

# X線マイクロCT技術の電子基板の信頼性評価

## および設計への適用

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

現在、電子基板のマイクロ接合部の熱疲労損傷が、基板全体の信頼性に大きな影響を与える要因となっている。このため、エレクトロニクス産業界では、このようなマイクロ接合部の信頼性を非破壊で評価する手法の開発が強く求められている。有効な手法の一つとして、大型放射光施設 SPring-8 において、放射光を用いた高分解能の X 線 CT 装置<sup>1)</sup> (以下 SP- $\mu$ CT) を用いて、マイクロはんだ接合部の熱疲労き裂を非破壊で評価する技術の開発を行ってきた。これまで、典型的なマイクロ接合部の一例として、Sn-Pb 共晶はんだによって接合されたフリップチップ接合構造体を対象として、評価技術の開発を行ってきた。加えて、現在主流となってきている鉛フリーはんだによって接合された BGA 接合部についても、その熱疲労き裂の非破壊評価技術の開発を行ってきた。しかし、実際の基板では、フリップチップや BGA のような単純な接合部形状だけでなく、チップ部品接合部のように複雑な形状を持つはんだ接合部も数多く存在する。これまでも、チップ抵抗接合部に発生する熱疲労き裂の観察と抽出を試みてきたが、フィレット部分に発生するき裂の抽出に

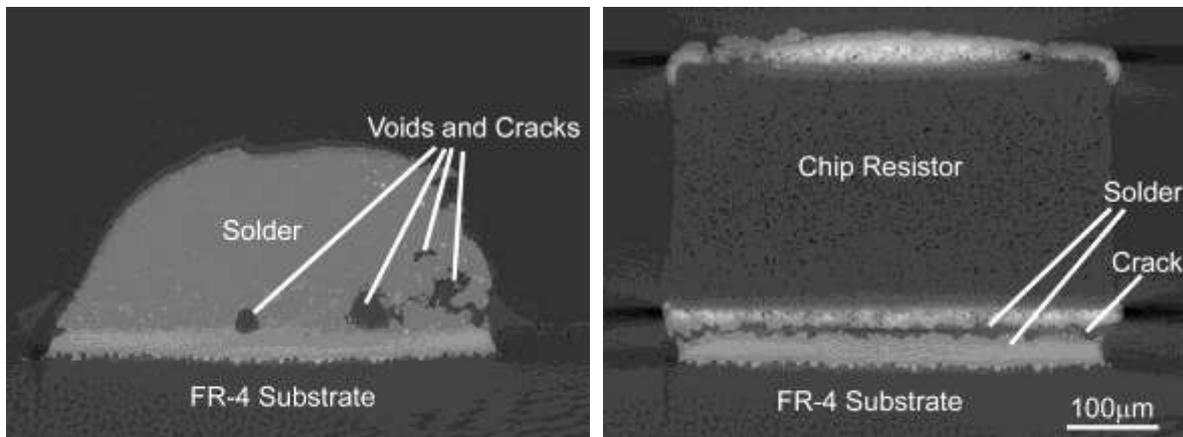
課題が残り、き裂の全体像を明らかにできていなかった。今回この課題を解決し、フィレット部分も含めたき裂全体の抽出を試みた。

### 2. 試験方法

観察に用いた試験体は、長さ 1.0mm 幅 0.5mm のチップ抵抗が、FR-4 基板上に Sn-3.0wt%Ag -0.5wt%Cu 鉛フリーはんだによって接合されたものである。この試験体を厚さ 1mm×幅 1mm×長さ 10mm の柱状に加工したものを使用した。チップ抵抗接合部では、その接合部形状の複雑さから、X 線の照射方向によっては、透過量が十分でない場合があり、これが CT 画像の画質に影響する。今回は、最も透過量が少なくなる方向を避けるために、試験体を X 線の照射方向に対して、約 10° 傾けて撮影を行った。試験体に熱サイクル負荷を加えて、任意のサイクル数において、SP- $\mu$ CT を用いて観察を行った。

