

TO-247 パッケージを活用した高信頼次世代パワーモジュール実装検討

Reliability Assessment of SiC Power Module using TO-247 Package molded with Thermoset EMC

○山下 真理¹, 原 綾音¹, 鈴木 達広¹, 荒木 祥和¹, 谷本 智^{1,3}, 葉丸 尚志², 赤津 観³

¹日産アーク, ²日立パワーソリューションズ, ³芝浦工大

○Mari Yamashita¹, Ayane Hara¹, Tatsuhiko Suzuki¹, Sawa Araki¹, Satoshi Tanimoto^{1,3}

Hisashi Yakumaru² and Kan Akatsu³

¹NISSAN ARC, Ltd., ²Hitachi Power Solutions Co., Ltd., ³Shibaura Inst. Tech.

E-mail: m-yamashita@nissan-arc.co.jp

1. 概要: 高温動作可能な SiC パワーデバイスの登場で、実用的な機電一体 EV インホイールモーター (IWM) システムの実現が現実味を帯びてきている。IWM 内に格納されるパワーモジュール(PM)は、高温と低温、温度変化、湿度、タイヤ振動に耐えねばならない。このため、PM の活性領域をハード樹脂で固めた実装形態が有力候補になっている。PM は高価であって、サンプルを多数消耗する高信頼化技術開発では開発コストが嵩む。このため、簡便なサンプルで信頼性試験を実施することが望まれている。筆者らはこの観点から、前記 PM に近い構造を有する TO-247 パッケージを用いて PM の高信頼化に取り組んでいる。本講演では TO-247 サンプルの放置試験(HTST)と冷熱サイクル試験(TCT)の結果を報告する。

2. 実験: 表裏全面に Ni めっきを、さらにダイパッド及びリードパッド部には部分 Ag めっきを施した TO-247 Cu 製リードフレームに SiC-SBD ダイ(ROHM S6302, $2.34 \times 2.34 \text{ mm}^2$)を真空接合した。ウェッジボンドで 1 番ピンをカソードセンス(ダイパッド)に、3 番ピンをアノードに接続した(Fig. 1b 参照)。ダイアタッチは共晶 Au-Ge(田中貴金属)、ワイヤーは $\phi 200 \mu\text{m}$ の Al 線(田中貴金属、#TANW)である。この後、リードフレーム表面を耐熱 200°C仕様の熱硬化性エポキシ封止材(EMC): ①EMC_A 又は②EMC_B (共に限定市販品)でモールドして Fig. 1a のようなテストサンプルを完成させた。HTST は温度 200°Cで 1,000 時間まで、TCT は温度振り-40°C $\leftrightarrow$ 200°Cで 1,000 サイクルまで実施した。途中、試験を一時中断して、超音波顕微鏡(SAT)像、順/逆方向 I-V 特性、過渡温度上昇特性の変化を観察した。

3. 結果: HTST、200°Cの結果について述べる。Fig. 2 は 1000 時間経過前後の EMC_A サンプルの SAT 像を比較している。観察位置は、(a) ダイパッド/樹脂界面、(b) ダイアタッチ層、(c) リードパッド/樹脂界面である。図から明らかなように、各樹脂界面の剥離、ダイアタッチ層のクラックまたは剥離の発生を示唆する変化は見られなかった。1000 時間に到達するまでの EMC_A サンプルの定格電流印加電圧 V_F 、逆方向耐圧 V_{RB} 、逆方向リーク電流 I_R 、過渡熱温度上昇値を追跡したところ有意な変化は見られなかった。一方、EMC_B サンプルは出来上がり時点で、リードフレームヘッド付近の樹脂界面で剥離が観察され、Ni めっき面との樹脂密着性に課題があることが判明した。なお、Ag めっき面には剥離はなかった。

【謝辞】本研究の一部は NEDO-SIP プログラム『EV モータ駆動用機電一体インバータの研究開発』の一環として実施された。EMC_A = CV8540 をご提供下さったパナソニック AIS 社、辻隆行氏に深謝する。

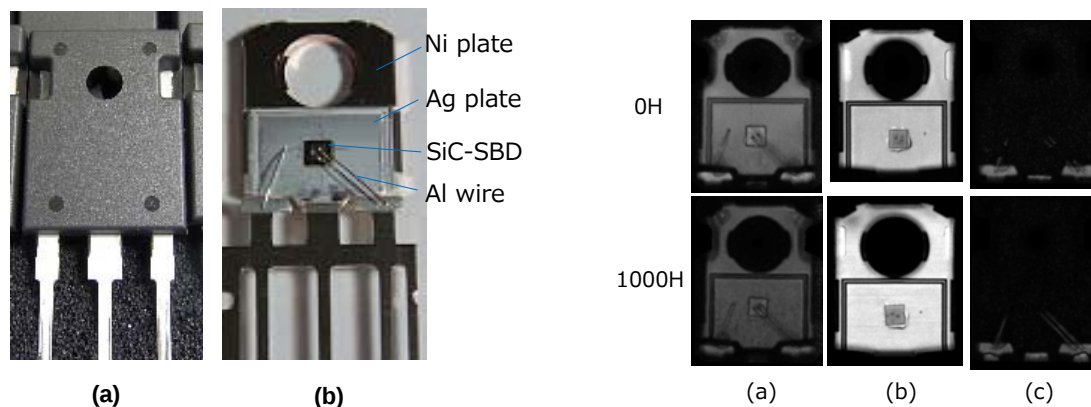


Fig. 1 Fabricated TO-247 PKG SiC-SBD test samples: (a) after and (b) before transfer molded with a thermoset epoxy material composite.

Fig. 2 SAT images of EMC_A before and after HTST for 1000H at 200C, showing (a) EMC/die pad interface, (b) die attach layer and (c) EMC/lead pad interface.