

Oponentský posudek diplomové práce Karla Žídka
Ultrarychlé procesy v křemíkových nanokrystalech

Předložená diplomová práce se věnuje optickým vlastnostem různých typů křemíkových nanokrystalických materiálů. Téma práce zapadá do velmi aktuálního celosvětového trendu fyzikálního a chemického studia nanostruktur. Do křemíkových nanostruktur je vkládána velká naděje, že se s jejich využitím podaří získat účinné zdroje světla pro použití v optoelektronice. O významu a aktuálnosti problematiky hledání vhodných materiálů na bázi nanokrystalického křemíku svědčí i velký zájem průmyslových firem (jako příklad lze jmenovat firmu Intel - viz Intel Technology Journal, 8 (2004), pp. 143-160, či společnost Freescale, která oznámila v listopadu loňského roku výrobu permanentních paměťových čipů na bázi křemíkových nanokrystalů).

Práce je velmi přehledně členěna do osmi kapitol a poskytuje čtenáři dostatek informací k pochopení studované problematiky. Po úvodu následuje v druhé kapitole popis přípravy vzorků nanokrystalického křemíku. Byly zvoleny tři rozličné metody přípravy vzorků: (i) zabudování prášku porézního křemíku do sol-gelové matrice, (ii) příprava koloïdní suspenze nanokrystalů křemíku v cyklohexanu a (iii) implantace křemíkových iontů do skleněného substrátu. Ve třetí kapitole jsou shrnuty optické vlastnosti nanokrystalů a ve čtvrté kapitole pak metody měření časově integrované a časově rozlišené luminiscence. V kapitolách 5 až 7 jsou posléze prezentovány výsledky studia optických vlastností jednotlivých typů připravených vzorků. Každá z těchto kapitol je zakončena shrnutím získaných výsledků, jejich interpretací a diskusí. V závěrečné kapitole následuje ještě celkové zhodnocení práce.

Nejdůležitější dosažené výsledky jsou:

1. Příprava tzv. „bílého porézního křemíku“, u kterého vhodnou změnou přípravy došlo k posunu maxima fotoluminiscence k modré části spektra oproti doposud připravovaným vzorkům tzv. „žlutého porézního křemíku“.
2. Nalezení stretched-exponenciálního doznívání mikrosekundové složky luminiscence u nanokrystalů porézního křemíku zalitých v sol-gelové matrici.
3. Experimentální pozorování možného výskytu dvoufotonově buzené fotoluminiscence u nanokrystalů porézního křemíku zalitých v sol-gelové matrici.
4. Zjištění rychlé složky fotoluminiscence u koloïdní suspenze nanokrystalů křemíku v cyklohexanu s dohasínáním v řádu nanosekund s možností interpretovat tyto výsledky jako důsledek přímé elektron-děrové rekombinace bez účasti fononu.
5. Pozorování dvou odlišných fotoluminiscenčních pásů a jejich vzájemného „přelévání“ při změnách vlnové délky excitačního svazku u iontově-implemmentovaných nanokrystalů křemíku.

Je zřejmé, že získané výsledky jsou velmi kvalitní a bohatě splňují požadavky kladené na diplomovou práci. V práci se vyskytuje pouze několik málo formálních nedostatků (např. na straně 24 je v prvním odstavci odkaz na část 2.3.1, která se ovšem nenachází na straně 4, jak je uvedeno autorem, nýbrž na straně 8; u obrázku 5.18 na straně 40 bych pro větší přehlednost uvítal označení vzorku, který se k danému popisu váže; u obrázku 7.10 na straně 54 pak chybí popisky os ke grafu).

V průběhu obhajoby bych chtěl požádat diplomanta o zodpovězení následujících otázek:

1. Lze u jednotlivých typů připravovaných vzorků zajistit reprodukovatelnost výsledků měření (s přihlédnutím k vlivům přípravy, fotodegradace, stárnutí vzorků, ...)?
2. Plánujete do budoucna měřit rovněž teplotní závislost fotoluminiscence u vzorků připravovaných metodou sol-gel, abyste byli schopni detailněji interpretovat stretched-exponenciální doznívání fotoluminiscence u těchto vzorků?

3. Proč chybí u vzorků 101 a 903 na obrázku 5.17 (závislost I_{PL}/I_{exc} na vlnové délce) výsledky pro nižší excitační výkon, kdy nedochází k fotodegradaci vzorků? Nebylo by pak možné rovněž u těchto vzorků pozorovat obdobnou kvadratickou závislost, jako je tomu u vloženého grafu k obrázku 5.18 pro vzorek 605?
4. V práci je zmíněna obtížná interpretace faktu, že vznikají dva odlišné fotoluminiscenční pásy u vzorků implantovaného křemíku. Dá se přesto možnou interpretaci načrtnout?
5. Existuje možnost využít jmenované postupy přípravy vzorků nanokrystalického křemíku k výrobě elektroluminiscenčních struktur?

Závěrem mohu konstatovat, že předložená diplomová práce Karla Žídka i přes drobné formální nedostatky prokazuje, že její autor velmi dobře zvládl experimentální problematiku časově rozlišené spektroskopie, techniku zpracování výsledků a jejich prezentace a v neposlední řadě i orientaci v cizojazyčné odborné literatuře. Práce splňuje požadavky kladené na diplomovou práci a navrhuji ji klasifikovat stupněm

-výborně-

V Praze dne 6. 5. 2006

RNDr. Petr Fojtík, Ph.D.

