

# パワーモジュールの信頼性向上技術

中島 泰\*  
杉木昭雄\*\*

Aluminum Bonding Wire Reliability of Transfer-molded Power Modules

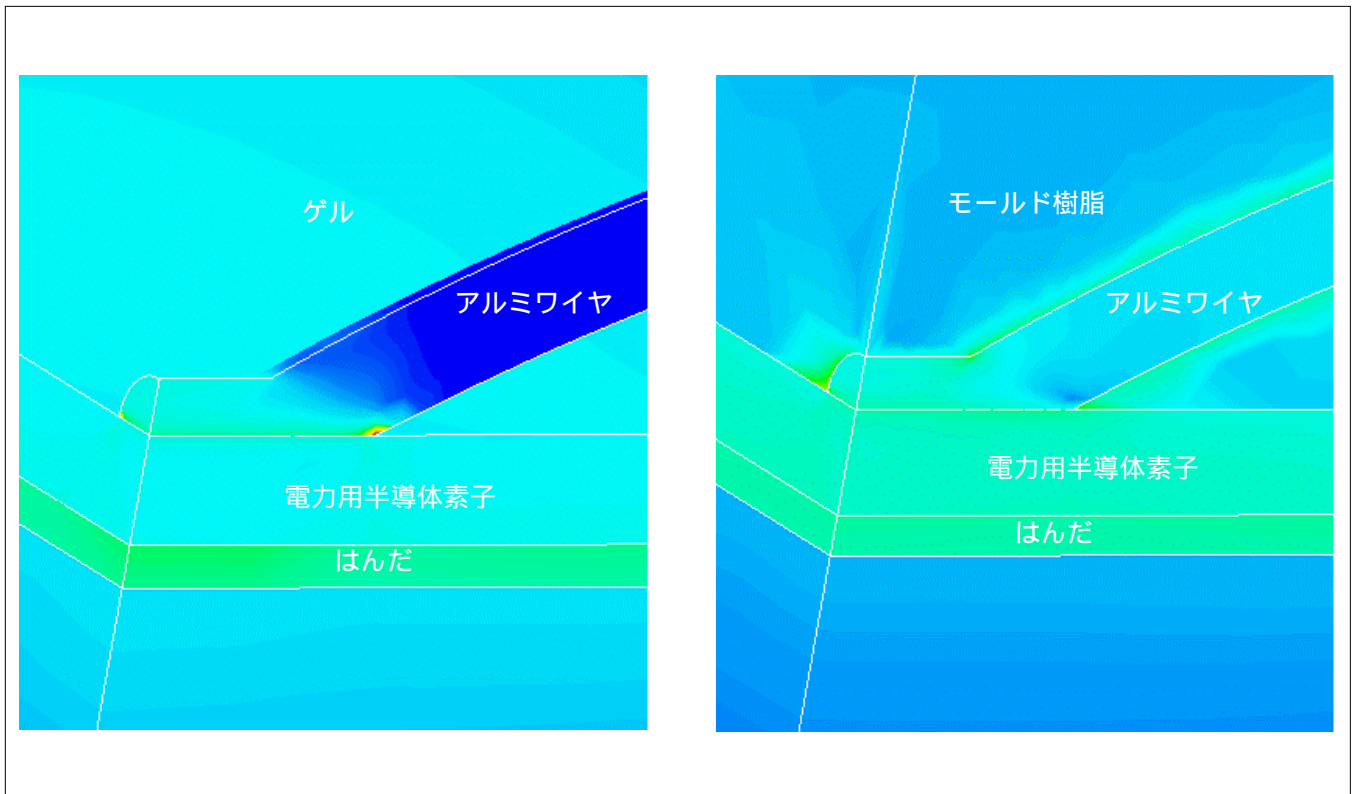
Dai Nakajima, Akio Sugiki

## 要 旨

三菱電機では、従来のゲル封止型パワーモジュールに比べて小型化が可能な構造として、筐体(きょうたい)の成形及び内部の絶縁樹脂の封入を一括で行うトランスファモールド技術を適用した、モールド樹脂封止型パワーモジュールの製品展開を進めている。数十から数百A以上の大電流を扱うパワーモジュールでは、断続的な負荷の増減によって熱応力が発生する。したがって、パワーモジュールでは電力用半導体素子への配線材料として用いている太線アルミワイヤが接合界面近傍で破断するパワーサイクル寿命と呼ばれる指標と、電力用半導体素子と内部回路とのはんだ接合層内部のき裂進展によって放熱性が損なわれるヒートサイクル寿命と呼ばれる指標とが重要となる。今回、樹脂封止型パワーモジュールにおけるパワーサイクル寿命に関して調査を行った。

パワーサイクルによってアルミワイヤ接合部近傍で破壊する原因は熱疲労である。すなわち、負荷変動によって電力用半導体素子やアルミワイヤの温度が変化し、これにアルミワイヤの線膨張係数がシリコン半導体素子のそれよりも一けた大きいことが要因として加わる結果、アルミワイヤの接合部近傍に繰り返し熱応力が発生し、接合界面近傍で疲労破壊が生じるものである。

ゲル封止ではアルミワイヤの接合界面端部に顕著な応力集中が生じ、接合界面近傍にき裂が進展するのに対し、モールド樹脂で封止することによって応力集中が緩和される。その結果、パワーサイクル寿命が、およそ3倍長くなることを、パワーサイクル試験、破壊形態の観察及び応力解析によって検証した。



## ゲル封止構造とモールド樹脂封止構造 パワーサイクル試験時のひずみ分布の比較

ゲル封止構造ではアルミワイヤ接合界面端部に応力集中が顕著であるのに対して、モールド樹脂封止構造では応力集中が緩和されている。この結果、 $T_j$ (ジャンクション温度の変動範囲)が80Kの条件で約3倍のパワーサイクル寿命向上を実現した。