

有無熱效應印刷電路板之振動特性模擬分析比較

王栢村¹、梁秀璋²、許富翔²、賴逸少³、葉昶麟³、李英志³

¹ 屏東科技大學機械工程系教授

² 屏東科技大學機械工程系研究生

³ 日月光集團高雄廠應力可靠度實驗室

摘要

本文目的在對單一封裝體晶片具固定溫度熱邊界之印刷電路板與無固定溫度熱邊界之印刷電路板之振動特性相互比較。首先分別以封裝體晶片具固定溫度熱邊界之印刷電路板及封裝體晶片不具固定溫度熱邊界之印刷電路板兩種形式進行結構振動分析，皆分別考慮自由及固定兩種邊界狀態，進行印刷電路板之振動特性比較。結果顯示具固定溫度熱邊界之印刷電路板其自然頻率有提升之現象，在模態振型除了固定邊界有明顯差異外，於自由邊界下之模態振型沒有太大的改變。未來可針對印刷電路板晶片具熱效應進行頻譜響應分析，瞭解當有熱效應時印刷電路板於隨機激振情況下可能導致結構破壞之位置。

關鍵字：有限元素分析、印刷電路板、熱邊界

1. 前言

在科技的快速躍進下，近年來電子產業的製程技術逐漸提高，相對減少印刷電路板 (Printed Circuit Board, PCB) 所需佔用的體積，但對印刷電路板所能承受之要求愈趨嚴格，其中最重視的是因高功率之電子晶片產生之熱能所導致的高溫破壞，而除了高溫導致的破壞外，在組裝、運輸及使用環境等過程對印刷電路板之使用壽命也有極大的影響；有鑑於此就必需先瞭解結構系統之特性，但印刷電路板在不同溫度熱邊界之情況下其振動特性也不一定相同，故需對不同溫度熱邊界之印刷電路板於振動環境下進行探討。

對於印刷電路板過去已有相關研究，從王等人[9]結合有限元素分析 (Finite Element Analysis, FEA) 配合實驗模態分析 (Experiment Modal Analysis, EMA) 進行印刷電路板之模型驗證以及透過隨機振動測試之響應預測探討 PCB 可能產生破壞之位置。從王等人[10]針對印刷電路板運用有限元素分析法，針對加速度計質量效應進行評估與驗證，瞭解質量效應對振動特性影響。Wong *et al.*[1]針對球陣列封裝 (BGA) 焊錫接點透過 FEA 進行疲勞壽命預測與理論公式相互驗證。藉由先前資料得到之 FE 模型並在軍用振動測試下，觀察 BGA 焊錫接點有無覆蓋底膠疲勞壽命預測。Yang *et al.*[2,3]對塑膠球陣列封裝 (PBGA) 的 PCB

進行實驗模態分析，將不同邊界條件下的分析結果進行探討，瞭解結構之振動特性。更進一步探討 PCB 有無 PBGA 模組，透過實驗模態與有限元素法比較振動特性對結構之影響。Perkins and Sitaraman[4]針對陶瓷柱陣列封裝 (CCGA) 質量對自然頻率與模態振型之影響進行探討，經由分析與檢測得到封裝接點特性。Pitarresi *et al.*[5]針對個人電腦主機板受機械式振動及隨機振動測試之響應進行分析。

鄭等人[6]針對一晶片封裝模組，以實驗與數值模擬之結果相互驗證，藉以評估其散熱效能之熱阻值。黃等人[7]針對一晶片封裝模組，經熱傳及應力循序耦合分析，將晶片功率及錫球可靠度的影響與純粹溫度循環可靠度相比較。余等人[8]主要探討 CiSP 結構熱傳問題，透過數值模擬之結果提出降低熱阻之設計。

本文目的在對單一封裝體晶片具固定溫度熱邊界之印刷電路板與單一封裝體晶片之印刷電路板兩者之振動特性進行探討，未來更可針對單一封裝體晶片具固定溫度熱邊界之印刷電路板進行頻譜響應分析得到其響應及應力應變值，進而預測隨機激振下印刷電路板疲勞破壞之位置。

