

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Porovnání metod pro vytváření tištěných vodivých vrstev
Jméno autora:	Jakub Dobiáš
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra Elektrotechnologie
Oponent práce:	Ing. Lukáš Vaněk
Pracoviště oponenta práce:	Rittal s.r.o.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	průměrně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání práce je rozděleno do 4 bodů, z nichž 2 jsou teoretické a 2 jsou praktické, k jejich splnění byla vyžadována jak schopnost rešerše odborné literatury, tak praktická realizace vzorků a vlastní měření jejich vlastností.	

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>	
Zadání práce bylo splněno, práce pokrývá všechny zadané body. Do budoucna doporučuji neuvádět již v abstraktu zjištěné poznatky a trochu předčasné závěry. Abstrakt má sloužit spíše k celkovému shrnutí samotného cíle a záměru práce, pro hodnocení zjištěných údajů je určen primárně závěr práce.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Předložená práce splňuje všechny body zadání. Zejména teoretickou část práce (kapitoly 2, 3 a 4) by bylo vhodné doplnit několika ilustračními fotografiemi pro názornější vysvětlení popisované problematiky.	

Odborná úroveň	B - velmi dobře
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Odbornou úroveň práce považuji za velmi dobrou, některé detaily by však bylo možné vylepšit a věnovat jim větší pozornost a rozbor. V kapitole 3 (Pasty tlustovrstvých technologií) postrádám alespoň základní zmínku o anorganických typech past, které mají stále uplatnění právě v oblasti výroby vodivých spojů. Nelze souhlasit s formulací, že u pasty dojde vlivem jejího vytvrzení ke „svažení s plošnými spojeními“, zde nelze mluvit o ničem jiném než o slinutí s povrchem podkladové destičky. U zařízení Voltera by rovněž bylo vhodnější nazývat vyhřívanou plochu např. vyhřívaným ložem než píčkou. V kapitole 4, která se věnuje teoretickému popisu metody sítotisku, postrádám podrobnější zmínku o vlivu sklonu těrky na výslednou kvalitu tištěného obrazce, správný úhel sklonu je přitom zásadní. Na str. 16 v kapitole 4.1 je popisována výroba sítotiskové šablony, v popisu ale došlo k zásadní záměně, emulze lze vymýt z míst, která nebyla osvětlena, tedy v obrazci motivu, všude jinde dojde k vytvrzení emulze. U popisu zařízení Voltera by bylo vhodné se rovněž věnovat vlivu rychlosti posuvu nanášecí hlavy na výslednou kvalitu naneseného motivu. Je to totiž poměrně zásadní parametr, který spolu s rychlostí průtoku vytlačované pasty, jenž se blíže nespecifikuje, významně ovlivňuje kvalitu výsledného motivu. V kapitole 5.2 autor několikrát zmiňuje pojem „deska“, přičemž tím myslí zřejmě samotnou podložku, na kterou se nanáší motiv. Bylo by vhodné specifikovat materiál, ze kterého je podložka zhotovena a rovněž diskutovat vliv typu tohoto materiálu na výslednou kvalitu tisku. Oceňuji poměrně podrobnou analýzu naměřených hodnot, doplněnou o názorné grafické závislosti naměřených hodnot. V kapitole 8.2, kde se autor věnuje výškovému profilu vytvořených vrstev, není z předložených grafů zcela zřejmé, proč výškový profil motivu č. 1 o udané šíři $w=0,5$ mm, je na obr. 19 podle osy x grafu široký 1 mm. Počáteční nulovou hodnotu výšky povrchu (červená přímka) bych také očekával na přesné nule, nikoliv v záporných hodnotách, to mě vede k domněnce, že měřicí sonda nemusela být správně zkalibrována na počátku měření výškového profilu a došlo tak k posunu hodnot na ose y. Naštěstí tato skutečnost nemá zásadní vliv na změřené hodnoty.</p>	

Oceňuji diskuzi kvality zhotovených vzorků, zjištěnou pomocí optického mikroskopu. Bylo by však vhodné doplnit alespoň základní parametry použitého mikroskopu, např. použité zvětšení.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

B - velmi dobře

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

Formální a jazyková úroveň práce je vcelku dobrá, některé formulace zní zbytečně komplikovaně nebo nepřesně, např. na str. 11 v prvním odstavci, 3. věta „Význam této technologie stoupá díky umožnění dosáhnouti vyšší přesnosti...“, práce obsahuje několik překlepů a záměn slov (např. vystavěna místo vystavena) a jednu chybu shody přísudku s podmětem. Některé formulace působí naopak až příliš zjednodušeným a neodborným dojmem, např. na str. 14, druhý odstavec, první řádek, „Složka technologická je zpravidla olej, jež umožňuje vytvoření matlavé pasty, která...“, lepší formulace by byla např. „Technologická složka pasty ovlivňuje zejména její viskozitu a adhezi, jež jsou důležitými parametry...“, na str. 22 ve druhém odstavci je použito formulace „Úpadek pasty“, to je velmi zavádějící a ne zcela srozumitelný výraz. Celkově lze ale konstatovat, že vyjadřování studenta odpovídá rozsahu a typu práce.

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, 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.

Zmíněné zdroje dobře pokrývají informační potřeby práce, převážná část zdrojů je elektronických, tedy online formou, tomu nelze nic vytknout. Bylo by ale vhodnější jejich seznam označit spíše jako Seznam použitých zdrojů a literatury než „Reference“, použití zdrojů celkově odpovídá citační etice.

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.

Student prakticky ověřil platnost teoretických předpokladů, které byly shrnuty v teoretických částech této práce. Domnívám se, že pro dokreslení přesnosti celého měření by bylo vhodné se do budoucna zabývat rovněž vyhodnocením výsledků z pohledu přesnosti měření a přesnosti použitých přístrojů, pro základní náhled na problematiku to není nezbytně nutné, přesto pro rozsáhlejší měření, které může být nezbytné v nějaké další navazující práci, by bylo vhodné se zaměřit i na statistické vyhodnocení přesnosti naměřených hodnot a jejich ovlivnění použitými měřicími přístroji.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Autor prokázal v této bakalářské práci schopnost rešerše odborné literatury a orientaci v problematice technologie tlustých vrstev. Vytvořil a sestavil ucelený a dobře čitelný text s názorným výkladem řešeného problému a smysluplným shrnutím získaných výsledků praktické části. Naměřené hodnoty korespondují s teoretickými předpoklady. Uvedené připomínky k textu zásadním způsobem kvalitu práce nesnižují a jsou často formálního charakteru bez zásadních odborných chyb a mylných tvrzení. Z pohledu zvoleného tématu by bylo určitě zajímavé pokračovat v dalším rozvoji získaných poznatků v nějaké formě navazující práce (např. diplomové) a pokusit se zaměřit ještě více na praktickou stránku věci, při zhotovení rozsáhlejší sady vzorků a ověření více klíčových parametrů (např. proudová zatížitelnost jednotlivých vrstev).

Během obhajoby práce prosím o vysvětlení grafů výškového profilu na str. 34 a výše uvedených nejasností, které se týkají udávané šíře vodivé dráhy a skutečně zobrazené šíře profilu vrstvy v obr. 19.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**.

Datum: 27.1.2024

Podpis: