

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Studie elektrochemické migrace na povrchu desek plošných spojů
Jméno autora:	Bc. Markéta Klimtová
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra elektrotechnologie
Oponent práce:	Ing. Vít Zahradník
Pracoviště oponenta práce:	Elektroline a.s.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání obsahovalo teoretickou rešerši povrchové montáže a zaměření se na elektrochemickou migraci. Dále bylo zadáno provést experimenty ověřování vlivu nepájivé masky a designu DPS na elektrochemickou migraci a následně jeho vyhodnocení a uvedení závěrů do praxe. Zejména experiment a jeho vyhodnocení považuji za náročnější část zadání především časového charakteru.	

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>	
Teoretická i experimentální část je splněna bez výhrad.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Metody řešení byly zvoleny správně. Použití dvou metod měření a vyhodnocení speciálními mikroskopy považuji za správný postup.	

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>	
Odborná úroveň práce je přiměřená dosaženému vzdělání, v teoretické části mi chybí popis procesu pájení či kapitola o tavidlech, což vzhledem k experimentům s nanosenou pájecí pastou a vlivu tavidla na tvorbu elektrochemické migrace považuji za lehký nedostatek.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	C - dobře
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Po jazykové stránce je práce hůře čitelná, často se v textu objevují složitější věty s větším počtem informací a leč odborný čtenář často ztrácí přehled. Mimo to jsou v textu použity i věty v „lch“ formě, která by se v odborném textu neměla vyskytovat. Formální stránka práce je na dostatečné úrovni, číslování kapitol je lehce nelogické, hlavní kapitoly (Úvod, Teoretická a Experimentální část a Závěr) nejsou očíslované vůbec a celou práci nás provází kapitoly 1.1 – 1.8. Nepříliš dobrým dojmem působí časté používání spojení „Co se týče..., tak tam...“.	

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>	

43 použitých zdrojů považuji za více než dostatečné. Autorka čerpala zejména ze zdrojů internetu, ale oceňuji i využití tištěných publikací a článků. Zdroje jsou správně citovány.

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.

Velmi oceňuji rozšíření práce o výsledky z měření na DPS s nekvalitně vytvořenou nepájivou maskou. Pro měření a zaznamenávání výsledků byl vytvořen program pomocí LabView, pro vyhodnocení byly použity laserový konfokální mikroskop VK-X1000 a skenovací elektronový mikroskop Phenom ProX. Velmi oceňuji autorčinu zručnost a technické schopnosti.

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.

Práce se zabývá elektrochemickou migrací na povrchu DPS. Zadání hodnotím jako náročnější zejména z důvodu časové náročnosti.

Z formálního hlediska je práce na dostatečné úrovni, avšak dle výše uvedených poznámek práce působí lehce chaoticky. V teoretické části jsou relativně široce objasněny příčiny, vlivy a dosavadní vědecké poznatky ohledně elektrochemické migrace, avšak v práci chybí objasnění procesu pájení, popis tavidel a například objasnění tvorby intermetalických vrstev. Přesto je patrné, že se autorka v problematice orientuje a práce dosahuje solidní odborné úrovně.

V experimentální části je popsán návrh a typy desek, testovací program v LabView a samotné experimenty a jejich vyhodnocení. Obě z použitých metod i vyhodnocení SEM a EDX analýz jsou přiměřeně popsány. Výsledky práce jsou popsány s příloženými grafy z měření. Autorka zde porovnává vliv použitého typu masky, designu nepájivé masky a zda byla či nebyla použita pájecí pasta s tavidlem. Z diskuse nad výsledky a závěru práce je patrné, že problematika dendritů je stále málo prozkoumaná oblast vyžadující další vědecké bádání, čemuž se autorka chce dále věnovat.

Práci doporučuji k obhajobě s následujícími dotazy:

Dotazy:

- 1) Kapka roztoku u WD testu pokrývala vždy alespoň 2 sousední hřebínky s opačnou polaritou. Mohl být výsledek testu (migrace) ovlivněn jiným počtem kapkou pokrytých hřebínků? Např.:
 - a. Tři sousední hřebínky, přičemž kapka pokrývá jednu katodu a dvě anody,
 - b. Tři sousední hřebínky, přičemž pokrývá jednu anodu a dvě katody,
 - c. Čtyři sousední hřebínky, dvě anody a dvě katody.
- 2) Jak lze vysvětlit skutečnost, že vzorek bez masky s nanesenou pájecí pastou byl ve WD testu vyhodnocen jako nejhodnější varianta, a naopak u THB testu byl vzorek vyhodnocen jako nejméně odolný migraci?

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

Datum: 30.5.2022

Podpis: