

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	"Příprava organických a tištěných elektronických součástek"
Jméno autora:	Vojtěch POVOLNÝ
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra Mikroelektroniky
Oponent práce:	Ing. Josef Náhlík, CSc
Pracoviště oponenta práce:	Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav 126 - Inženýrství pevných látek

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	mimořádně náročné
<p><i>Cílem je teoretické i praktické zvládnutí moderní technologie inkoustového tisku při výrobě organických a elektronických součástek. Jde o problematiku relativně novou a velmi širokou s celou řadou dosud ne zcela obecně vyřešených aplikačních a materiálových problémů a o to je zadání náročnější. Podle mého názoru autor ve snaze o co nejkomplexnější řešení zadaného úkolu zadání v mnohém značně překročil. Autorovi je například ukládána charakterizace realizovaných struktur v obecné rovině. On ale navíc nastudoval i základní měřicí metody materiálových i strukturních parametrů a provedl řadu velmi důležitých měření. Detailní diskuse těchto výsledků by mohla být tématem samostatné práce a posloužit například k optimalizaci multivrstvých struktur na daném substrátu..</i></p>	

Splnění zadání	splněno
<p><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></p> <p>Srovnám-li zadání s obsahem předložené práce, konstatuji, že zadání bylo beze zbytku splněno a v mnohém značně překročeno (příkladem viz text předchozího odstavce).</p>	

Zvolený postup řešení	vynikající
<p><i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i></p> <p>Student postupoval standardně od teoretického zvládnutí problematiky s využitím literatury až po návrh, realizaci, měření a vyhodnocování vlastností realizovaných tištěných struktur.</p>	

Odborná úroveň	A - výborně
<p><i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i></p> <p>Student provedl seriózní a relativně ucelenou přehledovou rešerši dosavadní teorie a praxe při využití rozmanitých technik tisku k výrobě součástek pro elektrotechniku a senzorovou techniku a logicky se následně zaměřil především na inkoustový tisk. Velmi správně si uvědomil, že při samotném tisku hraje roli konstrukce a ovládání tiskárny, volba a specifická příprava inkoustu, proces sintrování vrstev, a v neposlední řadě také vlastnosti substrátu. Výklad je veden právě v kontextu se základními přednostmi a potenciálními možnostmi inkoustového tisku na zvolený substrát. Zvláštní pozornost pak věnuje technologii Inkjet s využitím materiálové tiskárny Dimatix DMP 2831, která je na pracovišti k dispozici. Navrhl a realizoval typické struktury (součástky). Správně popsal, které materiálové parametry ovlivňují výsledné vlastnosti součástek (odpory, kondenzátory a indukčnosti) a provedl i poměrně rozsáhlá měření parametrů nanesených materiálů a struktur. K charakterizaci odporových vrstev využívá metodu van der Pauw (VDP) realizovanou na geometricky symetrických vzorcích měřícím systémem řízeným počítačem. Při stručném popisu metody na str. 19-21 se sice dopouští nepřesností, ale z čelního panelu ovládacího programu řídicího počítače plyne, že byla realizována správně. Konstatuji, že metoda VDP byla použita, ale sama nebyla předmětem studia. Jen pro úplnost proto uveďme, že například na str. 19. (druhý odstavec zdola) se zaměňuje pojem „čtyř-vodičové měření odporů“ s „dvoubodovou metodou měření plošné rezistivity“ a pro vzdálenosti elektrod platí sice jistá pravidla (viz doporučení ASTM), ale vzdálenosti nemusí být stejné. Při použití zdroje konstantního proudu (str. 20⁹⁻¹⁰) mají odpory měřících vodičů u VDP metody zcela</p>	

zanedbatelný vliv na přesnost měření i u nízko-ohmových vzorků. Smísení pojmů mohlo vzniknout i studiem literatury. Zejména u současných prací čínských a jihokorejských autorů bývá často směřován pojem metody VDP s čtyř-vodičovým měřením malých odporů nebo dokonce se čtyřbodovou metodou měření rezistivity. Mimořádně přínosná mně připadá experimentální část předložené práce zejména výsledky měření na autorem navržených strukturách odporů. Zaujaly mne zejména výsledky měření na vrstvených strukturách. Např. na obr. 28, je patrné očekávané chování při vrstvení i solidní reprodukovatelnost po ploše (průběh na obr. 29 ze zprůměrovaných dat je vzorový). O to zajímavější by bylo nalézt příčinu anomálního chování na obr. 32 a 33 (sada I a II) když sada III na obr. 34 vykazuje průběh normální. I to může být námětem budoucích experimentů a výzkumu. Závěrem autor sofistikovaně shrnuje dosažené výsledky, srovnává je a na tomto základě navrhuje další možné cesty vedoucí k další optimalizaci tištěných struktur na různých substrátech. Jako celek představuje předložená práce veliký objem vykonané práce a má velmi solidní odbornou úroveň.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

B - velmi dobře

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Rešeršní část práce má velmi solidní formální úroveň po stránce typografické i jazykové. I použité vlastní příklady z angličtiny jsou solidní, i když se občas autor dostal do anglicko-českých terminologických problémů (viz např. str. 13, „Pravdivý slib ...“). Též četnost emotivně zabarvených formulací a slangových výrazů je malá. Část věnovaná teorii měření a část experimentální je mírně poznamenána extrémní šíří zpracovávané problematiky a velkým objemem vykonaných prací, které se autor snaží co nejstručněji popsat. Například na str. 20 a 21 se autor do výkladu měření rezistivity poněkud zamotává, dopouští se terminologických nepřesností a některé informace uvádí dvakrát za sebou (v zadání se to přitom po něm nepožadovalo). Konstatuji, že je třeba vyslovit spíše obdiv za globální zvládnutí závěrečné redakce textu při velkém objemu vykonané práce s takto tematicky širokým záběrem. V bakalářské práci, která bývá prvním souborným dílem autora, je to spíše výjimečné

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

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.

Bylo použito 41 relevantních a řádně citovaných odkazů na publikace převážně zahraničních autorů. Při popisu vlastní práce používá autor osobní vazbu a je tedy zřejmé, co je jeho dílo a co je převzato.

Další komentáře a hodnocení

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.

Nemám další komentáře.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Předložená práce reprezentuje souborné velmi seriózně zpracované a nesmírně užitečné dílo s velkou šíří zpracovávané problematiky a velkým objemem seriózních experimentálních prací a naměřených dat. Má velmi solidní odbornou úroveň a dokumentuje nesporné tvůrčí schopnosti předkladatele. Práci doporučuji k obhajobě a vznáším následující téma k možné diskusi

- a) Čím si autor vysvětluje nelogické průběhy postupně vrstvených odporů (obr. 32 - sada I a obr. 33 - sada II), když sada III na obr. 34 má průběh vcelku očekávaný - nečekám jednoznačnou odpověď, spíše krátkou úvahu.

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

Datum: **21.1.2017**

Podpis: