

Oponentní posudek diplomové práce Jana Hintermüllera

Studium růstu whiskeru z pájených spojů

Diplomová práce Jana Hintermüllera se skládá ze dvou částí – z části teoretické a části praktické.

V teoretické části autor zpracoval rešerši týkající se problematiky ohledně pájení, ve které se zabýval následujícími tématy. Nejprve vysvětlil základní pojmy související s pájením (difúze, smáčivost, intermetalická vrstva atd.). Poté se zaměřil na nejčastější druhy pájecích slitin. Nezapomněl zmínit ani povrchové úpravy desek plošných spojů a druhy tavidel. V další kapitole se zabýval metodami pájení a technologií montáže součástek na desky plošných spojů. Následující kapitola byla věnovaná problematice spolehlivosti pájeného spoje. V této kapitole autor popisuje druhy namáhání pájeného spoje a věnuje se i chybám v pájených spojkách.

Samostatnou kapitolu autor věnoval problematice whiskerů vyrůstajících na povrchu pájených spojů, které jsou hlavním tématem jeho diplomové práce.

Výše zmíněné poznatky popsane v teoretické části práce autor následně využil při realizaci její praktické části.

V experimentální části práce autor popisuje přípravu vzorků, na kterých zkoumal růst whiskerů. Jako výchozí materiál vzorku pro experimenty byl použit drát o průměru 2 mm, který bych nastříhán na kusy dlouhé cca 5 cm. Část vzorků autor ohnul před pájením, resp. před ponořením do lázně s roztavenou pájkou a část vzorků ohnul až po pájení. V experimentu byly použity 3 druhy bezolovnatých pájek (Sn, SnCu1 a SnCu3). Takto vytvořené vzorky autor podrobil tepelnému stárnutí. K tomu mu posloužila klimatická komora od německého výrobce MEMMERT. Teploty pro stárnutí v klimatické komoře byly zvoleny 50 °C a 80 °C. Jako třetí teplota byla zvolena teplota pokojová, pohybující se v rozmezí 22 až 25 °C. Doba tepelného stárnutí byla stanovena 36 dní, což odpovídá 864 hodinám.

Výsledky experimentální části práce, tj. analýzu whiskerů na povrchu pájených spojů, autor vyhodnotil s využitím konfokálního mikroskopu Keyence VK-X1000, který je ovládán pomocí speciálního softwaru přes počítač. Pro lepší nasvícení zkoumaných vzorků byl využit světelný zdroj Olympus KL1500 LCD.

K diplomové práci mám následující dotazy:

- Má povrchová úprava DPS vliv na růst whiskerů na povrchu pájeného spoje?
- Čím lze omezit tvorbu whiskerů na povrchu pájeného spoje?
- Jakým způsobem byly stanoveny parametry experimentu (teploty, doba stárnutí atd.)?
- Jak si vysvětlujete, že právě teplota 50 °C se ukázala jako ta, při které došlo k největšímu nárůstu počtu whiskerů na povrchu pájeného spoje?

Práce reprezentuje značný objem experimentální činnosti i teoretického studia.

Jazyková úroveň práce je na velmi dobré úrovni, oceňuji, že autor zpracoval text teoretické části práce vlastními slovy.

Grafická úroveň diplomové práce je rovněž na velmi dobré úrovni, autor vhodně doplnil praktickou část práce fotografiemi použitých přístrojů a obrázky z mikroskopu.

Je škoda, že vzhledem k situaci nemohla být diplomová práce rozšířena o větší portfolio použitých pájek např. s obsahem ušlechtilých kovů (zlato a stříbro).

Autor pracoval s odbornou literaturou nejen v knižní podobě, ať již české nebo zahraniční, ale ve značné míře dokázal využít i internet.

Zadání je splněno v plném rozsahu.

Vzhledem k uvedeným skutečnostem práci doporučuji k obhajobě a hodnotím ji známkou

A (v ý b o r n ě).

Ing. Josef Jeř