

中性子イメージングによるパワーモジュールの内部可視化

¹豊田中央研究所、²J-PARC

瀬戸山 大吾¹、伊勢川 和久²

モビリティの電動化を推進するうえで、FCV、EV、HV などの電動車全てに搭載されるパワーモジュールの高性能化、高信頼化は、日増しに重要性を増している。パワーモジュールを実装したパワーコントロールユニットは HV 車の世代を経るごとにダウンサイジングを遂げ、実装の高密度化も進んできた。特に銅のヒートスプレッドを有する両面冷却型パワーモジュール構造^[1]は、これまでのアルミ材によるヒートスプレッドによる片面冷却型パワーモジュール構造からの大きな進化の一つである。

この構造進化は信頼性評価の観点からも重要な変化であった。すなわち、アルミ材の片面冷却構造であれば X 線イメージングで内部非破壊評価を実現できるが、銅を有するパワーモジュールに対しては SPring-8 の高輝度放射光 X 線でも十分な画質の透過像を得られなかった。一方で中性子は銅に対する透過性が高いが、X 線イメージングに対して空間分解能に劣るため、微細な劣化構造評価は困難であった。

そこで豊田中央研究所と J - PARC は連携して、SPring-8 豊田ビームラインの撮像技術の応用によって中性子イメージングを高分解能化する技術開発に着手した。放射光 X 線で用いられる高分解能シンチレータや平板状試料の観察に有効なラミノグラフィ計測法^[2]などを応用した結果、海外先端施設に匹敵する空間分解能 10 μ m での中性子イメージングを実現した。下図に両面冷却型パワーモジュールの観察例を示す。本開発技術は高密度化が進むパワーモジュールの信頼性向上に貢献するだけでなく、様々な学術・産業利用にも役立つと思われる。

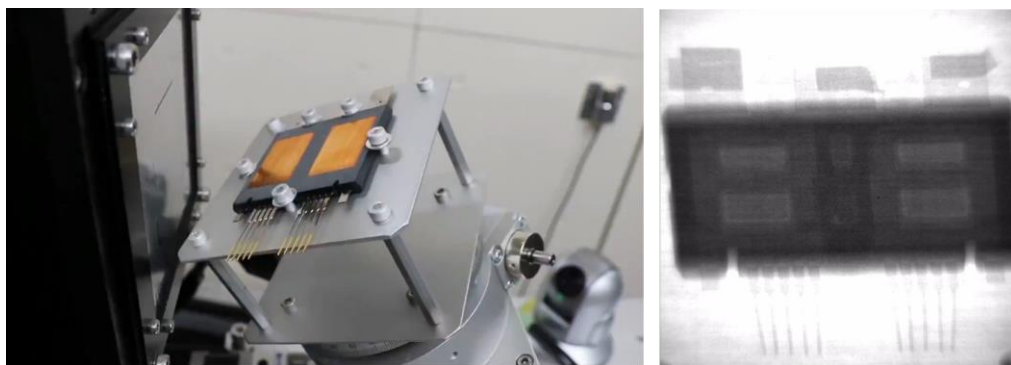


図 両面冷却型パワーモジュールの中性子ラミノグラフィ計測(左)とその透過像(右)。

[1] 坂本善次, デンソーテクニカルレビュー, 16, 46-56 (2011).

[2] D. Setoyama et al., JPS-CP, 33, 011065 (2021), DOI:10.7566/JSPSCP.33.011065