

**Oponentský posudek disertační práce Jakuba Zázvorky
„Photoconductivity, photoluminescence and charge collection in
semiinsulating CdTe and CdZnTe“.**

Tématem disertační práce je studium vlivu přípravy vzorků a jevů ovlivňujících spektrální rozlišení a detektivitu CdTe a CdZnTe detektorů. Přítomnost hlubokých hladin byla studována pomocí fotoluminiscence a korelována s dalšími elektro-optickými měřeními, které umožňují určení vlivu strukturních vad základního materiálu na funkci detektorů. Velká pozornost byla věnována rozboru homogenity odporu a fotovodivosti v porovnání s detektivitou vzorku a jeho elektrickými vlastnostmi. Získané výsledky byly vysvětleny pomocí teorie posunu Fermiho hladiny. Nezanedbatelnou částí disertační práce je studium vlivu přípravy povrchu a jeho oxidace na celkové chování CdTe a CdZnTe detektorů. Časová změna velikost svodových proudů byla korelována s tloušťkou povrchové vrstvy TeO₂.

Téma disertační práce je velmi zajímavé a patří mezi aktuální témata, protože CdTe představuje perspektivní materiál pro přípravu detektorů Rentgenova a gama záření. Hlavním problémem u CdTe je nekontrolovatelná přítomnost přirozených defektů, které tvoří hluboké hladiny uprostřed zakázaného pásu. Tyto hladiny působí jako záchytná nebo rekombinační centra, která ovlivňují efektivitu sběru generovaného elektrického náboje v detektorech. Z tohoto důvodu je důležité mít metodiku pro měření prostorového rozložení hlubokých center v CdTe a CdZnTe detektorech. Další důležitou otázkou je, určení typu defektů, které vytvářejí hluboké úrovně v těchto materiálech. Jde o velmi složitou problematiku, ale na druhou stranu měl doktorand velkou výhodu práce v týmu, který při studiu CdTe a CdZnTe detektorů dosahuje velmi dobrých výsledků.

Experimentální metody použité v disertační představují komplexní soubor metod, které umožnily dosažení řady unikátních výsledků. Zde bych vyzvedl tři metody měření homogenity vzorků pro přípravu detektorů.

Práce je psána přehledně, dobře logicky strukturována a graficky pěkně provedena. Je rozdělena do sedmi kapitol. Ve velmi stručném úvodu jsou shrnuty vlastnosti CdTe a CdZnTe, popsány postupné kroky při přípravě detektorů a definovány cíle disertační práce. V teoretické části jsou uvedeny rovnice a modely použité při vyhodnocení výsledků měření. V třetí kapitole jsou popsány použité měřicí techniky a studované vzorky CdTe a CdZnTe. Těžiště práce je v kapitolách 4, 5 a 6, kde jsou prezentovány a diskutovány všechny dosažené výsledky. V čtvrté kapitole jsou uvedeny výsledky měření fotoluminiscence v závislosti na teplotě a excitaci. Autor se zaměřil především na podrobné studium pásu ~ 1.1 eV, kde díky měření těchto závislostí může složitý luminiscenční pás rozložit na jednotlivé komponenty. V páté kapitole jsou prezentovány výsledky bezkontaktních měření homogenity odporu, fotovodivosti a luminiscence. Druhou část kapitoly tvoří výsledky sběru náboje na realizovaném detektoru. Výsledky jsou porovnány s teorií. V šesté kapitole je ukázán vliv opracování povrchu na vlastnosti detektorů.

Práce obsahuje celou řadu originálních výsledků, z kterých bych především vyzdvihl studium luminiscenčního pásu s maximem u 1,1 eV a jeho rozklad na „elementární maxima“, přestože nejsou přiřazena k jednotlivým defektům.

K práci mám následující dotazy a připomínky:

1. Vzorky CT-II a CT-III jsou uváděny jako In legované, přestože určená koncentrace In ve vzorku CT-II je velmi malá < 20 ppb, jak je uvedeno tab. 4.1. Může být ještě In v této malé koncentraci kompenzující příměs?

2. Podle mého názoru, teplotní závislost maxima luminiscence na obrázku 4.4 nemá žádnou vypovídající hodnotu v důsledku různé teplotní závislosti „elementárních pásů“ 9 – 12. Prosím o diskusi při obhajobě.

3. Pro závěr, že pás s maximem 1,1 eV v CdZnTe může být podobný pásu 10 v CdTe, není žádný relevantní důkaz. Prosím o diskusi při obhajobě.

4. Doporučený postup při přípravě detektoru je olepat a nechat 5 dní stárnout. Jaký vliv má oxidová vrstva na přípravu kontaktů?

5. V cílech disertační práce je vyvinout optimální charakterizaci výchozího materiálu a metodu přípravy detektorů. V závěru disertace je pouze vágní prohlášení, můžete specifikovat optimální charakterizace a přípravu detektoru?

Formální chyby:

Na straně 55 je uvedeno chybně číslo obr. 4.11 místo 5.4

Texty k obr. 4.11 a tabulce 6.1 jsou na druhé straně.

Přes uvedené připomínky disertační práce Jakuba Zázvorky „Photoconductivity, photoluminescence and charge collection in semiinsulating CdTe and CdZnTe“ splňuje požadavky kladené na disertační práci a prokazuje předpoklady autora k samostatné vědecké práci. Disertační práci doporučuji k obhajobě.

V Praze dne 23. 8. 2016

Ing. Jiří Oswald CSc.
Fyzikální ústav AV ČR v.v.i.