

題目：CNNによる超音波画像からのパワー半導体の診断支援法の開発

氏名：広瀬 直人

パワー半導体は、電力の制御用に用いられる半導体のことで、私たちの利用する電子機器にも組み込まれている。一般的に、大電流で高電圧な電気を取り扱う機器であり、高温・低温・振動など使用環境に合わせた高い信頼性と安全性が要求される。パワー半導体の性能と安全性の担保のため、パワー半導体に対するパワーサイクル試験が実施されている。これは、半導体に電力を印加し、ONの時の自己発熱とOFFの時の冷却動作という熱的なストレスを繰り返し引き起こすことにより、部品間の接合信頼性、チップやパッケージの歪、クラックに対する耐久性を評価するものである。

このパワーサイクル試験の手法として、現在、超音波顕微鏡による内部観察を併せたパワー半導体の複合解析装置の研究開発が進められている。通常、試験中はパワー半導体のON-OFF動作による熱ストレスにより、チップ、ワイヤーボンディングの接合不良が発生し故障に至る。この際、大きな火花が発生する事や、破壊されたチップ部分が焼けてしまうことにより、破壊の原因となる現象の特定、破壊に至るプロセスを遡って解析することが困難である。この手法では、超音波画像顕微鏡法によるリアルタイム解析により、試験時の半導体のワイヤ部などの経時変化を超音波画像として記録することにより、目視では確認の難しいパワー半導体破壊時の状態を画像として出力できる。

現在この手法が抱える問題として、目視では判別の難しいデバイスの経時変化や、大量に出力されるパワー半導体の超音波画像の解析手法が確立されていないことである。

本論文では、出力された超音波画像からCNNを用いて正常・異常の2クラスに画像分類を行う識別器の開発を行った。本手法では、事前に他のデータセットで学習済みのモデルを利用することにより、少ないデータセットに対してもある程度の性能が期待できる転移学習を、CNNモデルに対し部分的に使用し、不鮮明な超音波画像の大局的特徴を獲得し、過学習を抑えるため、VGG16にOverlapping poolingを施したモデルを提案した。複合解析装置から得られた実超音波画像群を用い、パワー半導体の2クラス分類を行い、提案したモデルの性能評価を行った。結果、*accuracy*が0.9714、*TP*が0.9818、*FP*が0.1438となった。