

Oponentský posudek disertační práce  
na téma

## Ultrarychlá laserová spektroskopie polovodičů

vypracované panem Mgr. Tomášem Popelářem

Doktorská práce Tomáše Popeláře se zaměřuje na výzkum dynamik nosičů náboje v polovodičích. Obecný úvod do použitých experimentálních metod (kapitola 1) a popis metody excitace a sondování ve střední infračervené (MIR) oblasti (kapitola 2) je doplněn konkrétními výsledky ohledně použití MIR sondování pro pozorování kondenzace elektron-děrové kapaliny při povrchu objemového diamantu (kapitola 3) a použití rozmitací kamery pro studium luminiscence indukované v defektech v  $\text{SiO}_2$ , kde dochází k přenosu energie z křemíkových nanokrystalů na tyto defekty (kapitola 4).

Práce se věnuje aktuálním tématům, které jsou z hlediska vědecké komunity rozhodně zajímavé, což dokumentuje i publikace ve dvou respektovaných mezinárodních časopisech. Kladně bych hodnotil popis generace MIR pulsů v kapitole 2. Nejvýraznějším výsledkem je pak pozorování vzniku elektron-děrové kapaliny pomocí MIR sondování, kde Tomáš Popelář prezentuje model, který popisuje spektrální závislost a dynamiku pozorovaných signálů.

Rovněž fotoluminiscence tzv. "NBOHC" defektů, u kterých dochází k excitaci přenosem energie v nanokrystalů křemíku, je zkoumána z několika hledisek. I zde Tomáš Popelář nabízí fyzikální model, který popisuje pozorované výsledky z hlediska nelineárních dějů v nanokrystalech.

Práci však lze vytknout celou řadu nedostatků, které velmi významně ovlivňují celkové hodnocení práce. Práce je sepsaná v anglickém jazyce, což by bylo možné hodnotit kladně. Úroveň gramatiky, volby slov a stavby vět je ale výrazně pod běžnou úrovní vědeckých textů. V některých případech je obtížné pochopit přesný smysl vět a to komplikuje porozumění textu.

Rovněž grafickou úroveň obrázků (viditelné "rozkostičkování" obrázků nebo úroveň schémat - viz např. obr. 1.3, str. 8) nelze považovat za silnou stránku práce. Popis současného stavu poznání svým rozsahem spíše odpovídá stručnému úvodu běžného článku, s výjimkou podkapitoly 2.2.

Nejvýznamnějším faktorem je ale rozsah popisovaných původních výsledků, který se pohybuje okolo minima, které lze ještě akceptovat pro formát disertační práce. Je to o to překvapivější, protože se Mgr. Tomáš Popelář prokazatelně podílel na 9 publikacích (dohledáno pomocí ISI Web of Science). V disertační práci jsou ale uvedeny jen výsledky ze dvou článků a zbytek je z nejasného důvodu zamlčen, a to z velké části i v seznamu publikací autora v závěru práce (str. 94).

Z celkového pohledu posuzovaná práce dosahuje v několika ohledech pouze minimální akceptovatelné úrovně kladené na disertační práci. Je potenciálně možné ji přijmout k obhajobě v případě, kdy bude během obhajoby dokumentován vědecký přínos a zapojení Mgr. Tomáše Popeláře do vědecké činnosti odpovídající rozsahem doktorskému studiu.

Doplňuji otázky k diskusi během obhajoby:

- 1) Na str.11 je uvedeno, že není vhodné použít generaci součtové frekvence (DFG) z nekolineárních svazků, protože interakční délka dvou vstupních svazků by byla příliš nízká. Nakolik se zvedne účinnost DFG použitím kolineární geometrie svazků? Jak moc se projeví

například fresnelovské ztráty na povrchu Glenn-Taylorova polarizátoru, který byl použitý jako rekombinační prvek svazků?

- 2) Pokud uvažujeme vznik elektron-děrové kapaliny jako analogii skutečné kapaliny – je možné pozorovat také zde povrchové napětí?
- 3) Na str. 29 se uvádí, cituji " There is no inherent absorption in diamond in the IR range, thus the signal detected by this method monitors free-carrier absorption (FCA) described by Drude theory.", což je vzápětí popřeno výraznými absorpčními pásy v obr. 3.3. Bylo by možné toto vyjasnit?
- 4) Přenos energie na NBOHC defekty je v předloženém fyzikálním modelu podmíněn generací tzv. "horkých" nosičů excitovaných do vyšších stavů Augerovou rekombinací. Ačkoli jde o rychlý proces, mohl by být v dosahu časového rozlišení rozvírací kamery. Je tomu tak? Pozorovali jste případně náznaky například postupné populace NBOHC defektů pomocí postupného nástupu luminiscence?
- 5) Na obr. 4.16. (str. 72) jsou doby dohasínání "stretched-exponenciální" funkce, kde se zároveň fituje i parametr beta. S jakou přesností je možné určit tyto doby dohasínání? Bylo při fitování zohledněno, zda různé výchozí parametry fitu neovlivní systematicky výsledek?

V Turnově dne 24.3.2022

Karel Žídek

Regional Centre for Special Optics and Optoelectronic Systems  
Institute of Plasma Physics of the Czech Academy of Sciences  
Za Slovankou 1782/3  
182 00 Prague  
Czech Republic