



Posudek vedoucího diplomové práce

Diplomová práce:

Disipace skupenského tepla na desce plošného spoje při pájení přetavením.

Autor: Bc. Dominika Dusíková

Vedoucí práce: Mgr. Jan Zemen, Ph.D.

Hodnocení (1 – 5)
(1 = nejlepší; 5 = nejhorší):

1. Splnění požadavků zadání:	<input type="text" value="1"/>
2. Samostatnost a iniciativa při řešení práce:	<input type="text" value="1"/>
3. Systematicčnost při řešení dílčích úkolů:	<input type="text" value="1"/>
4. Schopnost aplikovat znalosti a využít literaturu při řešení:	<input type="text" value="1"/>
5. Spolupráce a konzultace s vedoucím práce:	<input type="text" value="1"/>
6. Formální a jazyková úroveň práce:	<input type="text" value="2"/>
7. Přehlednost a členění práce:	<input type="text" value="1"/>
8. Odborná úroveň práce:	<input type="text" value="1"/>
9. Závěry práce a jejich formulace:	<input type="text" value="1"/>
10. Celkové hodnocení práce známkou (A, B, C, D, E, F):	<input type="text" value="A"/>
slovně:	Výborně

Stručné souhrnné zhodnocení práce (povinné):

Studentka splnila zadání. Seznámila se s různými technologiemi pájení včetně pájení přetavením, přehledně shrnula způsoby šíření tepla a prohloubila své teoretické i praktické znalosti metody konečných prvků. Práce obsahuje velké množství původních dat získaných numerickými simulacemi pomocí Comsol Multiphysics. Studentka modelovala desku plošných spojů s pájkou na sousedících pájecích ploškách dle experimentálních dat dostupných na Katedře elektrotechnologie. Zaměřila se na uvolňování latentního tepla při tuhnutí pájky po výjezdu vzorku z pece, konkrétně na jev rekalescence na pozadí monotónního poklesu teploty.

Práce jasně ukazuje na tepelné vazby mezi sousedními pájecími ploškami ve shodě s měřením, což bylo jedním z cílů. Přestup latentního tepla z tuhnoucí pájky jednoho spoje na sousední spoj může mít negativní vliv na celkovou kvalitu spojů v BGA. Studentka odhadla elastické síly působící na jednotlivé spoje v BGA na základě svých výpočtu tepelného pole a známého koeficientu tepelné roztažnosti pájecí slitiny, dle zadání.



Model je limitován řadou aproximací. Například součinitel přestupu tepla na volném povrchu vzorku je získán fitováním na měřenou závislost teploty na čase během celého intervalu vychládání. Považuji to za rozumný přístup vzhledem k obtížnosti určení přesné hodnoty tohoto koeficientu a zaměření práce na rekalescenci (odchylka od monotónního poklesu teploty). Ostatní parametry jako tepelná kapacita a vodivost jsou převzaty z citované literatury.

Vyzdvihnout bych chtěl zahrnutí vlivu termočlánků použitých k lokálnímu měření teploty na každé pájecí plošce. Toto rozšíření modelu významně přispělo ke shodě simulovaných a měřených dat a je užitečným upozorněním pro naše budoucí experimenty: samotný teploměr může citelně ovlivnit výsledek, pokud je množství pájky na plošce malé.

Práce je po odborné i formální a jazykové stránce na dobré úrovni. Studentka aktivně spolupracovala a prokázala schopnost samostatné vědecké práce.

Závěrem bych poprosil o doplnění informací o hledání numerické konvergence. Kapitola na toto téma je velmi stručná. Jaké další hustoty meshe (počty prostorových elementů) byly testovány? Dala by se zkrátit doba běhu simulace při použití delšího časového kroku?

Datum: 15.6.2022

Podpis:

Poznámky:

- 1) Celkové hodnocení práce nemusí být dáno průměrem dílčích hodnocení.
- 2) Pro celkové hodnocení (bod 10) použijte v souladu se Studijním a zkušebním řádem pro studenty ČVUT v Praze tuto stupnici:

výborně	velmi dobře	dobře	uspokojivě	dostatečně	nedostatečně
A	B	C	D	E	F