

Oponentský posudek disertační práce

Autor: Ing. František Hájek

Název: Defects in nitride-based scintillation heterostructures

Oponent: Ing. Jan Grym, Ph.D., Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i.

František Hájek se v disertační práci zabýval studiem vlivu bodových defektů na vlastnosti struktur InGaN/GaN připravených organokovovou epitaxí z plynné fáze (MOVPE) s ohledem na jejich aplikaci ve scintilačních detektorech.

Část práce týkající se současného stavu poznání je přiměřeně rozsáhlá a obsahuje velký počet relevantních citací. Zahrnuje stručné shrnutí obecného aplikačního potenciálu nitridových epitaxních vrstev, jejich základní vlastnosti se zaměřením na studované struktury InGaN/GaN, shrnutí požadavků na tuto strukturu pro specifickou aplikaci ve scintilačních detektorech a nejrozsáhlejší část zabývající se bodovými a čárovými defekty v GaN a InGaN. V experimentální části jsou stručně popsány principy růstu metodou MOVPE a specifické růstové parametry pro přípravu struktur InGaN/GaN pro scintilační detektory a dále stručný popis optických charakterizačních technik a pozitronové anihilační spektroskopie. Následuje shrnutí motivace a cílů práce a diskuse výsledků. Jsou vysvětleny modely popisující žádoucí zkrácení doby dosvitu žluté luminiscence v GaN dané kontaminací uhlíkem s využitím vysoké koncentrace donorových příměsí. Výsledky disertační práce jsou prezentovány formou komentáře k šesti publikacím, jichž je František Hájek autorem či spoluautorem.

Za klíčový výstup z pohledu přínosu Františka Hájka k řešenému tématu lze považovat komplexní pohled na fyzikální procesy probíhající v navržené scintilační struktuře a návrh na řešení problémů, které aktuálně snižují účinnost scintilačních detektorů na bázi InGaN/GaN. Experimentální ověření návrhů bylo znemožněno závadou na růstové aparatuře. Je zřejmé, že František Hájek interpretoval závěry z řady měření z vlastního pracoviště i dalších pracovišť a sám se zabýval zejména optickou charakterizací struktur, která je pro pochopení fyzikálních jevů klíčová. Kromě stručného shrnutí podílů širokého kolektivu autorů na řešení by bylo vhodné doplnit komentáře k publikacím i popisem příspěvku autora disertační práce k jednotlivým publikacím.

Je zřejmé, že autor prostudoval velké množství relevantní vědecké literatury a orientuje se v široké škále problematik. K formální stránce nemám zásadní připomínky. Práce je logicky a přehledně členěna, samotný text je snadno čitelný, obsahuje přijatelné množství překlepů,

nepřesných vyjádření a neobratných formulací (např. phosphorus/phosphor layer, str. 14; alternation/alteration, str. 17; centrum/center, str. 23 a několikrát dále; equilibristic/equilibrium, str. 27, zavedení zkratky QBs, str. 31; Zn formation energy/ Zn_{Ga} formation energy, str. 41; quantum confined effect/quantum confinement effect, str. 47). Obrázky a použitá literatura jsou v textu korektně citovány. Šest publikačních výstupů, na jejichž podkladech je práce sepsána, je originálních a kvalitních.

K práci mám následující dotazy a podněty k diskusi při obhajobě:

1. Pokuste se vysvětlit rozpory ve stávajícím stavu poznání mezi DFT výpočty a experimentem v případě zabudování uhlíku v nitridových vrstvách (strana 21).
2. Vysvětlíte tvrzení „CL mapping just provides contrast due to charge repelling from dislocation cores instead of non-radiative recombination“ (strana 26).
3. Vysvětlíte, proč významně roste vazebná energie elektronu na donorových pozicích v kvantových jamách InGaN (strana 43).
4. Vysvětlíte význam tvrzení, že: „It was explained as a competition of V_{Ga} defects and an unknown defect, which acts as more efficient non-radiative centrum than bare V_{Ga} .“ (strana 44). Toto tvrzení nemá jednoznačný výklad a neodpovídá tvrzení v článku čtyři, ve kterém je vyslovena hypotéza, že existence vakancí Ga brání tvorbě vysoce účinných nezářivých rekombinačních center.
5. Vysvětlíte vliv V-pitů na „wave-guide effect“ (strana 47).
6. Prosím o vyjádření příspěvku autora disertační práce k jednotlivým publikacím.

Práci jsem důkladně prostudoval a s potěšením konstatuji, že ji doporučuji k obhajobě.

V Praze dne 27. 4. 2023

Ing. Jan Grym, Ph.D.