2. 問題定義與分析目標

圖 1 為本文進行探討之印刷電路板，透過建立一等效於實際結構之有限元素模型進行結構振動分析。印刷電路板外部尺寸如圖 2 所示。實驗量測時，為了使熱傳導之現象更加明顯，將封裝體上方之複合層 (Compound) 移除再利用電源供應器連接加熱片貼附於晶片層上，如圖 3 所示。

PCB 振動流程分析如圖 4 所示，分別以封裝體晶片具固定溫度熱邊界之 PCB 及封裝體晶片不具固定溫度熱邊界之 PCB 兩種形式進行振動分析，皆以自由邊界及固定邊界方式模擬邊界狀態；在封裝體晶片具固定溫度熱邊界部分，先對結構進行熱傳分析，再依不同邊界形式進行振動分析，在封裝體晶片不具固定溫度熱邊界部分，依不同邊界形式進行振動分析。

綜合以上討論，本文分析目標如下：

1. 印刷電路板具固定溫度熱邊界於自由邊界及固定邊界模擬下，經熱傳溫度場分析及熱傳應力場分析結果探討。
2. 比較印刷電路板具固定溫度熱邊界及印刷電路板不具固定溫度熱邊界於自由邊界及固定邊界模擬下之

模態參數及頻率響應函數，並對兩者差異進行比較探討。

3. 有限元素分析

本文使用套裝軟體 ANSYS 進行有限元素分析，將印刷電路板分為電路板與封裝體，以一固定溫度熱邊界設定於晶片層表面用來模擬加熱片，電路板與封裝體皆為正向性材料，表 1 為印刷電路板材料參數表，圖 5 為 PCB 之有限元素模型圖，模型建構說明如下：

1. 印刷電路板無固定溫度熱邊界模型建構：

- (1) 元素選用：電路板與封裝體皆使用線性立方體元素(Solid45)，並以三維質量元素(MASS21)設置數個質量元素節點模擬加速度計。螺絲鎖固處則以彈簧元素(Combin14)模擬。
- (2) 元素分割：模型分割使用 mapped mesh 方式將整體模型分割為 146956 個元素。自由邊界有限元素分割示意及加速度計位置如圖 5(a)及圖 6(a)所示；固定邊界有限元素分割示意及加速度計位置如圖 5(a)及圖 6(b)所示。
- (3) 位移限制條件：當以全自由邊界模擬無須設定任何位移限制；固定邊界如圖 7 於圓孔四周以彈簧元素模擬鎖固。
- (4) 負荷條件：模態分析不需設定負荷；簡諧響應分析需在分析時給予 1(N)之單位力，對應位置如圖 6(a)、6(b)所示，位於加速度計反面的位置。

2. 印刷電路板具固定溫度熱邊界模型建構：

- (1) 元素選用：熱傳溫度場分析時印刷電路板使用線性立方體熱傳元素(Solid70)，於熱傳應力場分析則轉換元素為 Solid45，再以三維質量元素(MASS21)設置數個質量元素節點模擬加速度計。螺絲鎖固處則以彈簧元素(Combin14)模擬。
- (2) 元素分割：模型分割使用 mapped mesh 方式將整體模型分割為 146956 個元素。自由邊界有限元素分割示意及加速度計位置如圖 5(a)及圖 6(a)所示；固定邊界有限元素分割示意及加速度計位置如圖 5(a)及圖 6(b)所示。
- (3) 熱邊界條件：熱傳溫度場分析時於封裝體晶片表面上給予一固定溫度 100°C，於印刷電路板其餘表面設定熱對流係數 $h_f = 12(\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{K})$ 及週界溫度 $T_\infty = 25^\circ\text{C}$ 。熱傳應力場分析時，以全自由邊界模擬無須設定任何位移限制。為了模擬固定邊界於熱傳應力場分析時，在圓孔四周以彈簧元素模擬鎖固如圖 7。
- (4) 熱負荷條件：無給定熱產生率或熱通量；模態分析時不需設定負荷，但需將應力場分析之預應力輸入。於自由邊界進行簡諧響應分析需給予 1(N)之單位力，對應位置如圖 6(a)所示。於固定邊界進行簡諧響應分析需給予 1(N)之單位力，對應位置如圖 6(b)所示。

