

# SiC半導体

- SiCパワーデバイスの特徴
  - 高速動作: スイッチング速度の向上
  - 高温動作: 冷却用システムの簡略化
  - 低オン抵抗: 消費電力・損失・放熱量削減
  - 高耐圧: 大電流を使用可、抵抗とトレードオフ
  - 高密度: パワー密度が高く小型化が可能

## 用途

- 電力変換装置
- 車両等の制御装置
- 高圧電源
- 高圧送電 etc

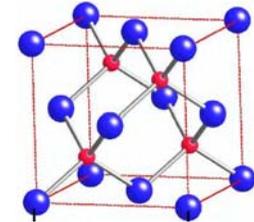


2014年4月 小田急車両のインバータで導入

三菱電機 <http://www.mitsubishielectric.co.jp/news/2014/0430.html>

# 背景

- SiCパワーデバイスの課題
  - 応力によって電気特性が変化
  - 現在の技術ではウェハに積層欠陥や転位が存在



耐電圧の低下、寿命低下、損失増大、動作不良  
実用化には信頼性が課題→構造内の応力評価が必要

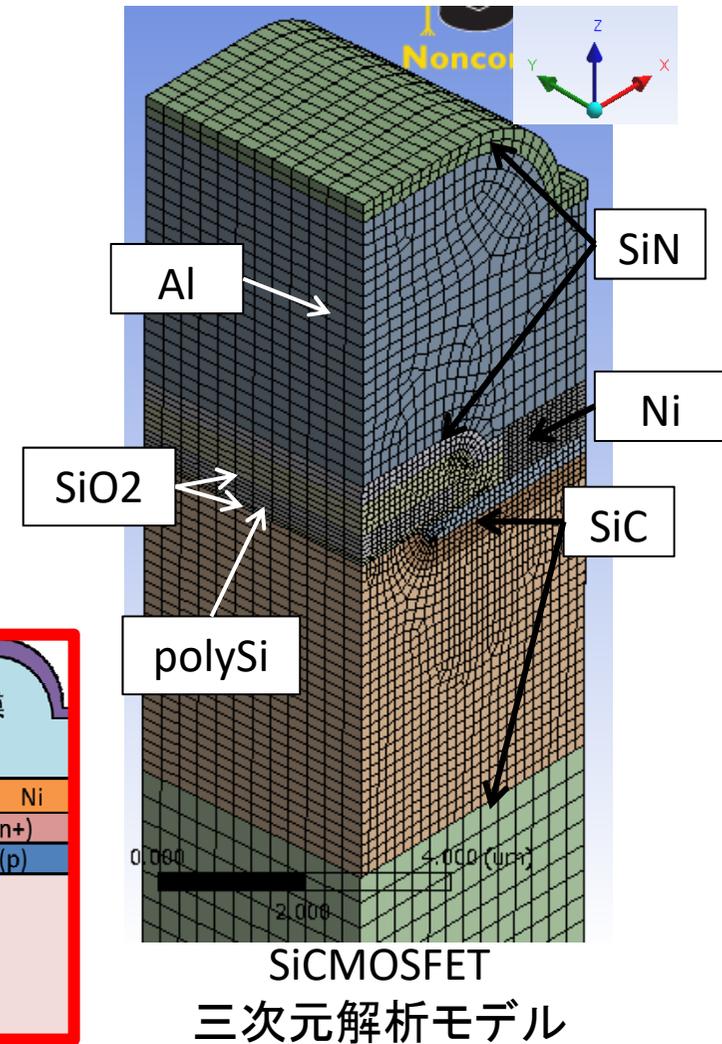
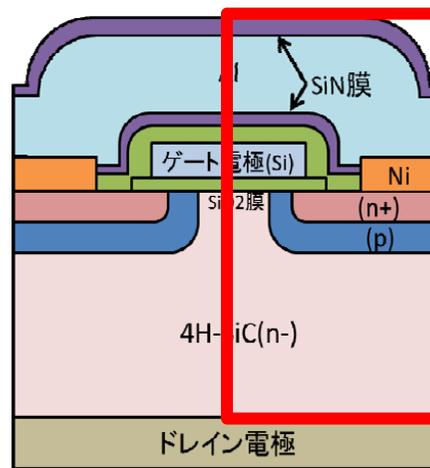
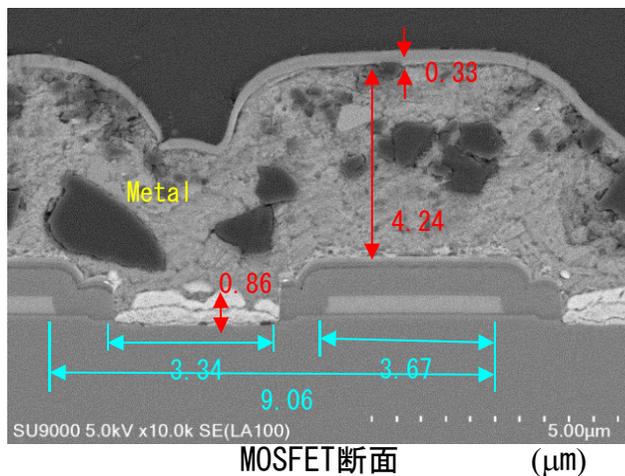
## 本研究の目的

