný, aby poskytl opakovatelné homogenní mechanické napětí i při nízkých teplotách?

2) V kapitole 7 (obr. 7.6) diskutujete vznik opticky generovaných polarizovaných elektronů v SI-GaAs a jejich následný transport do FM vrstvy GaMnAs. Jedná se o difuzní nebo balistický transport? Hlavní transportní silou je vnitřní elektrické pole nebo gradient koncentrace elektronů? Dále, v textu zmiňujete, že vlivem různé transportní rychlosti elektronů směrem k FM vrstvě dochází k rozfázování spinu elektronů (tzv. Hanle efekt). Pozorované tlumení časové závislosti magnetooptického signálu (např. obr. 7.2) pochází hlavně z rozfázování elektronů pohybujících se různou rychlostí nebo se hlavně jedná o vlastní relaxaci spinů ?

3) Jaký je fyzikální význam fázového zpoždění mezi excitačním pulsem a detekovaným magnetooptickým signálem, nazvaným delta (obr. 7.2)?

4) V textu zmiňujete, že příspěvek dynamické nukleární polarizace (DNP) je možné vyloučit použitím fotoelastického modulátoru (PEM), který mění polarizaci dopadajícího světla s frekvencí 50kHz. Je toto dostatečná frekvence k vyloučení vlivu DNP, protože Larmorovu precesi jader bych očekával v MHz oblasti.

V Praze 8. 12. 2021

Mgr. Jaroslav Hamrle, Ph.D.
Matematicko-fyzikální fakulta UK
Ke Karlovu 5
12116 Praha 2