4. 結果與討論

4.1 熱溫度場及熱應力分析

本文主旨對印刷電路板之封裝體晶片具固定溫度熱邊界進行振動特性模擬分析；當印刷電路板具有固定溫度熱邊界時則對結構進行熱傳導分析，透過熱傳導分析所得到之結果，更進一步探討印刷電路板具固定溫度熱邊界於振動分析下結構之特性。

在不考慮熱負荷隨時間變化的過程，本文以結構達到穩定狀態進行熱傳導分析，熱傳導分析分為兩個步驟：針對印刷電路板進行溫度場分析得到結構溫度分佈，再以溫度場分析之結果作為結構負載進行熱應力分析，可進一步瞭解結構之熱變形及熱應力狀態；由於假設螺絲鎖固處無熱之流動，熱溫度場分析皆假設為絕緣邊界，熱應力分析則分為自由邊界與固定邊界。表 2 為溫度場分佈圖，表 3 為熱應力分佈圖表，熱傳導分析結果討論如下：

1. 由表 2 可以看出，PCB 整體溫度分佈的狀態，電路板除了與錫球接觸周圍達到 65°C 外，其餘部分則是降低至室溫 25°C。在底層表面與晶片層接觸溫度高達 99°C，但在外圍的部分降低至室溫 25°C；在錫球部分則是在晶片下方處的錫球溫度達到 84°C，與底層接觸的外圍錫球溫度多為 27 至 46°C 不等。封裝體晶片本身溫度由於設定為固定溫度，所只為 100°C。
2. 從熱通量及熱梯度可以得知在結構內熱流動的方向，從熱通量可看出在晶片、底層及錫球處是熱流動的位置，由於錫球的單位面積較小，所以在錫球的熱通過量也最大，電路板的單位面積較大，所以在電路板的熱通過量相對較小。
3. 表 3 為熱應力分佈，於自由邊界及固定邊界模擬情況下，可看出在自由邊界時的熱變形較固定邊界時的熱變形高；於自由邊界模擬時最大的熱變形可能會出現在電路板上端左右處，於固定邊界模擬時最大的熱變形則出現在電路板下端左右處。
4. 從熱應力分佈，觀察到在晶片層最大主應力及麥西斯應力高達 165MPa 及 112MPa，其發生的位置皆在晶片層與底層連接處的四個角落，顯示當 PCB 之封裝體晶片受到一固定溫度時，可能破壞之位置會位於晶片層與底層連接的四個角落處。

4.2 印刷電路板之模態分析

使用有限元素分析軟體對有無固定溫度熱邊界之印刷電路板進行模態分析，表 4 及表 5 分別為印刷電路板以自由邊界模擬之模態振型與自然頻率比較表及印刷電路板以固定邊界模擬之模態振型與自然頻率比較表，分析結果可得到結構之模態參數包括自然頻率、模態振型，經由模態參數可瞭解結構之特性，綜合討論如下：

1. 由表 4 中可以得知在自由邊界模擬情況下，具固定溫度熱邊界之 PCB 的自然頻率較無熱邊界時之

PCB 皆高出約 3%。

- 由表 4 中其模態振型，可以看出有無固定溫度熱邊界之 PCB 其模態振型皆十分相似，推估可能是封裝體晶片位於 PCB 中央，可由無固定溫度熱邊界之模態看出其模態多數振型之節線皆通過封裝體晶片處，導致 PCB 受熱效應後對振型無明顯之影響。
- 由表 5 可以發現以固定邊界模擬鎖固的情況下，有無固定溫度熱邊界之 PCB 在前 7 個模態皆相當對應，且在自然頻率誤差只有 2 至 4%；在第 8 個模態振型後，有無固定溫度熱邊界之 PCB 的模態振型皆不相同，且頻率誤差最高達 15%。
- 由表 5 中可以看出具固定溫度熱邊界之 PCB 從第 8 個模態後其振型皆相似於無固定溫度熱邊界之 PCB，第 9 個模態後之振型頻率約 1000Hz 以上且其模態特性已有明顯不同，推論是因 PCB 受熱效應後結構產生變化導致。
- JEDEC 隨機振動試驗規範範圍在 500Hz，而在 500Hz 內有無固定溫度熱邊界之 PCB 模態振型皆對應相似，僅有 3 至 4% 左右之自然頻率差異，表示具熱效應之封裝體在 JEDEC 規範之振動與熱效應複合試驗時，將會有類似之響應狀態。