4H-SiCパワーデバイス内の応力を実験とシミュレーションにより計測・評価し、応力の解析評価技術を確立する

# 有限要素法による応力評価

- 熱応力の三次元解析
  - 汎用解析ソフト ANSYS使用

|   | プロセス              | 温度         |
|---|-------------------|------------|
| 1 | SiC上にゲート酸化膜形成     | 1100°C     |
| 2 | ゲート電極 (polySi) 形成 | 600°C      |
| 3 | 保護膜(SiN,SiO2)形成   | 700°C      |
| 4 | Ni、Alのスパッタリング     | 22°C(環境温度) |
| 5 | 保護膜(SiN) 形成       | 300°C      |



# ラマンシフト量分布の比較

- E1モード

$$\begin{aligned} \Delta\omega_{E1} &= -1.95(\sigma_{xx} + \sigma_{yy}) + 0.05\sigma_{zz} \\ &\pm 1.61[(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + 4\tau_{xy}^2]^{1/2} \end{aligned}$$

- E2モード

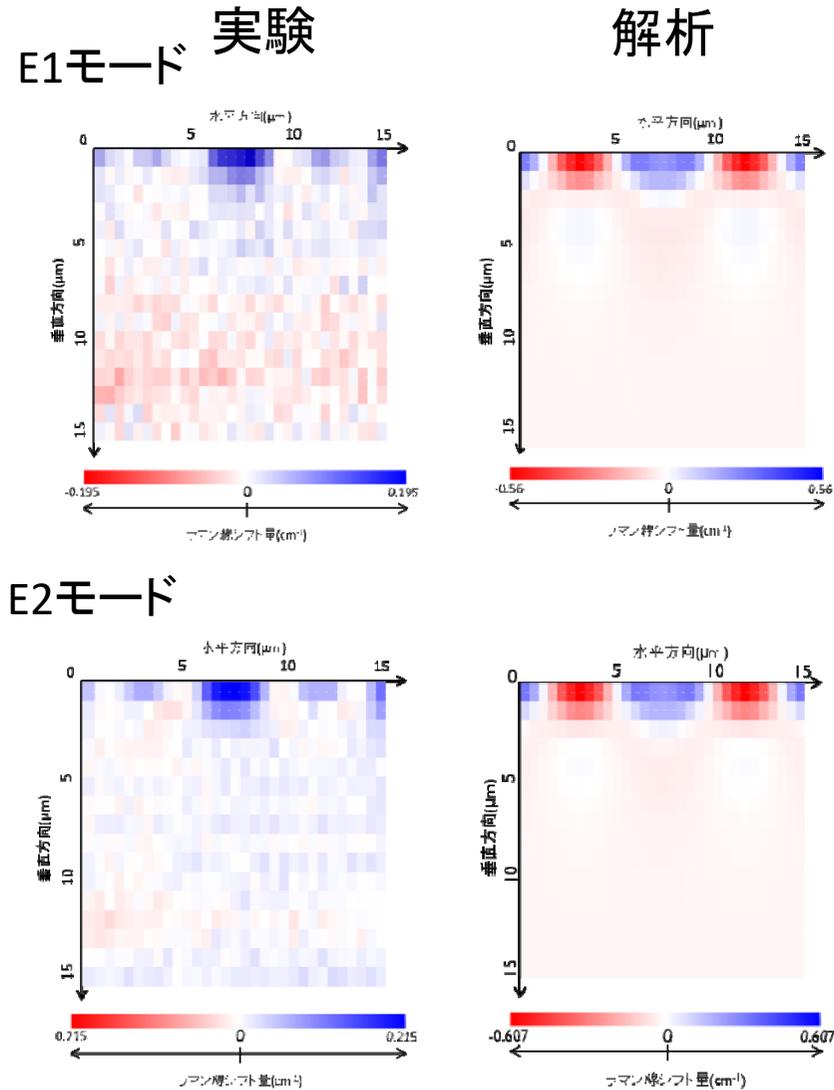
$$\begin{aligned} \Delta\omega_{E2} &= -1.99(\sigma_{xx} + \sigma_{yy}) - 0.147\sigma_{zz} \\ &\pm 1.66[(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + 4\tau_{xy}^2]^{1/2} \end{aligned}$$

