

## Posudek bakalářské práce

### Studie růstu dendritů na deskách plošných spojů

Autor: Jan Kulhavý

Vedoucí práce : doc. Ing. Karel Dušek Ph.D.

Posuzovaná práce si klade za cíl seznámení autora s chybami, které se mohou vyskytnout na DPS s pozorností věnovanou dendritům. Ukládá autorovi připravit vzorky s různými povrchovými úpravami pájecích plošek, pokusit se na vzorcích docílit růstu dendritů a vyhodnotit výsledky experimentu.

Bakalářská práce je dělena na část rešeršní a praktickou. Rešeršní část je věnovaná pájení. Zejména se zde zabývá základními vlastnostmi pájených spojů, jejich kvalitou, technologiemi pájení, typy povrchových úprav, tavidly, nepájivými maskami a ve zvláštní kapitole pak elektromigraci a dendritům. Kapitoly na sebe logicky a přehledně navazují a tvoří tak vhodný teoretický podklad pro navazující praktickou část. Zároveň se teoretická část neomezuje pouze na požadavky zadání, ale překrývá podstatně větší rozsah probírané problematiky.

V praktické části se student věnoval postupně všem třem zadaným úkolům. Nejprve navrhnul DPS a ty pak nechal vyhotovit v 4 různých provedeních podle použití povrchových úprav, 2 různých provedení podle toho, zda aplikoval nepájivou masku. Na ty nanesl identický typ pájecí pasty a přetavil je v tavné peci podle výrobcem doporučeného teplotního profilu. Z poloviny z nich pak odstranil zbytky tavidel a na polovině je ponechal. 16 různých typů desek pak podrobil různým metodám, jak na nich docílit vlhkosti potřebné k podpoře růstu dendritů. Je potřeba ocenit nejen vysokou rozmanitost desek, která prakticky pokrývá kompletní škálu aktuálních trendů na trhu, ale zároveň i schopnost improvizovat tak, aby bylo možné pokus realizovat.

V práci je třeba vyzdvihnout i používání obrazové dokumentace, která má cit po účelnost a obrazově velmi dobrou kvalitu. Výsledky měření jsou dobře komentovány, nicméně pro vyšší přehlednost bych pro budoucí práce rozhodně volil lépe vizualizovanou práci s daty. Jako minimum bych považoval použití tabulek, např. seřazení typů vzorků podle četnosti dendritů. Názornost experimentu by také mohlo být obohaceno grafickým znázorněním, děleným např. podle jednotlivých faktorů, podle kterých autor posuzoval vlivy na elektrochemickou migraci.

Jazyková i technická úroveň předložené práce je na velmi vysoké úrovni. Autor bohatě splnil očekávání práce, která nesporně přinesla pozitivní výsledky.

K bakalářské práci nemám žádné další připomínky, pouze několik dotazů:

1. Pro konečné hodnocení byla vybrána jen čtvrtina vzorků. Co se stalo se zbylými vzorky, které nebyly použity pro analýzu?
2. V závěru již není diskutován faktor tvaru elektrod. Proč je tento vliv v konečném shrnutí vynechán?

S přihlédnutím k bakalářské práci jako celku, splnění cílů zadání i hloubce znalostí autora, který prokázal svou schopnost kvalitní a účelné práce, doporučuji práci k obhajobě a hodnotím ji klasifikačním stupněm:

**B – Velmi dobře**

Slaný 4.6.2017

Ing. Michal Urbánek