4.3 印刷電路板之簡諧響應分析

應用有限元素分析軟體對有無固定溫度熱邊界之印刷電路板進行簡諧響應分析，透過分析結果可得到結構之頻率響應函數。綜合討論如下：

- 從表 6 印刷電路板同點之 FRF 比對表，可以看出以自由邊界模擬時，在 FRF 曲線趨勢相當一致，僅自然頻率對應之峰值有偏移約 3% 左右，這是因為各模態特性相同之原因。
- 以固定邊界模擬時，可以看出在頻率 800(Hz) 前峰值都有相同的趨勢，而具固定溫度熱邊界之 PCB 在頻率 800(Hz) 後可能是結構產生變化，導致頻率及峰值數與無固定溫度熱邊界之 PCB 不相同。

5. 結論

本文目的在對單一封裝體晶片具固定溫度熱邊界之印刷電路板與單一封裝體晶片之印刷電路板兩者之振動特性進行探討。本文綜合結論如下：

- 在熱傳分析，晶片層是印刷電路板中最高溫處，底層、晶片下方處之錫球則是溫度次高的地方；轉換為熱應力後其最大主應力及麥西斯應力發生的位置皆在晶片層與底層連接處的四個角落，顯示當 PCB 之封裝體晶片受到一固定溫度時，首先可能破壞之位置位於此處。
- 當印刷電路板之封裝體晶片具有固定溫度熱邊界時，以自由邊界及固定邊界進行邊界模擬，經模態分析後其自然頻率都有提高之現象，尤其在固定邊界下，在第 9 個模態約 1000Hz 以上結構模態特性已有明顯不同之差異，可能是因熱效應導致結構產生變化。

- 未來可針對 PCB 晶片具熱效應進行頻譜響應分析，瞭解當有熱效應後 PCB 於隨機激振情況下可能導致結構破壞之位置。

6. 參考文獻

- Wong T. E., Palmieri F. W., and Fenger H. S., 2002, Under-filled BGA solder joint vibration Fatigue Damage, Thermal and Thermomechanical Phenomena in Electronic Systems, pp.961-966.
- Yang Q. J., Pang H. L. J., Wang Z. P., Lim G. H., Yap F. F., and Lin R. M., 2000, Vibration Reliability Characterization of PBGA Assemblies, Microelectronics Reliability, Vol. 40, pp.1097-1107.
- Yang, Q. J., Lim, G. H., Lin, R. M., Yap, F.F., Pang, H. L. J. and Wang, Z. P., Experimental Modal Analysis of PBGA Printed Circuit Board Assemblies, IEEE/CPMT Electronic Packaging Technology conference, pp. 290-296, 1997.
- Perkins A., and Sitaraman S.K., 2004, Vibration – Induced Solder Joint Failure of a Ceramic Column Grid Array (CCGA) package, Electronic Components and Technology, Vol. 2, pp. 1271-1278.
- Pitarresi J., Geng P., Beltman W., and Ling Y., 2002, Dynamic Modeling and Measurement of Personal Computer Motherboards, Electronic Components and Technology Conference, pp.597-603.
- 鄭宗杰, 余致廣, 劉君愷, 蔡伯晨, 鄭明欣, 2004, FC-PBGA 之熱流模擬簡介, 奈米通訊, 第 4 期, 第 11 卷, 第 17-21 頁。
- 黃東鴻, 李長祺, 賴逸少, 王靜君, 2007, 疊合封裝結構受功率與溫度耦合循環測試之熱傳特性與疲勞可靠度評估, 簡訊專文, 10 月號, 第 42 號, 第 4-8 頁。
- 余致廣, 鄭宗杰, 2005, 內藏式晶片封裝之熱傳研究, 奈米通訊, 第 3 期, 第 12 卷, 第 30-33 頁。
- 王栢村, 陶致均, 李沛緯, 賴逸少, 葉昶麟, 李英志, 2007, 印刷電路板模型驗證與響應預測之重複性探討, 2007 ANSYS/Fluent 年度應用研討會與用戶聯誼大會, 桃園, 第 15-30 頁。
- 王栢村, 陶致均, 賴逸少, 葉昶麟, 李英志, 2007, 加速度計質量效應模擬分析之評估與驗證, 中華民國振動與噪音工程學會第十五屆學術研討會, 台北, 論文編號: B-12。

