

Oponentský posudek disertační práce K. Žídka "Nelineární optické vlastnosti křemíkových nanostruktur"

Předkládaná práce se zabývá nelineárními optickými jevy a vývojem ultrarychlé luminiscence křemíkových nanokrystalů. Křemíkové nanokrystalové objekty, které by mohly sloužit k přípravě tolik žádaných světlo emitujících součástek na bázi křemíku pro optoelektronické systémy, proto patří jejich studium k velmi aktuálním tématům v oboru polovodičů.

Náročné experimentální metody užívané v práci i dosud nepublikované rozšíření metody proměnné délky proužku o zavedení proměnného zpoždění excitačního pulsu umožnily autorovi dosáhnout nové a mimořádně zajímavé výsledky z oblasti ultrarychlé spektroskopie křemíkových nanokrystalů, hlavně pak měření optického zisku s ultrarychlým dohasínáním.

Autor v první části podává ucelený přehled dosavadních poznatků o optických vlastnostech křemíkových nanokrystalů, především o jejich fotoluminiscenci a jejím časovém průběhu. Další část pojednává o technologii přípravy různých typů křemíkových nanokrystalů a o přípravě vzorků používaných ve vlastní práci.

S ohledem na případné využití křemíkových nanokrystalů v optoelektronice je podrobně studována dynamika luminiscence a její spektrální závislosti při nízké energii excitace, v další kapitole pak především sub-nanosekundová nelineární fluorescence při vysokých hodnotách excitace přiřazena Augerově rekombinaci. Další kapitola se věnuje měření optického zisku v křemíkových nanokrystalech. V poslední kapitole popisuje autor jím vyvinuté rozšíření metody VSL a výsledky získané na takto upraveném zařízení.

Práce je doplněna přehledným popisem použitých experimentálních zařízení a programem pro výpočet ultrarychlé dynamiky optického zisku, který umožňuje vyhodnocovat výsledky získané metodou VSL s proměnným zpožděním excitačního pulsu.

Rozsáhlý seznam použité literatury svědčí o vysoce profesionálním přístupu autora k zadané problematice.

Autor prokázal, že je schopen řešit obtížné fyzikální problémy na špičkové úrovni, za pomoci náročných experimentálních zařízení v naší republice i na zahraničních pracovištích, že je schopen je dále samostatně rozvíjet. Velkou výhodou pro něj jistě bylo, že pracoval ve skupině, která se touto problematikou dlouhodobě zabývá a dosahuje v ní vynikajících výsledků. Rovněž publikování výsledků práce v celkem sedmi člancích v mezinárodních impaktovaných časopisech a další publikace i presentace výsledků na několika konferencích svědčí o vysoké úrovni předkládané práce.

Připomínky a dotazy:

1. Na str. 14 autor uvádí, že narozdíl od většinově přijatého názoru, že rychlá složka S-pásu odpovídá záchytu nosičů z vnitřních stavů na povrchové stavy a pomalá složka pak odpovídá relaxaci na nižší povrchové stavy, skupina Caroly Kryschi nabízí jinou interpretaci úvodního biexponenciálního doznívání. Jedná se pouze o jinou interpretaci stejných jevů, nebo např. díky jiné pasivaci o tolik žádané prodloužení doby pobytu nosičů uvnitř krystalů? Může autor tento názor blíže prodiskutovat?
2. Na str. 66 dole autor píše: "Pás rychlé FL se v tomto případě spektrálně a také intenzitní závislostí shoduje s tzv. F-pásem (viz část 2.2.2) v časově integrovaném spektru FL zobrazeném na obr. 5.4 vpravo."
Domnívá se autor, že se může jednat o stejný pás pro oba typy studovaných vzorků -

tedy koloidních i vzorků připravených iontovou implantací? Jaké jsou argumenty pro a proti této možnosti? Na str. 54 v Diskusi se uvádí, že by mohlo jít o "...molekuly na bázi Si, rekonstruované stavy malých NK nebo defekty v SiO₂". Lze říci totéž i pro vzorky připravené iontovou implantací?

3. Ne všude je u obrázků uvedeno, že se jedná o normovaná spektra (např. obr. 4.3, 4.11), navíc se domnívám, že normovaná spektra by měla být bezrozměrná, a tudíž ne v relativních jednotkách.

... a drobné překlepy, jimž je obtížné se při takovém rozsahu práce vyhnout:

- str. 41: celkový objem $NK \propto d^3$ a ne $1/d^3$, jak je omylem uvedeno,
- str. 65: v první větě kap. 5.2 je omylem uvedeno: "V této části se zaměříme na studium sub-pikosekundové složky..." místo sub-nanosekundové,
- str. 89: v textu u obr. 6.7 je uvedeno, že je pro 430 nm fit lineární pro nízké intenzity excitace do 0.25 mJ/cm^2 , ale na obrázku je lineární nejméně do 1.5 mJ/cm^2 .

Disertační práce Karla Žídky "Nelineární optické vlastnosti křemíkových nanostruktur" splňuje požadavky kladené na disertační práci a prokazuje předpoklady autora k samostatné tvořivé práci. Disertační práci doporučuji k obhajobě.

V Praze dne 16. listopadu 2010

Ing. Karla Kuldová, Dr.
Fyzikální ústav AV ČR v.v.i.