

Posudek na disertační práci

Autor: RNDr. Jindřich Pipek

Název: Charge transport in semiconductors

Předložená disertační práce Jindřicha Pipka je zaměřena na studium tvorby náboje v polovodičích a jeho transportu. Studovanou formou jsou polovodičové detektory záření, zejména záření elektromagnetického - fotonů v oblasti rentgenového a γ záření. Práce se věnuje dvěma sloučeninám: GaAs a CdTe, v obou případech upraveným pomocí příměsí chromu, zinku nebo selenu.

Studium polovodičových detektorů jiných než křemíkových je velice důležité. Ačkoliv křemík zcela dominuje použití v elektronice i detekční technice, pozornost se již dlouhou dobu obrací i na materiály, které mohou křemík předčit. Z prvků je to germanium, které má vyšší protonové číslo a tak je výrazně lepší pro detekci fotonů díky vysokému účinnému průřezu fotoelektrického jevu. Jeho nevýhodou ale je nutnost chlazení a malá odolnost vůči ozáření. Překonání těchto slabin je hlavní motivací pro výběr materiálů studovaných v této disertaci. Samotné téma práce je tedy velice aktuální.

Práce je členěna do úvodu, čtyř kapitol a závěru. Úvod přehledně představuje problematiku polovodičů a jejich defektů.

Kapitola 2 vysvětluje jevy, ke kterým v polovodičích dochází, zejména vznik a přesun náboje. Následující kapitola seznamuje čtenáře s metodami řešení rovnic a numerických simulací. Kapitola 4 názorně popisuje použité experimentální metody využité při získávání empirických poznatků a jejich porovnávání s počítačovou simulací. Klíčovou metodou je laserově indukovaná metoda TCT (Transient Current Technique). Zajímavé výsledky byly dále získány pomocí spektroskopických měření. Všechny výsledky jsou pak představeny v kapitole 5 přehledně seřazené do tří sekcí odpovídající třem studovaným materiálům. Musím konstatovat, že sada výsledků získaných při simulacích i měřeních je opravdu úctyhodně komplexní. Disertant pečlivě prozkoumal rozsáhlý parametrický prostor přiložených napětí, polohy v detektoru, času a z výsledků získal unikátní údaje o mikroskopických vlastnostech zkoumaných materiálů (elektronové a děrové doby života, pohyblivosti, charakteristiky defektů a pastí) a jejich využitelnosti v detekční technice. Pečlivě jsou přitom ošetřeny různé počáteční či okrajové jevy pomocí sofistikovaných přístupů (pulzní detektorové napětí synchronizované s pulsem laseru, pomocné ozařování LED diodou, apod.). Chtěl bych ocenit, že disertant ve svém modelu vyvinul a aplikoval na různé druhy materiálů specifické přístupy.

Práce je psána anglickým jazykem na velmi dobré úrovni a má také velmi dobrou grafickou úpravu.

Rád bych, aby autor zodpověděl tyto otázky:

1. V L-TCT měřeních používáte červený laser s vlnovou délkou 660 nm. Zvažovali jste použití jiných vlnových délek, např. infračerveného laseru, který by excitoval do větší hloubky?
2. Ve spektroskopických měřeních používáte zářič α . Ten ale kvůli velmi krátkému doletu v materiálu neumožňuje triggerování a tím potlačení šumu. Často je z těchto důvodů použit zářič β s delším doletem a možností generovat trigger z pomocného scintilačního detektoru. Bylo by to realistické?
3. Není mi jasný obrázek 5.23. Jde opravdu o foton s rozdílnými energiemi a nebo o stejnou energii fotonu ale různé hodnoty detekčních prahů?

Celkově se domnívám, že práce představuje rozsáhlý soubor unikátních výsledků, o čemž svědčí i to, že byly materiálem pro několik publikací. Autor odvedl opravdu velké množství kvalitní práce. Předloženou práci dostatečně prokázal schopnost samostatné vědecké práce. Po zodpovězení dotazů a úspěšném obhájení práci doporučuji uznat jako disertační a autorovi udělit titul Ph.D.

Praha 5.9.2023

prof. RNDr. Zdeněk Doležal, Dr.