7. 圖表彙整

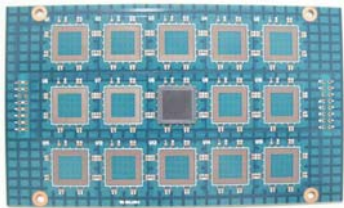


圖 1 印刷電路板實際結構圖

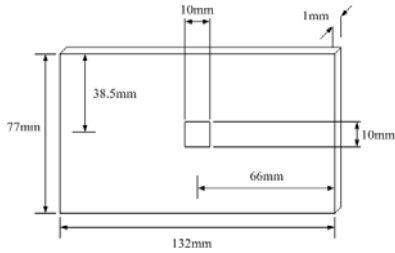


圖 2 印刷電路板尺寸圖

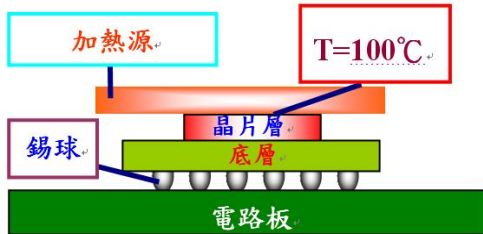


圖 3 實驗示意圖

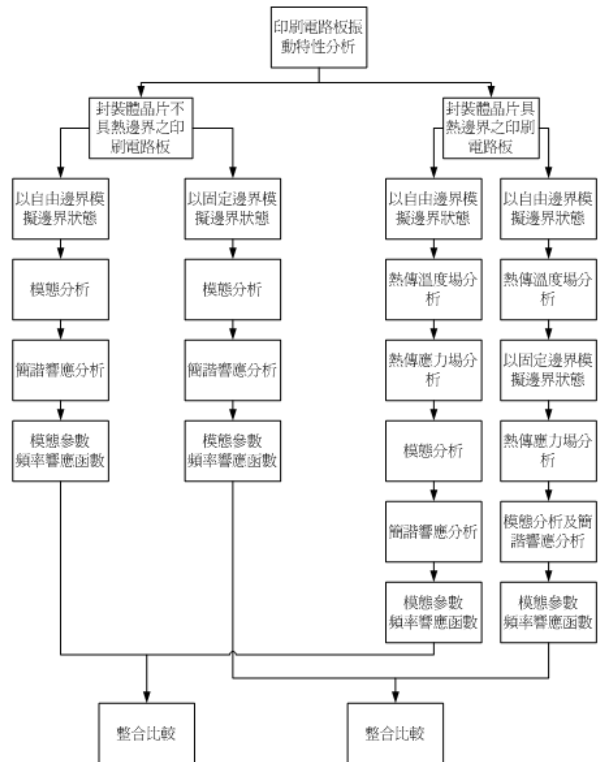
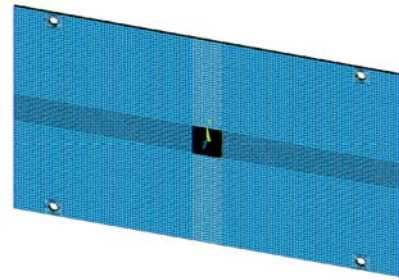
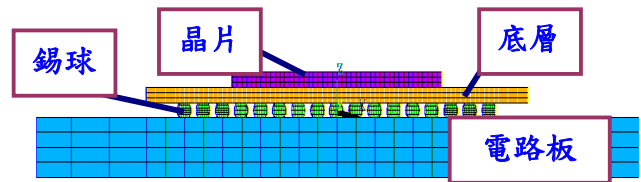


圖 4 印刷電路板振動分析流程

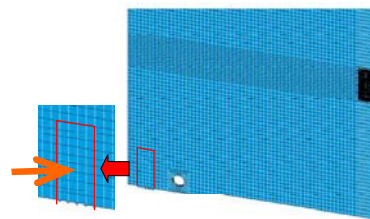


(a)PCB 有限元素模型

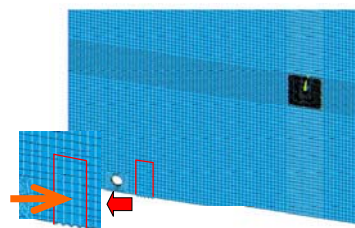


(b)PCB 側視示意圖

圖 5 PCB 有限元素模型



(a) 自由邊界加速度計模擬位置



(b)固定邊界加速度計模擬位置

圖 6 加速度計模擬示意圖

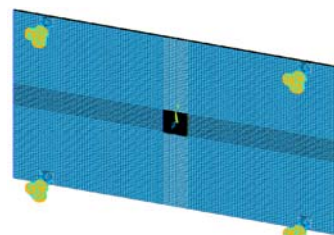


圖 7 固定邊界有限元素模型圖

表 1 印刷電路板材料參數表

材料參數種類	單位	晶片層	底層	錫球	電路板
楊氏係數 E_x, E_y	GPa	131	16.8	39.5	16.8
楊氏係數 E_z	GPa		7.4		7.4
剪力模數 G_x, G_y	GPa	-	7.89	-	7.59
剪力模數 G_z	GPa		3.31		3.31
浦松比 ν_{yz}, ν_{xz}	-	0.23	0.39	0.36	0.39
浦松比 ν_{xy}			0.11		0.11
密度 ρ	g/cm^3	2.33	1.91	7.44	1.90
熱傳導 k_x, k_y	$W/m \cdot ^\circ C$	$150 \cdot \left(\frac{temp}{300}\right)^{\frac{4}{3}}$	34.87	58.7	19.27
熱傳導 k_z	$W/m \cdot ^\circ C$		0.51		0.35
熱膨脹 α_x, α_y	$(1/^\circ C)$	2.8×10^{-6}	15.5×10^{-6}	20×10^{-6}	14.5×10^{-6}
熱膨脹 α_z	$(1/^\circ C)$		26.5×10^{-6}		67.20×10^{-6}

表 2 溫度場分佈圖

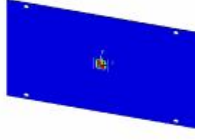
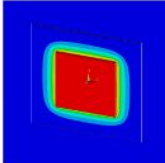

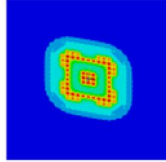
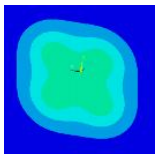
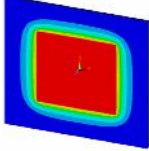
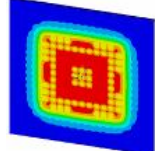
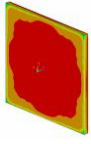


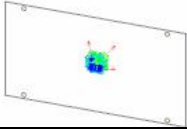
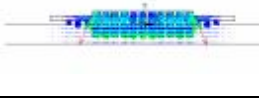

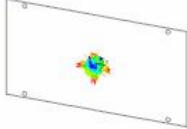
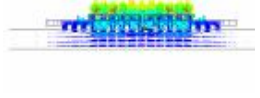
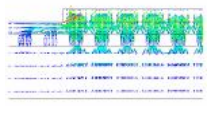
溫度分佈圖($^\circ C$)	印刷電路板			
	電路板表面及背面			
	底層表面及背面與晶片層背面			
	錫球頂面與底面			
熱通量(W/m^2)	印刷電路板			
熱梯度	印刷電路板			

