

## パワーSi MOSFET 内部のホットスポット解析

○畠山 友行（富山県立大学）、木伏 理沙子（山口東京理科大学）、  
石塚 勝（富山県立大学）

### 発表要約

現在、パワーエレクトロニクス的发展は著しく、機能の進展に伴い、狭い空間に発熱の大きなデバイスを組み込む需要が高まり、熱問題への取り組みが重要となっている。パワーエレクトロニクス機器の温度を適切に管理するための熱設計において、通常、半導体チップは一つの発熱体と見なす場合が多く、半導体チップの平均的な温度を許容温度以下にするための設計が行われる。しかし、小さな空間に多くのデバイスを搭載することで発熱密度が上昇している一方、冷却機器を設置するための十分なスペースを確保することが困難となっており、余裕を持った熱設計が行えない。半導体チップ内部の、トランジスタなどのデバイス内部には、その構造上局所的に電界の大きな部位が発生するため、局所的に温度が高くなる部位（ホットスポット）が存在する。そのため、ホットスポットの温度はチップの平均温度より高くなり、ホットスポット以外の温度は平均温度はチップの平均温度より低くなる。従来は、比較的余裕を持った熱設計が可能であったため、許容温度ギリギリの熱設計を行う必要性がなく、ある程度のマージンをとった熱設計を行うことで、平均温度より高温となるホットスポット部の温度も許容温度を超えないようにすることが可能であった。しかし、前述のように厳しい環境での熱設計が求められている現在、ホットスポット部の温度を適切に予測し、ホットスポット部を許容温度以下にする設計を行うことで高い信頼性を確保する必要性が生じている。そこで、本研究では、パワーSi MOSFET に着目し、パワーSi MOSFET 内部のホットスポットを特定することを目的とした。

解析には、熱・電気連成解析を適用した。この手法は、パワーSi MOSFET 内部の電子の流れやエネルギーを解析するとともに、電子のエネルギーと結晶のエネルギーの授受から発熱量を特定し、MOSFET の温度分布を求める手法である。解析結果から、パワーSi MOSFET 内部に生じるマイクロスケールのホットスポットを特定するとともに、その他の部位の温度とホットスポット部の温度の関係から、簡易的にホットスポットの温度を予測する手法の検討を行った。