



# 高分解能 X 線 CT を利用した熱界面材料（TIM 材料）の開発と評価

櫻井郁也<sup>1</sup>，祖父江進<sup>2</sup>

1 名古屋大学，2 株式会社デンソー先端技術研究所

キーワード：X 線 CT，熱界面材料

## 1. 背景と研究目的

近年の電気自動車等に代表されるエレクトロニクス技術の発展に伴うパワー半導体デバイスの開発では、デバイスの排出する熱をどのように処理するかが大きな課題となっている。今後、利用されるパワー半導体素子は現在の Si から、結合力が強く熱的・化学的に安定した SiC に置き換わることが予想されている。SiC は Si に比較して大電流で利用することが可能であるが、そのためデバイスの発熱温度が上がり使用時の放熱要求レベルが現在の 10 倍以上になるとも言われている。そのためのパワー半導体素子では、高い冷却性能を得るため発生した熱を複数の構成部材間を經由して熱交換器に効率的に伝達するシステムが必要になる。このような各構成部材間の熱交換効率を上げるために、TIM（Thermal Interface Material）と呼ばれる熱界面材料が使われる。TIM 材は、柔らかい樹脂材中にフィラーと呼ばれるアルミナや窒化アルミニウムを添加した熱伝導性材料であるが、熱伝導性を高めるには樹脂中のフィラーの密度を高め、効率の良い充填方法を検討する必要がある。一方、異種界面間で生じる接触不全に起因する TIM 材内や界面付近の残留気体（ボイド）などが熱伝導性を下げる大きな要因となっている。本研究は、様々な条件で製作した TIM 材料を圧力や温度等の条件を変えてアルミ基板に接着し、界面付近の状態と熱伝導度を調べることで、最適な TIM 材料とその接着方法の検討を行う事を目的とする。本研究は、将来の産学連携研究・開発を目指した先導研究であり、実現すれば学術的にも工業的にも大きなインパクトを与えることが期待される。

## 2. 実験内容

本研究では、TIM 材の製作と評価を企業が先行し、作製した TIM 材内部のフィラーやボイド等の界面構造観測をあいち SR の X 線 CT 装置を利用して行った。CT 測定は、製作した TIM 材料を立方体の柵状に切りだし、10 倍と 20 倍の拡大率で実施した。得られた CT 画像から TIM 材内部のフィラーの配向性・密度分布、ボイドの大きさ、基板と TIM 材の密着等の情報を抽出、TIM 材の熱抵抗や加工条件と合わせて有望な TIM 材の製作手法や接着プロセスの開発を行ってゆく計画である。

## 3. 結果および考察

図 1 にあいち SR で測定した TIM 材料の CT 再構成画像から得られた縦方向断面画像（左図）とアルミ基板と TIM 材の界面付近の平面画像（右図）を示す。TIM 材料断面に点在する白点がフィラーで、本試料では内部に粒子状のフィラーが添加されている事が確認できた。

また、黒い点部分がボイドで、ボイドの存在が TIM 材の熱伝導性を下げる

要因と考えられる。本実験の結果、CT 測定により、TIM 材内部のフィラーとボイドの詳細な構造と分布情報が得られることが確認できた。今後は、製作手法を変えた TIM 材料の性能評価と X 線 CT による内部構造観察を行う事で、より効果的な TIM 材料開発を進めてゆく予定である。

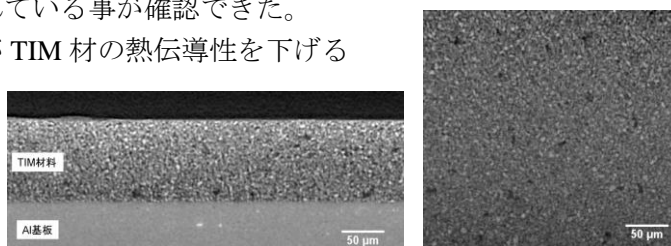


図 1：あいち SR で測定した TIM 材料内部の測定結果  
Al-TIM 材の縦断面図（左）と  
Al 母材と TIM 材の境界面付近の横断面画像（右）