表 3 熱應力分佈圖表

(a)自由邊界

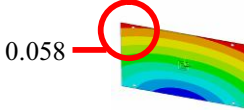
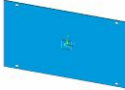
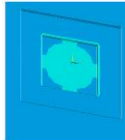
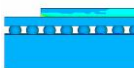
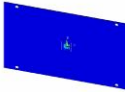
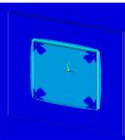

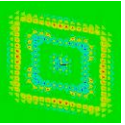
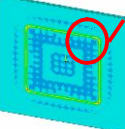
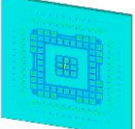
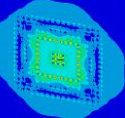
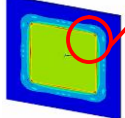
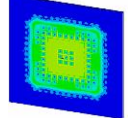
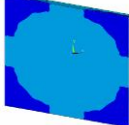
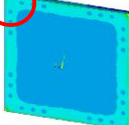
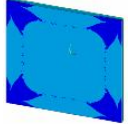
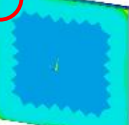
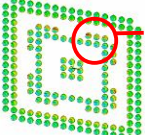



熱變形(mm)	印刷電路板			
印刷電路板	最大主應力(MPa)			
	麥西斯應力(MPa)			
電路板表面與底層表面及背面	最大主應力(MPa)			
	麥西斯應力(MPa)			
晶片表面及背面	最大主應力(MPa)			
	麥西斯應力(MPa)			
錫球頂面與底面	最大主應力(MPa)			
	麥西斯應力(MPa)			

表 3 熱應力分佈圖表(續)

(b)固定邊界


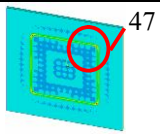
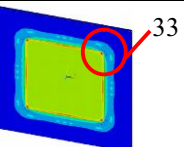
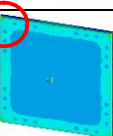
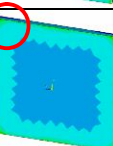
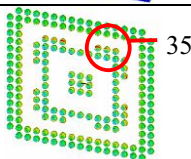
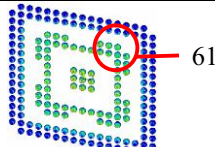
熱變形(mm)	印刷電路板			
印刷電路板	最大主應力(MPa)			
	麥西斯應力(MPa)			
電路板表面與底層 表面及背面	最大主應力(MPa)			
	麥西斯應力(MPa)			
晶片表面及背面	最大主應力(MPa)			
	麥西斯應力(MPa)			
錫球頂面與底面	最大主應力(MPa)			
	麥西斯應力(MPa)			

表 4 印刷電路板以自由邊界模擬之模態振型與自然頻率比對表

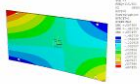
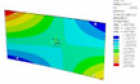
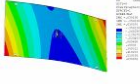
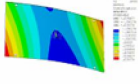
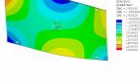
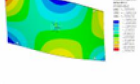
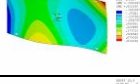
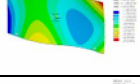
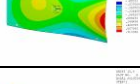
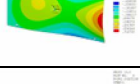
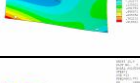
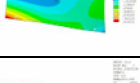




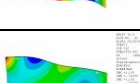
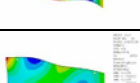
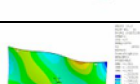
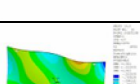
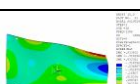
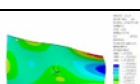
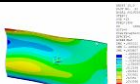
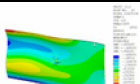


無熱邊界模態振型			具熱邊界模態振型			頻率誤差(%)
Mode	頻率(Hz)	模態振型	Mode	頻率(Hz)	模態振型	
F-01	115.6		F-01	119.5		3.26
F-02	164.34		F-02	169.91		3.28
F-03	285.27		F-03	294.82		3.24
F-04	444.28		F-04	459.17		3.24
F-05	481.83		F-05	498.14		3.27
F-06	535.48		F-06	553.74		3.30
F-07	602.77		F-07	623.3		3.29
F-08	729.15		F-08	754.61		3.37
F-09	898.47		F-09	929.4		3.33
F-10	999.46		F-10	1034		3.34
F-11	1053.5		F-11	1089.8		3.33
F-12	1286		F-12	1330.6		3.35
F-13	1406		F-13	1454.6		3.34

