

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Vliv neutronového ozáření na charakteristiky výkonových PiN diod
Jméno autora:	Petr Smrkovský
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra mikroelektroniky
Oponent práce:	doc. Eduard Belas
Pracoviště oponenta práce:	Fyzikální ústav MFF UK

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Vložte komentář.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Vložte komentář.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Vložte komentář.	

Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Vložte komentář.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	B - velmi dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Vložte komentář.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	A - výborně
<i>Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.</i>	
Vložte komentář.	

Další komentáře a hodnocení
<i>Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.</i>
Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Posuzovaná diplomová práce byla vypracována na Katedře mikroelektroniky Elektrotechnické fakulty ČVUT. Cílem práce bylo porovnání vlivu neutronového záření na statické charakteristiky výkonových PIN diod realizovaných na bázi křemíku a karbidu křemíku (polytyp 4H-SiC). Formální a jazyková úroveň práce je dobrá. Pouze někdy není zřejmý důvod řazení jednotlivých kapitol a jejich vzájemné propojení. V teoretické části jsou popsány základní vlastnosti polovodiče karbidu křemíku (SiC), PIN diody, je zaveden termín radiačního poškození a vysvětleny typy radiačního poškození v křemíku a SiC. V kapitole 7. jsou popsány použité experimentální metody a jednotlivé měřicí aparatury. Výsledky měření jsou podrobně popsány v kapitole 8 a v závěru je zhodnocen potenciální přínos práce pro praxi.

Hlavním přínosem předložené diplomové práce je zjištění, že PIN diody SiC jsou z hlediska radiační odolnosti výhodnou náhradou křemíkových PIN diod v oblasti jaderného nebo kosmického průmyslu. Velmi zajímavým výsledkem je lineární závislost zkoumaných parametrů SiC na dávce neutronů.

K předložené práci mám několik formálních připomínek a dotazů.

- a) Postrádám detailnější popis měřených PIN diod. Není dostatečně specifikována struktura měřených Si i SiC diod. Není zřejmé, jakým postupem byly vyrobeny zkoumané diody. Jsou Si diody komerčně koupené (dodavatel) nebo byly vyrobeny na katedře? Čím byly dopovány jednotlivé vrstvy? Chybí schéma diody. Jaká byla koncentrace volných nosičů v i-vrstvě? V případě SiC diod, kdo je dodavatel substrátu SiC, co to je neimplantovaná anoda? Obrázek 14 je hodně schematický a ještě převzatý. Jaká je koncentrace, elektrická vodivost i-vrstvy? Jak byly diody okontaktovány pro měření v jednotlivých aparaturách?
- b) Experimentální metody nejsou podrobně popsány. Co je pulsní metoda I-V (čtyřbodová, dvoubodová..)? Chybí schéma zapojení aparatury. Je zvažována při analýze dat z C-V metody existence povrchové vrstvy?
- c) Při vyhodnocení koncentrace nosičů měřených metodou C-V postrádám aspoň jeden graf naměřených dat, kde by byl zřejmý rozptyl hodnot.
- d) Strana 4. Tabulka 1 Co znamená hodnota intrinzičké koncentrace v záporných řádech?
- e) Strana 51. Měření DLTS. Není uvedena ani jedna Arrheniova závislost. Jak byly vyhodnoceny energie jednotlivých hladin a záchytné průřezy?
- f) Strana 56. Není dostatečně vysvětleno, jak se získala doba života. Z fitu celého měření nebo lineární části? Z jaké části? Co mohlo způsobit kmitání signálu při měření Si diod, když v kratších odezvách od SiC diod není dominantní-obr. 63-64?
- g) Strana 61. Závěrný proud - neprojevuje se zde vliv zahřívání součástky (1000V, 10mikroA)? Je to výkon 10mW!
- h) Strana 62. U obrázku 55 není zřejmé, co jsou čísla v legendě.
- i) Strana 70, Tabulka 9. Není vysvětleno, co je které políčko.
- j) Nevhodný název obrázků 61-64. Změřené... co je W v obr. 61, v obr.64 chybí část popisu.

I přes všechny připomínky z mého hlediska předložená práce svými výsledky, rozsahem a způsobem zpracování vyhovuje požadavkům kladeným na diplomové práce. Diplomant prokázal při řešení uvedené problematiky dobré znalosti z fyziky pevných látek i schopnost aplikovat teoretické znalosti při experimentu. Proto v případě zdárného zodpovězení jednotlivých dotazů a vysvětlení připomínek doporučuji předloženou práci k obhajobě.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 3.6.2019

Podpis: