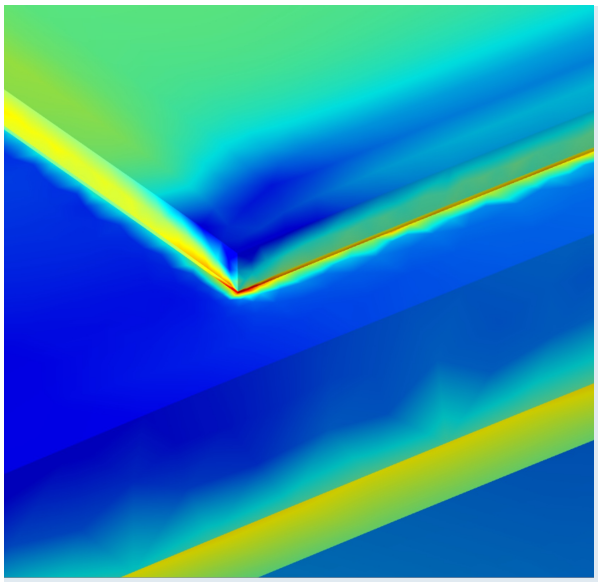


SiCチップをAMB基板に搭載した構造についてのCOMSOL Multiphysicsを用いた残留応力・反りの解析

モールド材の有無や厚さによる残留応力・反りの変化を解析することで、チップ搭載構造の高信頼設計を目指す。

中野誠彦[1], 國枝俊希[1], 小川士与音[1], 岩渕昭夫[1], 青木正明[1]
1. 慶應義塾大学理工学部,電気情報工学科, 〒 223-8522 神奈川県港北区.

概要

SiCパワー半導体デバイスは高温・高出力動作に適する一方、SiCチップをAMB基板に搭載した構造では構成材料の熱膨張係数と弾性特性の違いにより、製造後に残留応力や反りが生じて疲労耐性を弱める要因となる。

本研究では、銀焼結接合によりSiCチップをAMB基板へ搭載した三次元構造を対象に、封止前に形成される残留応力を考慮した上で、モールド封止の有無およびモールド厚さが残留応力・変形に及ぼす影響を評価した。

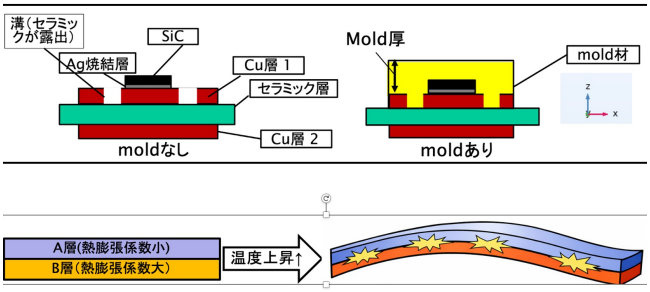


図1. 上： SiCチップ搭載AMB基板の断面図.
下:パワー半導体デバイスが受ける熱機械的ストレス.

解析内容

COMSOL Multiphysicsにおいて、SiCを異方性線形弾性体、その他の材料を等方性線形弾性体として設定し、四面体メッシュと剛体変位を防止する拘束条件を適用した。デバイス部材では銀焼結温度の250 ℃、モールド材では硬化終了温度の175 ℃をストレスフリー温度とした。

モールド材を低剛性とした注入直後の状態、変形を維持しての硬化後物性への切替え、25 ℃までの冷却という三段階の定常解析によりジオメトリを変更せずに封止工程を再現し、反り、フォン・ミーゼス応力および厚さ方向垂直応力を評価した。

結果

封止前残留応力を考慮しない場合、封止後の応力を過小評価することが分かった。モールド材は基板の反りならびに溝部・端部の応力集中を低減した一方、厚さが約1.0～1.5 mmを超えるとチップ内の最大フォン・ミーゼス応力が増加した。

以上より、モールド厚さの設計では反りの抑制と内部応力の増加を併せて考慮し、銀焼結工程から封止工程までの残留応力形成を連続的に解析することが重要である。

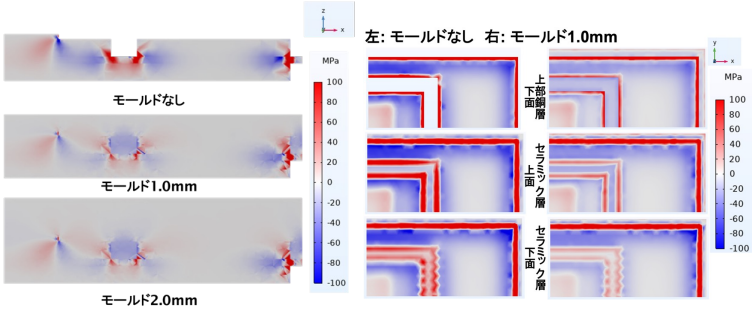


図2. 左： 垂直方向垂直応力の垂直方向断面図（変形なし）.
右: 垂直方向垂直応力の水平方向断面図（変形なし）.

参考文献