表 5 印刷電路板以固定邊界模擬之模態振型與自然頻率比對表

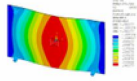
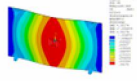
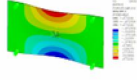
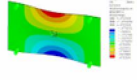
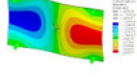
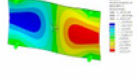
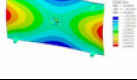
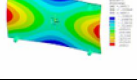
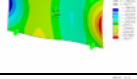
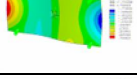
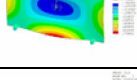
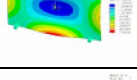
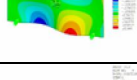
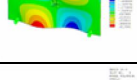


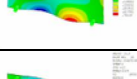
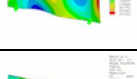
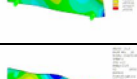
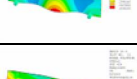
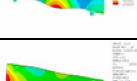
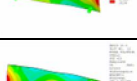
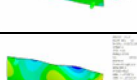
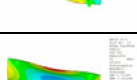


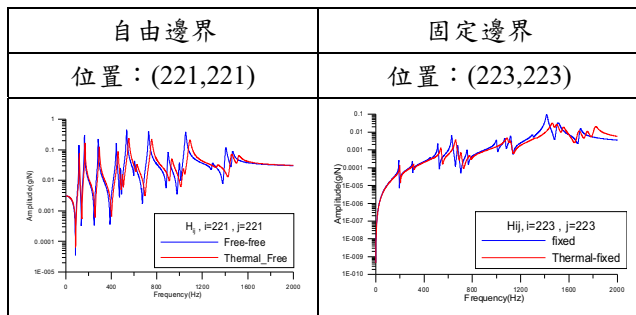
無熱邊界模態振型			具熱邊界模態振型			頻率誤差(%)
Mode	頻率(Hz)	模態振型	Mode	頻率(Hz)	模態振型	
F-01	190.64		F-01	198.88		4.14
F-02	303.53		F-02	315.23		3.71
F-03	454.75		F-03	474.45		4.15
F-04	514.56		F-04	540.91		4.87
F-05	629.55		F-05	661.75		4.87
F-06	678.92		F-06	704.54		3.64
F-07	758.23		F-07	779.91		2.78
F-08	999.84		F-08	1090.2		8.29
F-09	1071.5		F-09	1114.6		3.87
F-10	1117.6		F-10	1324.6		15.63
F-11	1301.6		F-11	1464.5		11.12
F-12	1416.1		F-12	1498.5		5.50
F-13	1505.6		F-13	1552		2.99

表 6 印刷電路板同點之 FRF 比對表



Comparison of Vibration Characteristics Analysis for the PCB with and without Thermal Effects

Bor-Tsuen Wang¹, Fu-Xiang Hsu²,
Xiu-Wei Liang²,
Yi-Shao Lai³, Chang-Lin Yeh³,
Ying-Chih Li³

¹Professor, Department of Mechanical Engineering

²Graduate student, National Pingtung University of Science and Technology

³ASE Group Kaohsiung Stress-Reliability Lab

Abstract

This paper aims to discuss the vibration characteristics of the printed circuit board (PCB) with single IC package subject to a fixed temperature thermal effect and compares with those without thermal effect. The single IC package PCB is constructed for its finite element model and considered for both with and without thermal effect that is the fixed temperature specified at the IC package. Both the free and fixed boundary conditions are considered to perform theoretical modal analysis. Results show that the natural frequencies of the PCB with the thermal effect are increased in comparison to those for without the thermal effect. In free boundary, the mode shapes of the PCB remain the same characteristics for both with and without the thermal effects. However, for the fixed boundary, the modal properties change significantly at high frequency modes. The simulation can be extended to the spectrum analysis for the PCB subjected to the compound loadings of the thermal effect in order to study the possible failures of PCBs.

Keywords: Finite Element Analysis, Printed Circuit Board (PCB), Thermal Boundary