

Posudek doktorské disertační práce Ing. Pavla Škarvady, „Lokální optické a elektrické charakteristiky optoelektronických součástí“

posudek oponenta

Zaměření doktorské dizertační práce Ing. Pavla Škarvady je na metody sondové mikroskopie pro měření vlastností křemíkových struktur fotovoltaických článků. Téma je to bezesporu aktuální a to přesto, že fotovoltaika je v posledních letech veřejností vnímána ne zcela pozitivně. Důvody k tomu jsou ovšem výhradně politické, nikoli technické, nebo fyzikální. Fotovoltaické zdroje energie v každém případě představují užitečný zdroj elektrické energie, přinejmenším doplňkový, a rozhodně mají doslova a do písmene své místo na slunci. Stejně tak techniky mikroskopie s lokální sondou představují moderní obor, metoda mikroskopie atomárních sil umožnila zobrazovat objekty výrazně pod úrovní rozlišení omezeného vlnovou délkou světla a související techniky nabízejí řadu dalších informací o fyzikálních vlastnostech vzorků s prostorovým rozlišením blízkým nanometrové úrovni. Je zřejmé, že metodami sondové mikroskopie je naděje získat ještě řadu dalších zajímavých informací, jak ukazuje mimo jiné i tato práce.

Výzkumné úsilí, jehož je předkládaná práce součástí, je soustředěno na metodologii měření vlastností fotovoltaických křemíkových struktur. Význam spočívá především v tom, že poukazuje na to, jaké fyzikální vlastnosti, chování a typy defektů se v těchto strukturách projevují, jak je lze mikroskopem s lokální sondou detekovat a kvantifikovat. Pravděpodobně nejzajímavější je pak ta část stati, kde je poukázáno na chování některých druhů defektů v interakci s lokální sondou a je zde navržena interpretace těchto jevů.

Dizertační práce Ing. Pavla Škarvady je psána tradiční formou, těžiště tvoří kapitola popisující vlastní experimentální práci studenta, za níž následuje přiměřeně rozsáhlá interpretace výsledků v podobě popisů jednotlivých typů defektů a jejich chování. Vlastní experimenty byly provedeny na omezené sérii vzorků, kdy cílem zřetelně nebylo provést statisticky významný soubor měření a výsledků, nýbrž jím byla vlastní metodika měření a výzkum chování charakteristických defektů na typických vzorcích. Cíle práce byly stanoveny ve smyslu prověřit možnosti SNOM technik pro měření fotovoltaických článků a popsat typy defektů, které se na nich vyskytují včetně jejich charakteristik. Soupis dílčích cílů, který ve výčtu následuje, začíná návrhem a realizací měřicího pracoviště. Nemohu se tedy nepozastavit nad skutečností, že autor v textu uvádí, že „... konkrétní řešení provedení spadá do inženýrského stupně studia, a proto ... nebude systém ... detailně popisován“. Domnívám se, že v metodologicky zaměřené práci (což tato zřetelně je), by měl být popis experimentální sestavy jednou z hlavních částí textu. Alespoň v odborných publikacích v prestižních vědeckých časopisech tomu tak vždy je.

Po grafické stránce je práce dobrá, obrázky jasné a dobře zpracované, 3D vizualizace vypadají velmi působivě. Bohužel nelze, než vytknout nedostatečný popis obrázků, který byl patrně autorovi v době psaní textu zřejmý, ale čtenáři není. Často chybí popisy veličin a jednotek na osách, nebo alespoň údaj, že se jedná o relativní jednotky (a. u.). U diagramů

popisujících emisí se lze jen dohadovat, jedná-li se o intenzitu (v jakých jednotkách?), nebo počet fotonů, případně počet impulzů fotonásobiče. Např. u obrázku č. 12 je navíc ještě na zvážení, není-li na svislé ose třeba prahová hodnota napětí? Bylo by u záznamů získaných skenováním sondou, mimo rozměry také užitečné uvést, jaké je prostorové rozlišení kroku sondy. Je totožné s pixelem na obrázku? Po jazykové stránce je práce dobrá, je psána jasně a srozumitelně.

Doktorand Ing. Pavel Škarvada v předkládané práci prokázal, že zvládl metodiku vědecké práce, prostudoval četnou literaturu k tématu a přinesl ve své práci výsledky, které představují přínos ve svém oboru a to především v podobě popisu jevů souvisejících s defekty fotovoltaických prvků detekovaných technikami mikroskopie s lokální sondou a v podobě metodiky jejich měření a interpretace výsledků. Soubor publikací, jenž je součástí práce prokazuje, že autor zvládl prezentaci svých výsledků na mezinárodním fóru formou ve vědě obvyklou a to i v anglickém jazyce. Četné příspěvky v konferenčních sbornících svědčí také o tom, že prezentace na konferencích mu není cizí. V seznamu pak lze nalézt i časopisecké publikace, u nichž je doktorand prvním autorem.

Na základě výsledků prezentovaných v dizertační práci se domnívám, že doktorand Ing. Pavel Škarvada prokázal schopnosti a odborné kvality nutné k udělení titulu Ph.D. Dizertační práci doporučuji k obhajobě a taktéž doporučuji udělení titulu Ph.D.

Pro obhajobu dizertační práce Ing. Pavla Škarvady bych uvedl následující dotazy:

- V jaké formě by výsledky práce mohly být k užitku vývojářům, technologům, výrobcům, případně uživatelům fotovoltaických článků? Měřit metodami SNOM ve větším měřítku větší plochy fotovoltaických článků asi sotva lze, naleznou uplatnění např. při vývoji technologie?
- Jaký je vliv popisovaných a měřených defektů na vlastnosti fotovoltaických článků, mám na mysli ty vlastnosti, které jsou důležité z provozního hlediska, tj. účinnost, životnost, ap.?

V Brně, 24. února 2012

doc., Ing. Josef Lazar, Dr.
Ústav přístrojové techniky AVČR