

Oponentský posudek disertační práce

Název: Mechanické vlastnosti mikroelektronických systémů

Autor disertační práce: Ing. Boleslav Psota

Obor doktorského studia: Mikroelektronika a technologie

Vysoká škola: VUT v Brně

Při posuzování disertační práce jsem vycházel ze skutečností uvedených v předložené disertační práci, aktuálnosti tématu, způsobu a metod řešení, dosažených výsledků, způsobu zpracování práce a dalších mně známých skutečností.

a) Význam disertační práce pro obor a aktuálnost zvoleného tématu

Předložená disertační práce se zabývá aktuálním tématem modelování mechanických vlastností mikroelektronických systémů, na které působí vibrace. Vzhledem ke stále se zkracujícímu se životnímu cyklu elektronických zařízení není dnes tak velká pozornost věnována časově náročnému testování spolehlivosti hotových výrobků, ale spíše se výrobci zaměřují na modelování a simulace již při návrhu zařízení.

Práce svým obsahem tak přispívá k rozšíření poznání uvedené problematiky a svým obsahem a zaměřením spadá do oblasti, kterou sleduje studijní obor „Mikroelektronika a technologie“.

b) Zvolené postupy řešení problému, použité metody zpracování

Předložená práce se věnuje problematice vlivu vibrací na spolehlivost elektronických sestav sestávajících se z desek plošných spojů a elektronických součástek. Pro její řešení disertant využívá výpočtů, modelování a simulací různých variant desek plošných spojů a následně modely ověřuje a kalibruje prostřednictvím měření reálných vzorků.

Disertační práce je napsaná na 97 stranách a je rozdělena do devíti kapitol včetně závěru. Hlavním cílem práce stanoveným disertantem je popsat chování elektronických desek zatížených vibracemi při použití simulačních nástrojů a následně optimalizovat finální návrh.

V kapitole 2 Mechanické vlastnosti mikroelektronických systémů je na 11 stranách zpracován přehled a vysvětlení základních mechanických vlastností a úvod do teorie vibrací.

Kapitola 3 na dvou stranách přináší rozbor současného stavu dané problematiky.

Kapitola 4 představuje cíle disertační práce. Pátá kapitola popisuje použitou metodu konečných prvků, použitý program ANSYS a způsob ověření výsledků. Jádrem práce je šestá kapitola Výpočetní modely elektronických sestav. Sedmá kapitola představuje navrženou metodologii testování desek plošných spojů. Její ověření je prezentováno v osmé kapitole na testovacím vzorku pro stanovení spolehlivosti projektu „Substrát na substrát - Board on Board“. Poslední kapitola je závěr.

Práce je doprovázena 36 odkazy na použitou literaturu, seznamem obrázků, seznamem tabulek, seznamem použitých zkratk a symbolů a stručným životopisem autora.

c) Splnění sledovaných cílů disertační práce

Cíle disertační práce jsou stanoveny na straně 25. Hlavním cílem práce bylo disertantem stanoveno „popsat chování elektronických desek zatížených vibracemi při použití simulačních nástrojů a následně optimalizovat finální návrh, a to pro řešení systému dvou DPS“. Vedlejšími cíli je citlivostní analýza kritických vstupních dat analýzy; kalibrace mezi výpočetním modelem

a reálnou strukturou a metodologie pro vytváření počítačových modelů při řešení návrhu a optimalizaci problému vibrací na holých i osazených DPS. Vytýčené cíle byly splněny a jsou předmětem kapitol 6, 7 a 8.

d) Výsledky disertační práce a nové poznatky

Podle stanovených cílů práce shromáždila nové poznatky v oblasti simulace chování elektronických desek zatížených působení vibrací. Za přínosné lze považovat citlivostní analýzu kritických vstupních dat. Řada výsledků byla pravděpodobně velmi přínosná pro řešení projektu „Substrát na substrát - Board on Board“. Práce je přínosná zejména z hlediska dalšího výzkumu. Za přínosy k dalšímu rozvoji oboru lze v práci považovat výpočetní modely jak jednovrstvých desek, tak i vícevrstvých desek, které byly dále použity pro systém dvou desek plošných spojů propojených technologií "Substrát na substrát". Poznatky lze použít pro další modelování.

e) Vyjádření k publikacím disertanta

V příloženém přehledu publikační činnosti disertanta je uvedeno 29 publikací a výsledků vědeckovýzkumné práce. Autorský podíl na jednotlivých publikacích je od 5 do 80%. Jádro disertační práce bylo dostatečně publikováno, a to zejména ve třech publikacích „Influence of the PCB Attachment on the Mechanical Properties in Modal Analysis“, „The Vibration Testing as Tool for Optimising of Two PCB Connection“ a „Influence of the cavities on the PCB mechanical properties“.

f) Dotazy a připomínky k disertační práci

1. Práce se zabývá modelováním pravidelné čtyřhranné desky plošného spoje. S tímto tvarem se v praxi setkáme spíše výjimečně. Tvar je velmi často ovlivněn konečnou zástavbou či krytem. Byly provedeny simulace jiných než obdélníkových nebo čtvercových desek? Jaké byly případně výsledky.
2. V praxi, například v automobilovém průmyslu, se provádí vibrační testy celých zařízení, tj. včetně krytu. Jakým způsobem může ovlivnit kryt vlastní rezonanční frekvenci nebo maximální výchylku elektronického zařízení.
3. Práce odkazuje na úkoly projektu Eureka EURIPIDES "Substrát na substrát - Board on Board". V práci postrádám bližší přiblížení těchto úkolů nebo odkaz, kde by bylo možné je najít.
4. Na straně 41 je uvedeno „využití lité mědi“. Prosím o vysvětlení pojmu.
5. Na straně 42 uvádíte, že „Většina elektronických produktů je však klasicky uchycena čtyřmi šrouby v rozích, ...“. S tímto tvrzením nesouhlasím. Stejně tak nelze souhlasit, že nemůžeme umístit montážní otvory jinak než do rohů desky. Podle zásad návrhu desek plošných spojů platí, že před rozmístováním součástek je nutné nejprve stanovit obrysy plošného spoje, výřezy a umístit montážní otvory.
6. Jak bylo postupováno při simulaci vlivu vibrací na elektronické komponenty. Byla zohledněna pouze váha BGA součástky a její rozměry nebo i další parametry. Prosím vysvětlete.
7. Na obrázku 32 je zobrazena deformace desky se čtyřmi šrouby a se třemi šrouby. Nelze považovat upevnění se třemi šrouby za vhodnější? Zejména s ohledem na umístění součástek, které se neumísťují až na kraj desek plošných spojů.

g) Závěr

Předložená práce představuje souhrnné zpracování problematiky mechanických vlastností mikroelektronických systémů. Doktorand prokázal v práci schopnosti samostatné vědecké práce a orientace v dané problematice. Z přehledu vědecké činnosti disertanta vyplývá, že se jedná o pracovníka s vědeckou erudicí. Posuzovaná práce splňuje hlediska obecně uznávaných požadavků na disertační práci, a proto předloženou doktorskou disertační práci v souladu se zákonem č.111/1998 Sb. par. 47

doporučuji k obhajobě.

V Plzni dne 30. 11. 2015.



doc. Ing. František Steiner, Ph.D.
oponent

Adresa:

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta elektrotechnická
Univerzitní 8
306 14 Plzeň
Tel.: 377634535
e-mail: steiner@ket.zcu.cz