

# 高信頼性電子機器のための放射光 CT 技術を基盤とした 統合化ヘルスマネジメントの構築

機械システム課 佐山利彦 釣谷浩之 コーセル (株) 高柳 毅 岡本佳之  
(公財) 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

本研究では、エレクトロニクス実装基板（以下、基板）の信頼性に大きな影響を与える接合部の熱疲労損傷を対象とし、放射光 X 線マイクロ CT による非破壊モニタリング技術を基盤として、疲労破壊に対する余寿命診断技術、および基板の保守技術を統合化した新しい概念のヘルスマネジメント技術の実現を目的としている。2 年度においては、放射光 X 線ラミノグラフィを適用したモニタリング技術に基づいて、通電状態におけるダイアタッチ接合部における疲労き裂をその場観察し、その進展過程を定量化する技術の実用化を試みた。

## 2. 放射光 X 線ラミノグラフィ実験

放射光 X 線ラミノグラフィは、X 線が基板と平行な向きからわずかに傾いた方向から照射される状態で 360°分の透過画像を撮影し、断層画像を再構成する。これにより、常に X 線が十分に透過する状態で撮影を行うことができる。実験に用いた試験体は、チップ抵抗が実装された縦 3 mm × 横 3 mm のセラミック基板を、縦 40 mm × 横 40 mm の FR-4 基板に、Sn-3.0wt%Ag-0.5wt%Cu 鉛フリーはんだによってダイアタッチ接合したものである。熱疲労き裂の進展過程を観察するために、実装されたチップ抵抗に 10 min 通電し、その後 10 min 非通電状態で室温にさらすものである。これにより、ダイアタッチ接合部は、通電中に約 110°C まで加熱され、非通電の 10 min で室温付近まで温度が降下する。

## 3. 疲労き裂の進展過程の観察および定量化

任意のサイクル数においてラミノグラフィ撮影を行った。図は、接合部におけるはんだ層の変化をラミノグラフィ画像で示す。同一試験体において基板と平行な同一断面であり、各々 500 および 4750 サイクル後におけるものである。500 サイクル後で観察された空隙は、ほとんどが初期ボイドとみられる。4750 サイクルへと繰返し負荷が進むに従い、微小なき裂が、接合部のコーナー部とは反対側の画像右上付近において、顕著に増加していることが分かる。大きく変形している疲労き裂も確認できる。

疲労き裂の進展過程を定量化するために、得られたラミノグラフィ画像を基に、疲労き裂とボイドを含む空隙

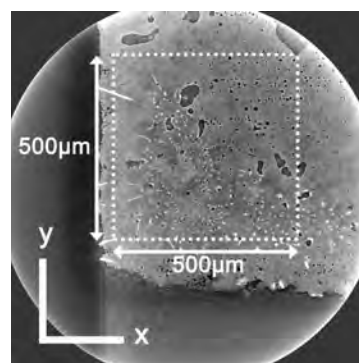
の断面積を計測した。撮影範囲が、サイクル数ごとにやや異なるため、図(a) に示すように、500  $\mu\text{m}$  × 500  $\mu\text{m}$  の同一矩形内で計測を行った。サイクル数が進むに従って、き裂断面積がほぼ直線的に増加する結果となった。平均き裂進展速度は、約 1.6  $\mu\text{m}^2/\text{cycle}$  であった。

## 4. まとめ

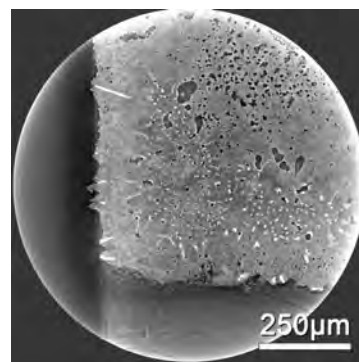
放射光 X 線ラミノグラフィを用いた疲労き裂モニタリングは実用レベルに到達し、パワーモジュール等の接合部における実用的な信頼性評価が可能となった。

## 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：15K05708）の助成を得て実施されたことを記し、謝意を表す。



(a) After 500cycles



(b) After 4750 cycles

Fig. Laminography images of fatigue cracks in the same solder joint, showing the fatigue crack propagation process