

Hodnotenie dizertačnej práce

Posudok oponenta

Názov práce: Mechanické vlastnosti mikroelektronických systémů
Autor práce: Ing. Boleslav Psota
Odbor: Mikroelektronika a technologie
Oponentka: Prof. Ing. Alena Pietriková, CSc., Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach

1. Súlad s odborom dizertácie a aktuálnosť problematiky dizertačnej práce

Zvyšovanie presnosti počítačových analýz zameraných na určenie vplyvu vibrácií na dosky plošných spojov a ich komponenty patrí k novým úlohám technológov. Doktorand netradičným spôsobom rozšíril možnosti aplikácie počítačových simulácií pre analýzu mechanických vlastností mikroelektronických systémov a to najmä z pohľadu ich spoľahlivosti. Zvolená téma dizertačnej práce je z tohto pohľadu v oblasti odboru Mikroelektronika a technológií zaujímavá a aktuálna. Doktorand svojou prácou prispieva k rozvoju teórie optimalizácie spoľahlivosti modelov dosiek plošných pri mechanickom testovaní.

2. Prínos a originalita

Štúdium zvyšovania presnosti počítačových analýz zameraných na určenie vplyvu vibrácií na dosky plošných spojov patrí v dnešnej dobe elektronických výrobkov, ktoré doktorand vhodným spôsobom teoreticky zdôvodnil, k oblastiam, ktoré sú spojené so spoľahlivosťou. Originalita práce spočíva vo využití moderných softvérových simulačných nástrojov k overeniu mechanických vlastností a v ich konfrontácii s výsledkami experimentálnych meraní. Pri testoch bola zisťovaná rezonančná frekvencia dosiek plošných spojov a následne potom maximálna výchylka. Optimalizácia konkrétneho systému z pohľadu rezonancie umožní stanoviť najlepšie možnosti návrhu z pohľadu použitých materiálov ako aj dispozičného usporiadania. Práve použitie počítačových simulácií umožní ušetriť výrobné náklady ale tiež overiť možnosti, ktoré by bežnými experimentálnymi metódami bolo možné len veľmi ťažko realizovať.

Za najväčší prínos dizertačnej práce považujem spôsob akým doktorand optimalizoval virtuálny model pri riešení problémov mechanických vibrácií pomocou počítačových simulácií, čím poukázal na možnosť ušetriť veľké množstvo času. Doktorand preukázal schopnosť previesť takmer všetky okolité podmienky, ktoré ovplyvňujú chovanie sa zostavy do jadra programu a následne využil všetky hardvérové možnosti pre zostavenie simulačného modelu. Model umožňuje overiť správnosť rozloženia resp. rozmiestnenia súčiastok na doske plošného spoja. Model je možné aplikovať pre holé, osadené ako aj na viacvrstvové dosky plošných spojov, pričom viacvrstvomá štruktúra je nahradená celistvou vrstvou s upravenými vlastnosťami. Takto interpretované poznatky neboli doposiaľ nikde publikované.

3. Publikačná činnosť a súvislosť publikácií s jadrom dizertácie

Doktorand použil pri písaní práce celkom 36 literárnych zdrojov, z toho 9 vlastných publikácií. Kapitola 3 tvorí rozbor súčasného stavu oblasti dizertácie. Túto časť práce považujem za prehľadne spracovanú avšak veľmi stručnú. Pre analýzu súčasného stavu oblasti dizertácie použil v tejto kapitole doktorand celkom 8 relevantných prameňov a citácií.

Za dizertabilné jadro práce považujem kapitolu 6. V tejto kapitole doktorand vytvoril fungujúci výpočtový model 2 elektronických zostáv : jednovrstvovej dosky a viacvrstvovej dosky plošných spojov. Doktorand definoval metodológiu testovania elektronických zostáv pri zaťažení vibráciami, na základe čoho určil postup, ako by mal byť vytvorený výpočtový model a následne nastavená počítačová simulácia. Navrhovanú metodológiu vhodne overil praktickými experimentami. Dosiahnuté výsledky uvedené v dizertačnej práci boli publikované v dostatočnom počte vedeckých časopisov ako aj na medzinárodných databázových (WOS alebo SCOPUS) konferenciách. Publikačná činnosť svedčí o dostatočnej vedeckej erudícii doktoranda.

4. Vedecká erudícia

Doktorand realizoval značný objem simulácií ako aj experimentálnych prác a na základe získaných výsledkov stanovil optimálnu metódu testovania elektronických ozaťažených vibráciami. Pre tvorbu výpočtových modelov slúžiacich pre definíciu optimálneho návrhu dosky plošných spojov z hľadiska vibrácií je potrebné zvládnuť veľké množstvo poznatkov ohľadom parametrov, ktoré ovplyvňujú rezonanciu elektronických systémov. Doktorand preukáže svoju vedeckú erudíciu počas obhajoby odpovedaním na nasledovné otázky:

- S ktorými parametrami je nevyhnutné počítať v prípade použitia piezoelektrického akcelerometra okrem hmotnosti vzoriek tak, aby nedošlo k skresleniu nameraných výsledkov?
- Aký je rozdiel v presnosti merania pri meraní bez uchytenia kable a pri správnom uchytení kable. Charakterizujte, ako ovplyvní správne uchytenie kable chybu merania?
- Ako ovplyvní citlivosť merania tlmenie? Je výhodnejšie tlmenie simulovať alebo merať a prečo?
- V tabuľke 29 uvádzate vlastnosti materiálu MCl, medzi nimi aj Youngov modul pružnosti. Ide len o vlastnosti samotnej dosky plošného spoja? Nie je potrebné pre simulácie zahrnúť aj údaje o spojoch vývodov súčiastok? Pri vibráciách sú vývody súčiastok namáhané najviac. Došlo pri vibráciách k poruche vzorky? Pri akej frekvencii? Má vplyv na odolnosť voči vibráciám aj Youngov modul pružnosti samotnej spájky, aplikovanej pre vytvorenie spoja?
- S akými zrýchleniami ste pri experimentoch pracovali a prečo? Aké hodnoty zrýchlenia možno očakávať v bežnej praxi.
- Je možné výsledky Vašej práce, resp. Vami navrhnutú metodológiu testovania elektronických sústav vibráciami ďalej rozvíjať a interpretovať pre prax? V čom vidíte praktický význam využitia navrhovaného výpočtového modelu, aké sú perspektívy ďalšieho výskumu v tejto oblasti?

Od samého začiatku čítania práce som nadobudla presvedčenie, že doktorand je vedecky erudovaný najmä v oblasti počítačových simulácií, čo vhodným spôsobom interpretoval pri riešení samotného zadania dizertačnej práce.

Konštatujem, že práca je na výbornej grafickej úrovni.

5. Osobnosť uchádzača

Celkový počet bodov najmä za časť vedecko-výskumná činnosť prekročil požadovaný minimálny počet bodov.

6. Záver

Dizertačná práca splnila stanovené ciele, doktorand preukázal schopnosť práce s literatúrou, dostatočnú teoretickú erudíciu i experimentálnu zručnosť. Výsledky, ktoré získal, bol schopný popísať matematickými modelmi a rozšíriť do oblasti praktického používania.

Dizertačná práca odpovedá podľa môjho názoru všeobecne uznávaným požiadavkám k udeleniu akademického titulu „philosophiae doctor - PhD“ vo vednom odbore „Mikroelektronika a technológia“. Akademický titul navrhujem udeliť po úspešnej obhajobe.

V Košiciach: 27.11.2015

prof. Ing. Alena Pietriková, CSc., v.r.