

高耐圧パッケージの 電気信頼性向上のための封止材評価技術

New Evaluation Technology of EMC to Improve Electrical Reliability of High-Voltage Package

水島 彩 Aya Mizushima

開発統括本部 エレクトロニクス関連材料開発センタ 封止材料開発部

1 概要

各国でエネルギー政策が重要課題であり、パワー半導体は①高電圧化、②電力密度アップ、③エネルギー損失低減による高効率化が期待されている。そのため、パワー半導体用封止材はさらなる高耐熱化および高耐圧信頼性化が求められている。本報では、リーク電流に与える封止材の影響メカニズムと影響度を検討した。本評価結果から長時間高温バイアス印加後封止材の分極がリーク電流に寄与していることが分かった。分極の評価手法として空間電荷分極を含む誘電率がリーク電流と相関性が高いことを見出した。

Energy policy is an important issue in the world, and power semiconductors are expected to achieve high efficiency by (1) increasing the voltage, (2) increasing the power density, and (3) reducing the energy loss. Therefore, the EMC (encapsulation molding compound) for power semiconductors is required to have further higher heat resistance and higher break-down voltage reliability. In this report, we discuss the mechanism and degree of EMC's impact to leakage current. As a result, it was found that the polarization of EMC contributes to the leakage current after applying high bias at high temperature for a long time, and the dielectric constant including space charge polarization has high correlation with leakage current as a polarization evaluation method.

2 新技術の特徴

これまで一般電気特性(体積抵抗率や誘電率1 MHz)で相関性を得ることができなかったリーク電流に対して、空間電荷分極を含む誘電率という新たな概念を用いることにより、リーク電流との相関性を得ることができた。

3 開発経緯

近年、各国でパワーエレクトロニクスによるエネルギー政策やそれに伴う技術開発がさかんである。特に、SiCを用いた次世代パワー半導体はバンドギャップ増大による電力損失低減が見込まれており、一部電鉄や車両向けで量産化が始まった。しかし、ウェハ作製コストが高く、課題を残している。また、Siパワー半導体はコスト面で有利だが、電力損失が大きい欠点がある。そこで、電力損失に関わるリーク電流低減技術を確立することにより、さらに電力損失化を低減できるSiCおよびSiパワー半導体パッケージ用封止材を提案することをめざした。

これまで、リーク電流は封止材の電気特性が影響すると予想されていたが、一般物性の体積抵抗や誘電率(1 MHz)との相関性が低く、リーク電流低減手法が明確ではなかった。そこで、リーク電流増大はチップ上への封止材の分極が影響していると考え、長時間高温バイアス下の分極に着目した。本検討では、耐圧信頼性であるリーク電流と相関性のある新たな物性値(空間電荷分極を含む誘電率)の技術を確立したので、以下の内容を報告する。

4 技術内容

リーク電流は環境試験処理(例えば、高温逆バイアスや高温高湿逆バイアス)後に規定値以下であることが要求される。一方でリーク電流は試験時間および発生傾向や半導体チップ構造からチップ上への封止材分極が関与していると推察した。封止材では分極の指標として誘電率を用いることが多いが、その際の誘電率は常温、1 MHz(μ 秒オーダー)測定結果で示すことが一般的である。しかし、対象の環境試験は高温かつ長時間のため、試験条件に乖離がある。そこで、高温下の空間電荷分極を含む誘電率に着目し、評価方法の検討および測定を行った。また、リーク電流測定は弊社HTRB評価装置を用いて特定環境試験条件(175°C 1200 V逆バイアス)下336時間後の結果を用いた。この両者の結果から、空間電荷分極を含む誘電率とリーク電流の相関性が確認された(図1)。

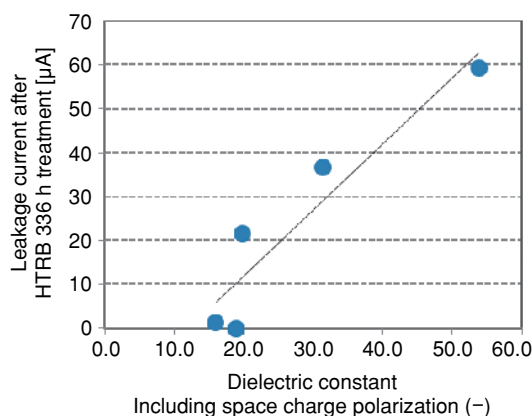


図1 HTRB336時間後リーク電流と空間電荷分極を含む誘電率との相関性

Figure 1 Relationship between leakage current after HTRB 336 h treatment and dielectric constant including space charge polarization

また、故障解析はHTRB試験336時間後パッケージのI-V特性変動評価を実施した。図2に示すように高誘電率封止材は未試験品と比較しI-Vカーブの立上がり電圧が250 V低下するが、低誘電率封止材ではI-Vカーブ立上がり電圧が80 V低下した。I-Vカーブ結果からも空間電荷分極を含む誘電率が電気特性に与える影響を確認することができた。また、エミッション解析からも高誘電率品は素子の耐圧コントロール部である空乏層が変化しやすいことが分かり、空間電荷分極を含む誘電率がリーク電流制御に有効であることが分かった。

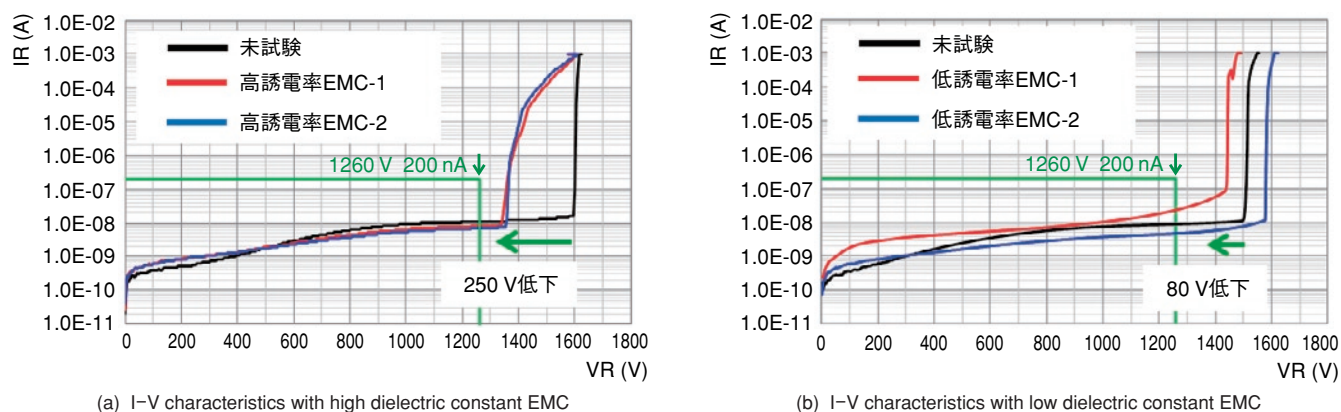


図2 高誘電率封止材を用いた場合と低誘電率封止材を用いた場合のI-V特性評価結果

Figure 2 Evaluation result of I-V characteristics with high or low dielectric constant EMC

5 今後の展開

- ・本技術を用いた高耐圧対応パワー半導体用封止材のレベルアップ

【参考文献】

2015半導体関連プレーヤーの最新動向調査, 富士キメラ総研, 2015年5月