### 3. き裂の抽出結果

図 1 は、熱サイクル試験を 2500 サイクル実施した同一試験体のフィレット部とチップ部分の CT 画像を示す。



(a) フィレット部の CT 画像

(b) チップ部分の CT 画像

図 1 断面位置による CT 画像の画質の違い

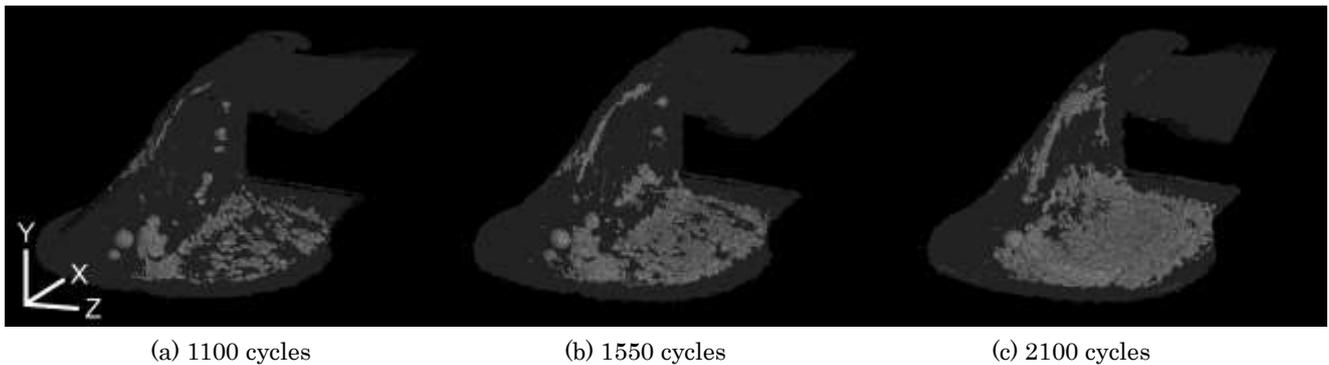


図2 チップ抵抗接合部の疲労き裂の三次元画像

(a)は、フィレット部、(b)はチップ部分である。フィレット部とチップ下では、X線の透過方向による透過量の変化やX線の屈折による影響などから、同じ部分やき裂部分でも明るさが異なっている。そこで、き裂の抽出に際しては、フィレット部、チップ下、及びその境界付近(チップ端面)でそれぞれ異なる閾値を用いてき裂の抽出を行った。

図2は、抽出した画像を元に作成したき裂の三次元画像を示す。(a)~(c)は、それぞれ、1100サイクル、1550サイクル、2100サイクルでのき裂の三次元画像を示している。いずれの図も、暗い灰色の部分が、はんだ接合部、電極、パッド部分を示している。明るい部分がき裂を示している。き裂を見やすくするためチップ部分は消去してある。図から、チップ下にき裂が進展するとともに、チップのコーナー付近と、チップ端面に近いフィレット部分からもき裂が進展していくことが見て取れる。このようなチップ部品接合部の熱疲労き裂進展過程の全体像は、断面観察などでは把握が非常に困難なもので

あり、この結果は、本手法の有効性を示している。

#### 4. まとめ

SP- $\mu$ CTを用いてSn-Ag-Cu鉛フリーはんだによって接合されたチップ抵抗接合部において、フィレット部分も含めた、熱疲労き裂の全体像を非破壊で観察することが可能となった。今回き裂全体を抽出することが可能になったことで、き裂表面積を計測することが可能であり、このような計測値を用いてき裂進展過程について定量的な評価を行うことが可能となる。

#### 謝辞

本研究におけるSP- $\mu$ CTを用いた放射光実験は、財団法人高輝度光科学研究センターの支援(研究課題番号:重点産業利用課題2010A1720)を受け、SPring-8のビームラインBL20XUにおいて実施されたことを記し、謝意を表す。

#### 「参考文献」

- 1) Uesugi, K. *et al.*, *Nucl. Instr. Method., Sec.A*, Vol. **467-468**(2001),853-856.

キーワード:鉛フリーはんだ, チップ部品接合部, 熱疲労き裂, 放射光, X線マイクロCT, 表面実装

## Application of Synchrotron Radiation X-ray Micro-tomography to Design and Evaluation of Reliability for Electronic Substrate

Hiroyuki TSURITANI, Toshihiko SAYAMA, Yoshiyuki OKAMOTO, Takeshi TAKAYANGI,  
Kentaro Uesugi and Takao MORI

An X-ray micro-tomography system called SP- $\mu$ CT, which has a spatial resolution of 1  $\mu$ m, has been developed in SPring-8. In this work, SP- $\mu$ CT was applied to the nondestructive evaluation of fatigue crack propagation due to thermal cyclic loading in chip joints connected by Sn-3.0wt%Ag-0.5wt%Cu lead-free solder. Consequently, the obtained CT images clearly show the process of the crack propagation of the same solder joint.