

Posudek oponenta diplomové práce

Autor: Bc. Jan Batysta

Název: Scintilační heterostrukтуры s InGaN kvantovými jámami

Jan Batysta se v diplomové práci zabýval modelováním, přípravou a charakterizací scintilačních heterostruktur založených na luminiscenci z kvantových jam InGaN/GaN. Práce je rozsáhlá, zahrnuje simulace pásové struktury s využitím SW nextnano, přípravu navržených struktur metodou MOCVD a následnou charakterizaci, zejména optickými metodami. Ze čtivé rešeršní části vyplývá, že je autor schopen samostatné práce s literaturou a umí se zaměřit na oblasti, které jsou důležité pro řešení zadaného úkolu. Velmi dobře se zhostil nelehkého úkolu interpretovat výsledky měření provedených před jeho příchodem do FZÚ AV ČR a vyhodnotit naměřená data s využitím výsledků simulací. Za velmi přínosnou považuji část týkající se simulací struktur. Příprava struktur metodou MOCVD je velmi nákladná a simulace jsou výraznou pomůckou pro jejich optimální návrh.

Použitá literatura a převzaté obrázky jsou řádně citovány. V malé míře se v textu objevují nepřesnosti, hovorové výrazy a věty, kterým je obtížné porozumět. Obrázek 2 je obrázkem 2.2 (strana 4). Tabulka 3.1: jedná se o hodnoty vazebných energií. (strana 9). Jedná se o ionizující záření, nikoliv ionizované. (strana 11). Klastry, nikoliv klustry (strana 14). Chybí odkaz na obrázek 8.10. „Ve výsledku má koncentraci india zhruba parabolickou závislost koncentrace india na pozici v kvantové jámě.“ (strana 22), „... částicemi, které se nachytaly na povrch“ (strana 33), „ve spodku první jámy“ (strana 47).

Při popisu technologie růstu by autorovi usnadnilo práci s popisem jednotlivých vrstev, kdyby už v této fázi strukturu schematicky znázornil. Termíny nízkoteplotní/vysokoteplotní buffer, podkladová vrstva a koalescenční vrstva nejsou v práci používány konzistentně a znesnadňují orientaci čtenáře v textu.

Přes drobné výtky týkající se formální stránky práce konstatuji, že se Jan Batysta úspěšně zhostil úkolů uvedených v zadání diplomové práce a vytvořil předpoklady pro další rozvoj tématu scintilačních nitridových heterostruktur na školicím pracovišti. Práce přináší zajímavé původní výsledky zejména v oblasti simulací pásové struktury a diskuse možných řešení pro optimalizaci heterostruktur za účelem detekce záření s velkou hloubkou vniku. Práci doporučuji k obhajobě a navrhuji ohodnocení stupněm A-výborně.

Prosím o vysvětlení následujících sdělení:

- „Pro naši práci je důležitá znalost těchto základních polovodičů, protože z nich jsme schopni vytvořit pouze GaN“ (strana 2).
- „Při zvyšování teploty se indium hůře zabudovává do struktury a již zabudované indium má tendence ze struktury unikat.“ Jedná se o difúzi do okolních vrstev? (strana 21).
- „je potřeba revidovat mechanismy, které byly použity k potlačení zakázaného pásu a přijít s novou teorií“ (strana 34).

K práci mám následující podněty k diskusi:

- Vysvětlete, co rozumíte velkým rozdílem mřížkových konstant. Zaměřte se na souvislost s tvorbou defektů. (strana 4)
- Jaká je velikost krystalických ostrůvků po prvním žíhání? Jaký je mechanismus tvorby souvislé rovinné vrstvy? (strana 20)
- „Je empiricky dokázané, že po růstu vysokoteplotního GaN se objevují povrchové defekty (pravděpodobně jde o vakance dusíku), které výrazně zhasíjí luminiscenci z kvantových jam. Tyto defekty se udržují během růstu na povrchu struktury a až během růstu InGaN vrstev se tyto defekty zabudovávají do struktury a způsobují významný pokles luminescence z kvantových jam, který je závislý pouze na změně teploty růstu předcházející GaN vrstvy.“ Lze tyto defekty potlačit? (strana 21)
- Vysvětlete proč se pro růst prvních vrstev používá jako nosný plyn vodík a pro kvantové jámy a bariéry dusík.
- Jaký je poměr hustoty vláknových dislokací (threading dislocations) a V-pitů? Závisí tento poměr na růstových podmínkách? Je každá dislokace zakončena V-pitem?
- Pokuste se shrnout výhody scintilátorů založených na heterostrukturách InGaN/GaN a porovnejte jejich vlastnosti s konvenčními scintilátory.

V Praze dne 23. 5. 2022

Ing. Jan Grym, Ph.D.