

SiC-MOSFET のアニール処理によるパワーサイクル試験耐性の向上

Power cycling lifetime improvement of SiC-MOSFETs by annealing treatment

○鈴木 達広¹, 山下 真理¹, 児嶋 伸夫¹, 谷本 智¹, 赤津 観²

¹日産アーク、²芝工大・工学部

○Tatsuhiko Suzuki¹, Mari Yamashita¹, Nobuo Kojima¹, Satoshi Tanimoto¹ and Kan Akatsu²

¹NISSAN ARC, Ltd., ²Dep. Electrical Eng., Shibaura Inst. Tech.

E-mail: t-suzuki@nissan-arc.co.jp

1. 概要

パワー半導体の信頼性評価として、チップ自体を繰り返し通電発熱させるパワーサイクル試験が行われている。発熱体であるチップの周辺には大きな温度上昇が生じるため、その部分では部材に応じた熱膨張係数の違いによる応力が発生し歪が繰返されて劣化が進む。この劣化には、実装時の加工で生じた種々の残留応力も影響していると考えられる。最近、パッケージの高耐熱化が進んでいることから、本研究では、残留応力を減少させる方法としてのアニール処理が、SiC-MOSFET の試験寿命に及ぼす効果を調べた。175℃25 時間のアニール処理を行ったところ、 $\Delta T_j=130^{\circ}\text{C}$ のパワーサイクル試験にて、オン電圧 5%上昇までの故障サイクル数が 3 倍以上増加し、大幅に寿命が向上したので報告する。

2. 試料と試験

試料は TO-247 パッケージに実装されている市販 SiC-MOSFET (1200V/14A 品) である。アニール処理時間を 0, 25, 50, 100, 200, 300 時間と振った試料をそれぞれ 4 個ずつ作成し、処理前後のオン抵抗をパワーサイクル試験 (以下 PwCT) 前に測定した。その後、20℃～150℃ ($\Delta T_j=130^{\circ}\text{C}$)、1 秒オン/11 秒オフの条件にて PwCT を実施した。

3. 試験結果

アニール処理前後のオン抵抗変化を表 1 に示す。アニール処理が 200 時間以降では明らかなオン抵抗の低下が見られた。この原因として 175℃の長時間アニールで Al ワイヤやはんだ等の実装材料の再結晶化が進んで低抵抗化した可能性が考えられる [1]。表 2 にこの後、実行した PwCT の累積 50%故障のサイクル数を示す。25 時間アニール処理試料は寿命がアニール無の試料と比較して 3 倍以上長くなり、顕著な寿命向上の効果が確かめられた。それ以上のアニール時間ではオン抵抗が減少して行くものの、寿命の伸びは飽和する傾向が見られた。アニール無と 25 時間処理の試料のオン電圧の変化を図 1 に示す。アニール無の試料ではオン電圧の増加速度が速くなる傾向が見られた。寿命増加の要因については、今後試料の解析を行っていく。

【謝辞】本研究の一部は NEDO-SIP「EV モータ駆動用機電一体インバータの研究開発」の一環として遂行された。

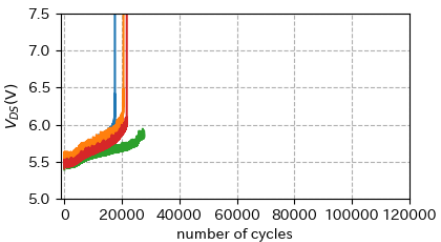
【文献】[1] 谷澤ら, スマートプロセス学会誌 第2巻 第4号(2013 年 7 月), p. 152

表 1 アニール処理前後のオン抵抗変化

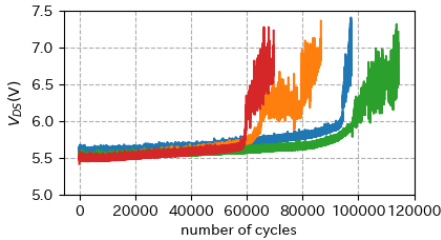
アニール時間 (hr)	初期オン抵抗 (mΩ)※4個の平均	アニール後オン抵抗 (mΩ)※4個の平均	増減 (%)
25	301.3	301.2	-0.03
100	303.5	302.9	-0.22
200	300.2	296.4	-1.26
300	300.5	296.8	-1.23

表 2 パワーサイクル試験における累積 50%故障サイクル数

アニール時間	0hr	25hr	50hr	100hr	200hr	300hr
故障サイクル数	20267	71941	68820	59290	60729	52470



(a)アニール無



(b)アニール 25 時間

図 1 パワーサイクル試験におけるオン電圧の経過