

# 低炭素社会を実現する 新材料パワー半導体プロジェクト：技術成果

## Key Words

Large-scale SiC Wafer, SiC Switching Device, HT Packaging

## 概要

高品質6" SiC結晶成長と高速一貫ウエハ加工、高品質エピ成長を実現すると共に、統合評価プラットフォームを構築して信頼性のウエハ段階での予測を可能とした。また、新規構造デバイス開発と変換器実証によりSiCデバイスのポテンシャルを実証した。実装基盤技術では、高温動作パワーモジュールの高信頼接合技術等の開発を進めている。

## 高品質・大口徑ウエハ製造技術

### ● 高品質6"ウエハの低コスト化に見通し

6" SiCウエハを実現した。加工では、ワイヤーソーによる従来の5倍の高速インゴット切断の実現等、高速一貫ウエハ加工プロセスを構築した。デバイス形成用エピ成長では、6"で実用レベルの膜質を実現した。



2011.12.06: 新日鉄プレスリリース

国内初  
6インチ実現  
(富津拠点)

独自の高速、高品質昇華法結晶成長技術で実現




2012.08: テンソープレスリリース

世界最高品質\*  
6インチ実証  
(日進分室)

\*: 転位密度:  $10^3$ 個/cm<sup>2</sup>台

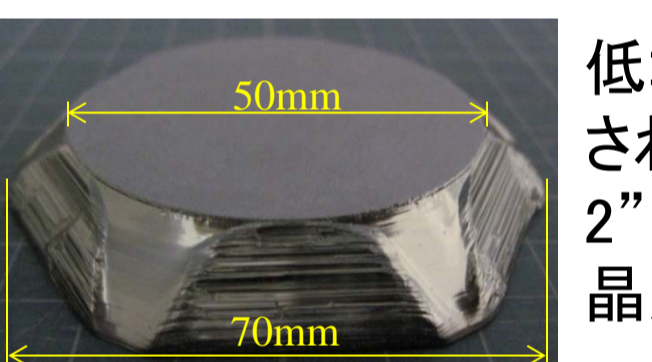
6" SiCウエハの実現



高速マルチワイヤーソー  
切断用ワイヤー  
切断の様子

線速2500m/min  
6"を9時間で切断 (つくば集中研)

### 高速切断技術



低コスト化が期待される溶液法で2"×11mmの単結晶成長を実証 (つくば集中研)

第3世代結晶成長技術

### ● デバイス信頼性のウエハ段階での予測に道筋

結晶成長からデバイスまで全体に渡る分析・評価の統合評価プラットフォームを構築した。エピウエハの表面欠陥を同定、MOSゲート寿命との相関を統計的に解析し、低寿命品を選別できることを示した。

