

Oponentský posudek disertační práce RNDr. Miroslava Kořínka

„Časově rozlišená spektroskopie polovodičových nanostruktur“

Disertační práce RNDr. Miroslava Kořínka se zabývá studiem relaxačních a rekombinačních dějů v křemíkových nanokrystalech zabudovaných ve formě supermřížek do tří různých dielektrických matic (SiO_2 , SiC a Si_3N_4) a využívá k tomu metod časově rozlišené optické spektroskopie. Zvolené téma dobře reflektuje současný celosvětový zájem o nanokrystalické formy polovodičů, studované materiály mohou být využity zejména ve třetí – tandemové - generaci slunečních článků a o aktuálnosti dané problematiky svědčí i fakt, že materiály byly připraveny a studovány v rámci evropského projektu NASCEnt (Silicon Nanodots for Solar Cell Tandem 2010-2013).

Práce, psaná česky výstižným a didaktickým stylem s minimálním množstvím chyb a překlepů, je rozdělena do osmi kapitol. Tři úvodní kapitoly nastiňují zvolenou problematiku a představují studované vzorky a použité experimentální metody. Zejména ve druhé kapitole věnované zkoumaným vzorkům bych ovšem pro lepší představu ocenila nejenom parametry přípravy vzorků, ale i další známé základní informace o jejich fyzikálních či optických vlastnostech, např. snímky transmisní elektronové mikroskopie (v práci uvedeno pouze pro vzorky v SiO_2 matici), informace o velikosti, vzájemné vzdálenosti nanokrystalů, distribuci velikostí nanokrystalů, poloze jejich absorpční hrany či případné luminiscenci.

Vlastním výsledkům práce a jejich interpretaci je věnováno zbylých pět kapitol – tři z nich postupně studují dynamiku, vliv interakce mezi nanokrystaly a teplotní průběh fotoluminiscence u nanokrystalů v SiO_2 matici, poslední dvě kapitoly se zabývají vlivem dopování a vodíkové pasivace u nanokrystalů v SiC matici a původem luminiscence u křemíkových nanokrystalů v Si_3N_4 matici. Zde mohu ocenit zejména autorovu schopnost vybrat z velkého množství naměřených dat pouze ta nejdůležitější a pro prezentaci své práce zvolit nejvíce reprezentativní grafy.

Formální stránce práce bych vytkla pouze pár drobností, např. použití parametru x zároveň ve dvojnásobném významu - x představuje jednak stechiometrický parametr, ale také tloušťku SiO_2 bariéry mezi vrstvami s nanokrystaly. Namátkou také chybí vysvětlení významu parametru N_0 (navíc nepředpokládám, že by při fitování dynamik přechodné propustnosti zůstávala počáteční hustota generovaných nosičů náboje N_0 stejná pro různé hodnoty laserové fluence – jak je deklarováno na str. 37, při výpočtech se měnila pouze amplituda generačního členu G).

V rámci práce doktorand realizoval množství experimentů, jejichž výsledky dokázal adekvátním způsobem interpretovat i připravit k publikaci. Za nejdůležitější výsledek práce považuji pozorování, že koeficient bimolekulární rekombinace v supermřížkách je více ovlivněn interakcí mezi nanokrystaly v sousedních vrstvách supermřížky než rekombinací uvnitř samotných nanokrystalů a interakcí mezi nanokrystaly ve stejné vrstvě. Tento poněkud překvapivý fakt pak doktorand vysvětluje originálním modelem interagujících nanokrystalů.

K práci mám jen několik málo připomínek a dotazů:

1. Na straně 38 je vyloučena možnost počáteční rekombinace fotoexcitovaných nosičů tříčásticovým Augerovským procesem, na další straně je ovšem uvedeno, že bimolekulární povaha rekombinace může být vysvětlena jako Augerův proces?
2. Je možné nějakým způsobem docílit, aby křemíkové nanokrystaly v nitridové matici svítily?
3. Dají se některé závěry získané v práci využít pro zlepšení účinnosti slunečních článků, případně jak?

Závěrem mohu konstatovat, že navzdory výše uvedeným výhradám, jež jsou jen nepodstatného rázu, předložená práce je na dobré vědecké úrovni, což dokazuje i šestice autorových publikací v recenzovaných časopisech; ve čtyřech z nich je RNDr. Kořínek uveden jako první autor. Předložená disertace splňuje požadavky kladené na tento typ práce a prokazuje předpoklady autora k samostatné vědecké práci, proto ji doporučuji k obhajobě.

V Praze dne 25.11.2014



RNDr. Kateřina Herynková, Ph.D.

Fyzikální ústav AV ČR