

破壊観察による SiC-MOSFET(TO-247)の冷熱サイクル劣化解析

Destructive Degradation Analysis for TO-247 Package SiC-MOSFETs Subjected to Thermal Cycle Test

○荒木 祥和¹, 鈴木 達広¹, 山下 真理¹, 大野 俊明², 薬丸 尚志³, 澤田 浩紀⁴, 谷本 智¹

1. 日産アーク, 2. ノートソン・アドバンスド・テクノロジー, 3. 日立パワーソリューションズ, 4. 岩通計測

○Sawa Araki¹, Tatsuhiko Suzuki¹, Mari Yamashita¹, Toshiaki Ohno², Hisashi Yakumaru³,

Hiroki Sawada⁴, Satoshi Tanimoto¹

1. NISSAN ARC, Ltd., 2. Nordson Advanced Technology Japan K.K.,

3. Hitachi Power Solutions Co., Ltd., 4. IWATSU TEST INSTRUMENTS Co., Ltd.

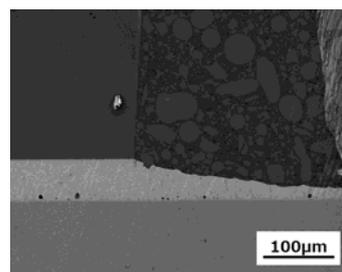
E-mail: araki@nissan-arc.co.jp

1. 概要

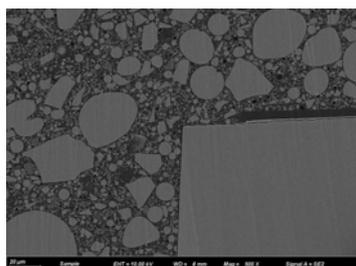
SiCやGaNなど次世代パワーデバイスには高 T_j で動作することが求められているが、市販デバイスの保証温度は未だSiデバイス並み($T_j \sim 175^\circ\text{C}$)である。筆者らは、最近、冷熱サイクル試験(TCT)を進めながら、TO-247パッケージSiC-MOSFETが劣化していく過程をSATやX-CT、電気計測等の非破壊評価手段を用いて観察した[1]。本発表では、前記TCTで劣化したサンプルを破壊評価法で解析した結果を報告する。非破壊評価との対応関係や、非破壊評価だけでは調査しきれない劣化の実相が解明される。

2. 実験および結果

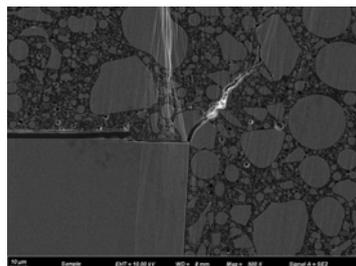
文献[1]で報告したように、電流定格 $>30\text{ A}$ 、耐圧 $>1.2\text{ kV}$ のA社製(市販品)、B社製(市販品)、C社製(開発品)のSiC-MOSFETを複数用意し、TCT($-40^\circ\text{C} \sim 200^\circ\text{C}$, 30 min/cycles)を行いながら、断続的に停止して各種非破壊調査を行った。状態の急変が認められたサンプル(の一部)を途中抜き取り、本研究において、破壊調査を行った。Fig. 1にA社製サンプルの断面SEM観察結果を示す。ここでは封止樹脂とダイアタッチ材の界面付近に着目している。1000サイクル後のサンプルは、ダイアタッチのフィレットと封止樹脂の間が完全に剥離し、ダイアタッチ内部には亀裂が伸展していた。後者の亀裂の原因を探るために、ダイアタッチ断面をナノインデンテーション法により微小部硬さ測定を行った結果、1000サイクル後は0サイクルに比べてダイアタッチ材が約2倍硬くなっていることがわかった。また、A社製サンプルの封止樹脂/SiC界面を拡大観察したところ、Fig. 2に示すように、1000サイクルではSiC上の表面保護膜ポリミドと封止樹脂の界面で剥離が起きていること、SiCのエッジ部から外部に向けて封止樹脂中を亀裂が伸展していることがわかった。参考文献: [1] S. Araki et al., Proceedings, IMAPS HiTEC 2016 (Albuquerque, NM, USA, May 10-12, 2016) pp. 169-174.



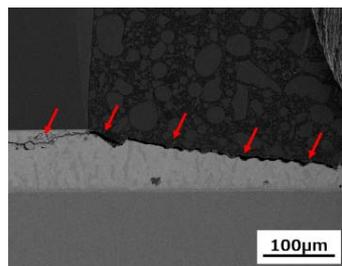
a) 0 cycles



a) 0 cycles



b) 1000 cycles



b) 1000 cycles

Fig. 2 Cross-sectional SEM showing the interface between the package resin and the SiC die surface for Sample A

Fig. 1 Cross-sectional SEM at edge of power die for Sample A