- ゲート部直下の値が

大きく異なる

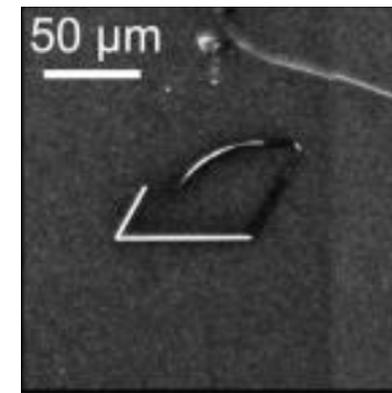
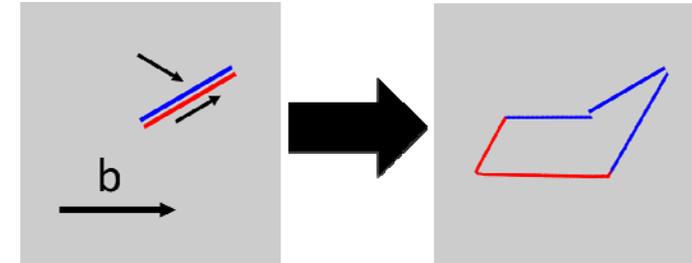
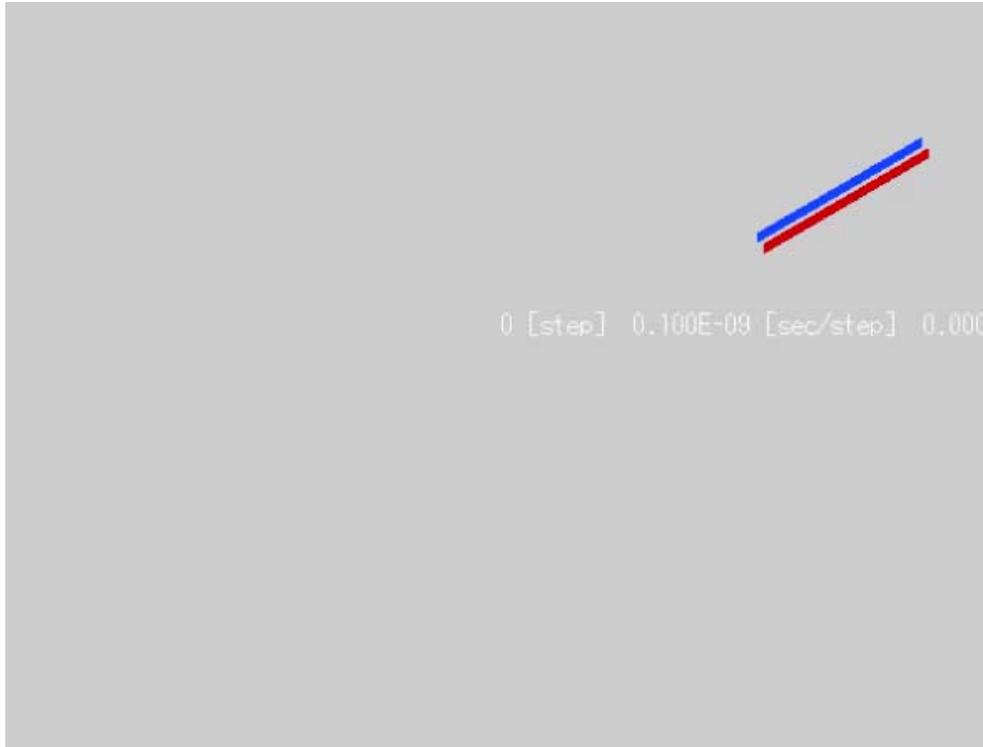
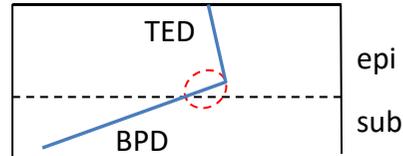
成膜時に真性応力が発生しているのでは

→逆解析により応力解析の精度を上げていく



# 転位動力学のBPD/TED変換点への適用

- ・エピ層/基板界面にはBPD/TED変換により両端が固定されたBPDが存在している
- ・両端を固定されたBPDに対して解析を行い, 拡大形状が実験と一致することを確認した



Ha, et al., J. Appl. Phys., 96, 2004  
飯島, et al., 応用物理学会秋季学術講演会, 2016