

放射光 X 線 CT を用いた マイクロ接合部における熱疲労寿命の評価技術の開発

機械システム課 佐山利彦 加工技術課 釣谷浩之
(財) 高輝度光科学研究センター 上杉健太郎 富山県立大学 森 孝男

1. はじめに

電子基板のマイクロ接合部においては、疲労損傷が、電子基板の信頼性に大きな影響を与える因子であり、微細組織レベルでの信頼性評価が必要とされている。一方、SPring-8 においては、上杉を中心として、放射光光源を用いた高分解能の X 線マイクロ CT 装置（以下、SP- μ CT）の開発を進めている。そこで、本研究では、フリップチップに用いられているマイクロはんだボール接合体構造を対象とし、SP- μ CT を用いて、熱サイクル負荷による疲労き裂発生寿命の評価を非破壊で行った。

2. 透過像の撮影および CT 画像の再構成

SP- μ CT 用い、任意のサイクル数において、はんだボール内の微細組織の変化を観察した。試験体を 180° 回転させて 1800 枚の透過画像を撮影した。透過画像一枚あたりの X 線の露光時間は 0.3sec である。また、透過画像の撮影領域は、 $1000\mu\text{m} \times 656\mu\text{m}$ とした。透過画像から CT 画像の再構成には、畳み込み逆投影法を用いた。CT 画像においては、LAC の分布を表示することで、Pb 相および Sn 相の形状を可視化することができる。また、X 線エネルギーは、29.0keV を選択した。

3. CT 画像による組織変化の評価

共晶はんだの相成長を系統的に観察した結果、次式で定義される相成長パラメータ S によって特徴付けられることを見出した。

$$S = d^4 \quad (1)$$

ここに、 d は平均相寸法である。また、 S の 1 サイクル当たりの変化速度 ΔS とはんだ内の疲労損傷量との対応関係を調べ、次の疲労き裂発生寿命 N_i の推定式を提案している。

$$\Delta S = CN^\alpha \quad (2)$$

ここに、 C および α は定数である。図 1 は、 ΔS による N_i の推定方法を示す。CT 画像より、 $\Delta S = 0.91\mu\text{m}^4$ の値が得られ、式(2)より疲労き裂発生寿命は、 $N_i = 310$ サイクルと推定された。一方、別の試験体に対して断面の SEM 観察を実施したところ、平均の疲労き裂発生寿命は $N_i = 300$ サイクルと決定された。双方の結果は非常によく一致しており、CT 画像を用いてマイクロはんだ接合部の疲労寿命を推定できる可能性を示している。

4. まとめ

放射光光源を利用した X 線マイクロ CT 装置を用いて、フリップチップはんだ接合構造体における熱サイクル負荷による疲労き裂の発生寿命評価が可能となった。今後、実際の電子基板構造の観察に対しての適用が期待される。

謝 辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究(C)研究課題番号：18560096）の助成を得て実施されたことを記し、謝意を表する。

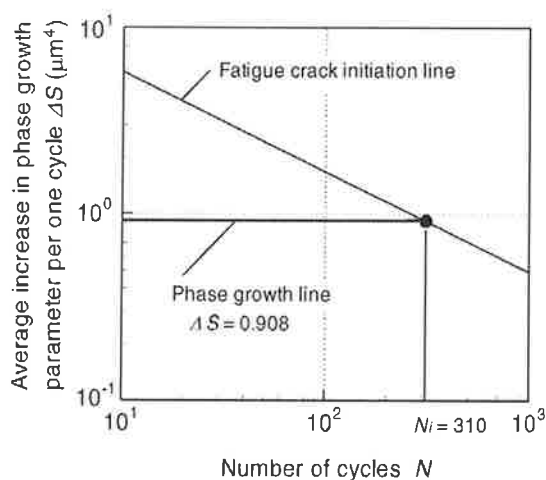


図 1 疲労き裂発生寿命の評価ダイアグラム