## 電気・熱・応力連成回路解析による SiC パワーデバイス電気特性の 応力依存性評価法の構築

**Development of Evaluation Method for Mechanical Stress Dependence of** 

SiC Power Device by Electro-Thermal-Stress Coupled Analysis

(株)東芝 研究開発センター<sup>1</sup>,東大工<sup>2</sup>

<sup>O</sup>加藤 光章<sup>1</sup>, 牛流 章弘<sup>1</sup>, 加納 明<sup>1</sup>, 高尾 和人<sup>1</sup>, 廣畑 賢治<sup>1</sup>, 泉 聡志<sup>2</sup> Toshiba R&D center<sup>1</sup>, Univ. of Tokyo<sup>2</sup>

<sup>°</sup>Mitsuaki Kato<sup>1</sup>, Akihiro Goryu<sup>1</sup>, Akira Kano<sup>1</sup>, Kazuto Takao<sup>1</sup>, Kenji Hirohata<sup>1</sup>, Satoshi Izumi<sup>2</sup> E-mail: mitsuaki1.kato@toshiba.co.jp

<u>はじめに</u>: パワーデバイス用材料として高温,大 電流での使用が想定される SiC は,製造・実装時 の残留応力,駆動時の熱応力によるデバイス電気 特性劣化への影響が懸念されている.また,応力 のモジュール性能への影響を分析し,信頼性向上 を目指すためには,電気・熱・応力による複合的 な物理現象を考慮したシミュレーション環境の 構築が必要である.

本研究は, Si デバイスに関する従来研究[1][2] を基に, SiC デバイスの応力と電気特性の関係を 分析するとともに,電気特性モデルを組み込んだ 電気・熱・応力連成回路解析により,パワーモジ ュールに対する応力の影響を評価した.

<u>手法</u>: Fig.1 に電気・熱・応力連成回路シミュレー タの解析フローを示す.本シミュレータは,温 度・応力から電気特性への変換部,電気回路解析 部,および,熱回路解析部からなる.応力と電気 抵抗の関係は,四点曲げ試験と構造解析を SiC デ バイス (n型 MOSFET)に適用することで取得し た.応力に含まれる駆動時の熱応力成分は,モジ ュール構造を再現した熱・構造解析から取得した. 応力に含まれる残留応力成分はラマン分光によ り評価した[3].

<u>結果と考察</u>: 四点曲げ試験と構造解析の結果,オン抵抗はデバイス表面引張応力約 1GPa で約 7%増加, 圧縮応力約 0.3GPa で約 1%減少した. Fig.2 に回路シミュレータで再現した応力と I<sub>d</sub> -V<sub>ds</sub>の関係を示す. 多並列昇圧チョッパに本特性を組み込み,駆動条件,および,実装時の残留応力をパラメータとした解析を行った. その結果,引張応力の際に損失が増加することを確認した.

参考文献: [1] M. Koganemaru et. al., IEEE Trans.

CPT, 33(2), pp.278-286 (2010).

[2] T. Kikuchi et. al., Toshiba Review, 68(7), pp.27-30 (2013).

[3] H. Sakakima et. al., The 77th JSAP Autumn Meeting (2016).

<u>謝辞</u>:本研究は,総合科学技術・イノベーション 会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラ ム)「次世代パワーエレクトロニクス/SiC 次世 代パワーエレクトロニクスの統合的研究開発」 (管理法人:NEDO) によって実施されました.





Fig.2. I<sub>d</sub> vs. V<sub>ds</sub> for various temperatures and stresses.