

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

Abstrakt:

Tato disertační práce se zabývá studiem hybridních struktur feromagnet/polovodič, které velice zajímavé pro spintroniku. My jsme se zaměřili na heterostrukтуры, které obsahují feromagnetický polovodič (Ga,Mn)As, což je nejprozkoumanější modelový materiál ze skupiny zředěných magnetických polovodičů. Hlavním cílem této práce bylo podrobné studium jevu optického spinového krutu (Optical Spin Transfer Torque, OSTT), což je optická obdoba jevu STT, který se ve feromagnetických kovových vrstvách používá pro netermální přepínání směru magnetizace. V první části práce popisujeme experimenty, ve kterých jsme se pokusili dosáhnout netermální kontroly směru magnetizace v (Ga,Mn)As s přispěním kontroly magnetické anizotropie pomocí mechanického napětí vyvolaného piezo-měničem (PZT) v hybridní struktuře (Ga,Mn)As/GaAs/PZT. Pro tento účel byla nejprve optimalizována příprava této struktury, která byla detailně testována pomocí rentgenové difrakce a magneto-optických metod. Nicméně přepínání magnetizace působením jevu OSTT se nám nepodařilo dosáhnout. Navíc se ukázalo, že měřené nízkoteplotní výsledky jsou, navzdory velice detailní optimalizaci výroby studované hybridní struktury na PZT, velice špatně reprodukovatelné, což jsme přisoudili vlivu mechanického napětí mezi studovaným vzorkem a chladicím nástavcem kryostatu, které zjevně při každém chladicím cyklu vzniká poněkud odlišně. Pro efektivní využití námi optimalizované výroby hybridních struktur s PZT je tedy potřeba používat materiály, které nejen že silně reagují na přiložené mechanické napětí, ale jsou magneticky uspořádané i za pokojové teploty, což jsou například některé nekolineární antiferomagnetny. V druhé části práce jsme se zabývali studiem interakce spinu elektronů opticky injektovaných do struktury (Ga,Mn)As/GaAs s magnetizací ve vrstvě (Ga,Mn)As. Zjistili jsme, že vlivem této interakce dochází k ultrarychlému otočení směru spinu elektronů. Tento jev, který tvoří základ jevu STT, byl zatím považován jen za teoretický koncept, protože v běžně studovaných kovových feromagnetech totiž není možné od sebe odlišit elektrony, které jsou zodpovědné za magnetizaci, a elektrony realizující spinový proud. V námi studovaném feromagnetickém polovodiči (Ga,Mn)As se ale jedná o různé elektrony (na *d*- resp. *s*-orbitalech), díky čemuž se nám podařilo toto "předpokládané" otočení spinů elektronů vlivem magnetizace experimentálně pozorovat.