

Prof. RNDr. Ing. Josef Šíkula, DrSc.
Ústav fyziky
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Vysoké učení technické v Brně

Oponentský posudek

disertační práce Mgr.H.Elhadidy „Development of Room Temperature CdTe Gamma Ray Detectors for Security and Medical Applications“

Cílem předložené práce bylo studium vlastností defektů a příměsí, které obsahuje vysokoohmický materiál CdTe připravený ve Fyzikálním ústavu Karlovy univerzity v Praze, který je využíván při výrobě detektorů rentgenového a gama záření. Podrobné studium vlastností materiálu CdTe umožňuje vytvořit podklady pro zlepšení kvality detektorů. Vzhledem k tomu, že poptávka po přenosných detektorech uvedeného typu pracujících při pokojové teplotě narůstá, je předložená práce aktuální a její aplikace v praxi je evidentní.

Práce obsahuje čtyři kapitoly a závěr.

V kapitole 1. jsou uvedeny základní charakteristiky materiálu CdTe záměrně nedotovaného a dotovaného různými prvky s využitím publikovaných pramenů. Cenné je shrnutí údajů o poloze energetických hladin v zakázaném pásu, které odpovídají různým defektům a příměsím. V této kapitole je také zahrnut stručný přehled experimentálních metod pro sledování lokalizovaných stavů s diskuzí publikovaných výsledků.

Ve 2. kapitole je dán stručný přehled teoretických základních poznatků potřebných k porozumění přechodů nositelů náboje prostřednictvím lokalizovaných stavů v zakázaném pásu a principům použitých experimentálních metod.

Kapitola 3. je věnována experimentům. Je zde pojednáno o přípravě vzorků a charakteristice použitých metod a to spektroskopie využívající termoelektrický jev, spektroskopie proudů buzených záření, metoda mapování odporu, fotoluminiscence, spektroskopie fotoproudu.

4. kapitola je stěžejní částí disertační práce. Bylo studováno pět typů krystalů CdTe. Koncentrace příměsí byla stanovena metodou GDMS. Experimentální výsledky získané pomocí jednotlivých metod jsou prezentovány následujícím způsobem. Jsou uvedeny typické záznamy získané v experimentu, jejich vyhodnocení a určené parametry s příslušnou diskuzí. Do této kapitoly je zahrnuto numerické simulování metody TEES. Podstatné výsledky získané v práci jsou shrnuty v závěru.

Práce je celkem zdařile napsána a uspořádána. Uspořádání problematiky je logické, výklad je jasný a výstižný a je psán poměrně dobrou angličtinou. Některé výsledky byly publikovány v mezinárodních časopisech (6) a prezentovány na mezinárodních konferencích (5).

Podstatné výsledky předložené práce spočívají ve zjištění, že mělké donory (Cl,In) mají malé hodnoty účinného průřezu a jsou děrovými pastmi. Hluboké donory (Ge,Sn) vykazují větší účinné průřez a působí jako elektronové pasti, které zhoršují kvalitu detektorů. K dosažení náležité kompenzace materiálu je zapotřebí, aby koncentrace cínu byla rovna nebo větší než koncentrace nekompensovaných akceptorů. Donorová hladina Sn v blízkosti středu zakázaného pásu je odpovědná za fixování polohy Fermiho hladiny. Zhoršení součinnosti pohyblivost – doba života může být způsobena elektronovou pastí $E_C - (0.6 \approx 0.7) \text{ eV}$. Tato past byla identifikována jako přirozený komplex $\text{Te} - \text{Cd}$. Byla pozorována korelace mezi

fotoluminiscenci v oboru energií zakázaného pásu a detekční účinností detektorů, čehož lze využít při posouzení kvality detektorů.

K práci mám tyto připomínky

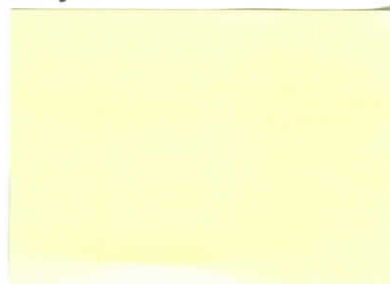
1. Podejte fyzikální interpretaci účinného průřezu řádu 10^{-11}cm^2 odpovídající hluboké pasti $E_S = 0.67 \text{ eV}$ v CdTe:In (str.42 obr.4-1d) a mělké pasti $E_1 = 0.14 \text{ eV}$ s účinným průřezem řádu 10^{-21}cm^2 (obr.4-1b).
2. Obdobně hodnoty účinných průřezů pro Ge vyžadují podrobnější interpretaci (str.48 tab.4.3)
3. Uveďte podrobnější výklad metody vyhodnocení teplotních závislosti TEES a přesnosti určení energetických hladin.

Předložená disertační práce je hodnotným příspěvkem k charakterizování materiálu CdTe pro výrobu detektorů rtg. a gama záření. Vzhledem k rostoucímu zájmu o tyto detektory je toto téma přínosné a aktuální. Zjištění podmínek pro optimální kompenzaci materiálu CdTe je podstatný poznatek, který umožňuje dosáhnout vyšší kvality detektorů.

Závěrem proto mohu konstatovat, že autor v disertaci dosáhl významných výsledků a prokázal schopnost samostatné vědecké tvořivé práce.

Z uvedených důvodů doporučuji předloženou práci k obhajobě.

Brno, 29. 7. 2008



DrSc.