SiCウエハ表面欠陥認識 / 分類 / 座標

欠陥 ↔ デバイス電極

観察システム

共通座標

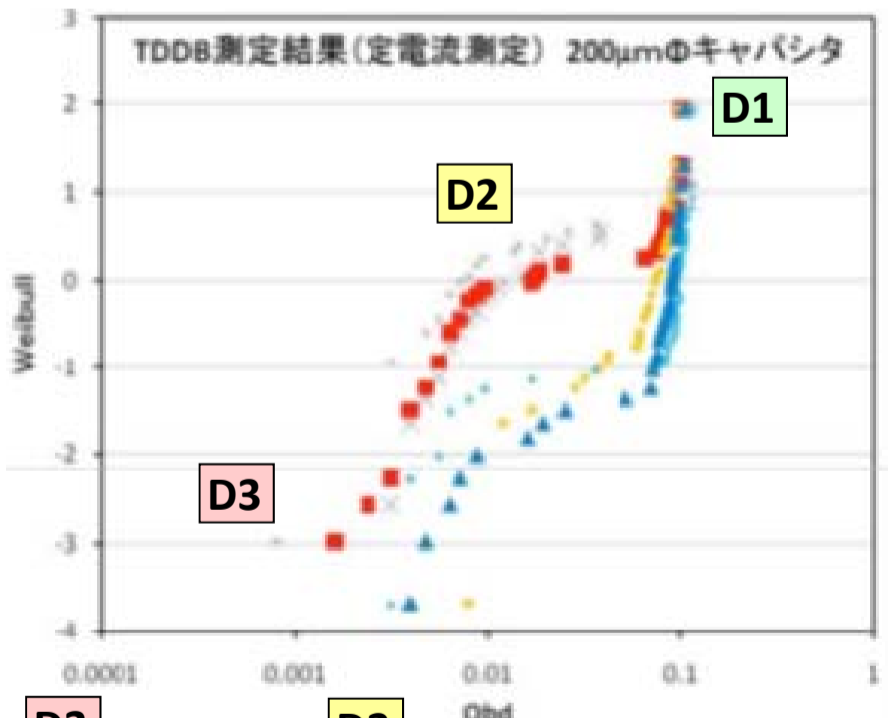
電気特性解析

欠陥構造解析

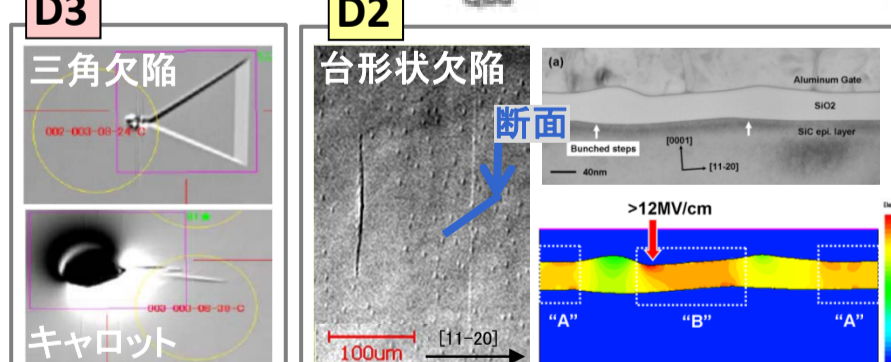
小面積TEG (電極座標) 大量データ統計解析

詳細な欠陥の構造解析

X-ray Topo. SEM AFM FIB-TEM PL, EBIC



TDDP測定結果 (定電流測定) 200µmφキャピタ



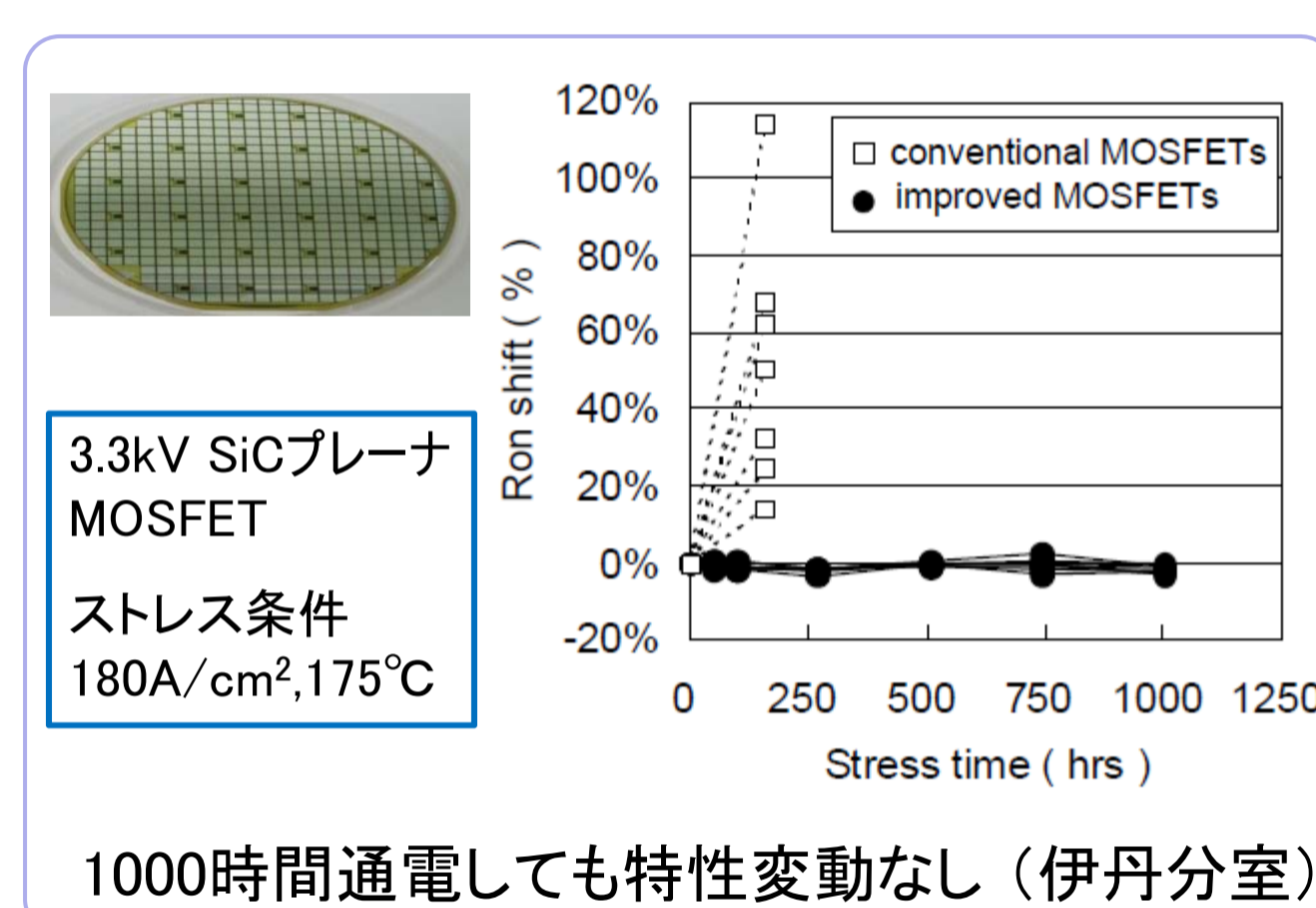
D1: 三角欠陥  
D2: 台形状欠陥  
D3: キャピット

統合評価プラットフォームと解析事例

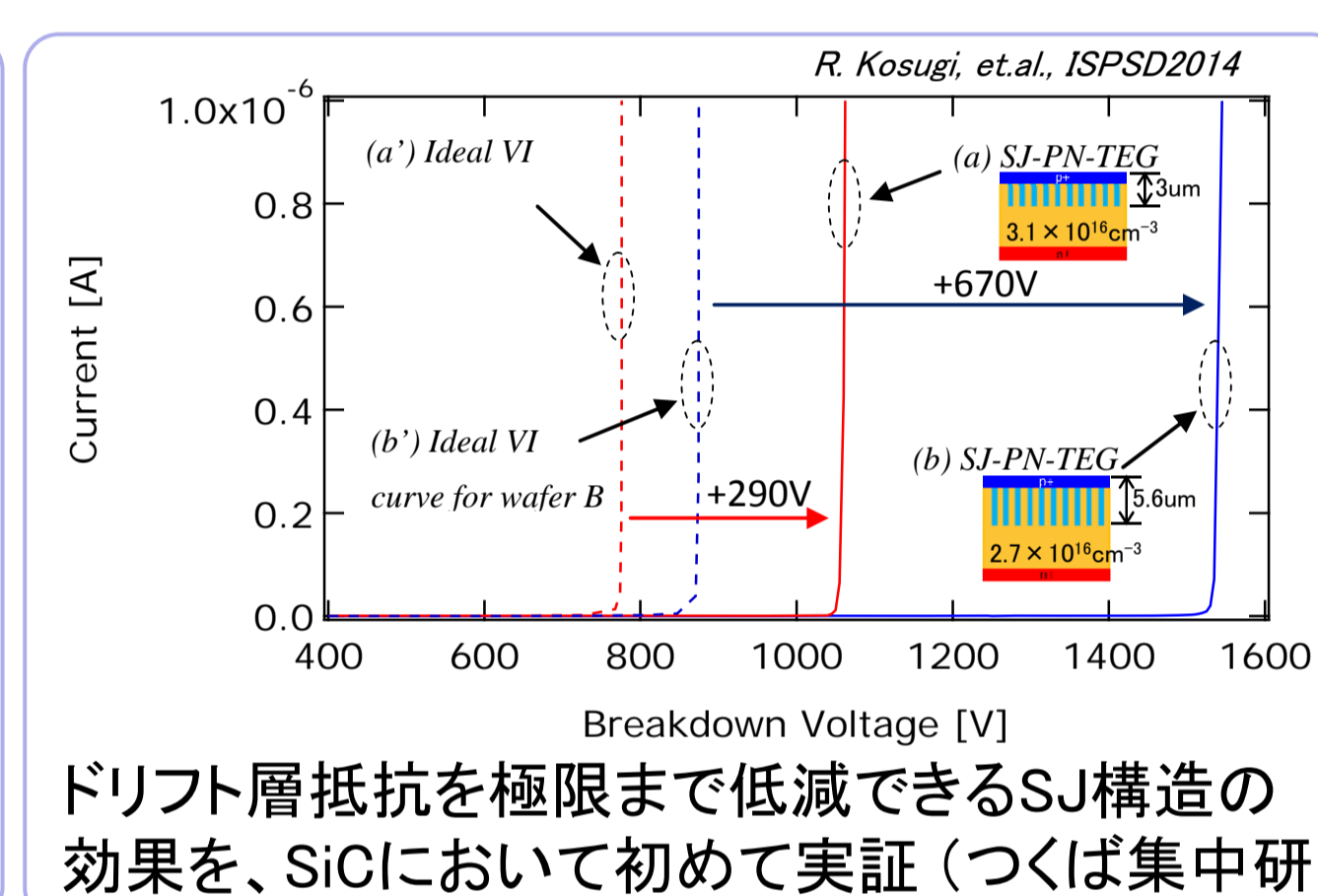
## 高耐圧スイッチングデバイス製造技術

### ● 高耐圧領域でのSiCデバイスのポテンシャルを実証

3.3kVプレーナMOS構造でトップレベルの特性オン抵抗  $15\text{m}\Omega\text{cm}^2$  を達成、電力変換器に適用できるデバイスを実現。更なる抵抗低減を目指し、次世代トレンチMOSFET、SJの要素技術を開発。高耐圧用厚膜エピ成長では、成長速度  $100\mu\text{m/h}$  以上で残留キャリア濃度  $3 \times 10^{14}/\text{cm}^3$  以下の高速成長を実現。



高耐圧SiC-MOSFET



SJ要素技術開発

SJ: Super Junction

## 高耐熱部品の実装基盤技術

### ● 高温動作SiCパワーモジュールの技術課題を抽出

FCRAから提供された高耐熱受動部品を用い、1200V/50A級のSiCパワーモジュールの構造設計、組立工程順序、プロセス条件を検討し高信頼接合技術等の課題を抽出

FCRA: ファインセラミックス技術研究組合

スナバ抵抗  
配線基板  
放熱基板  
スナバコンデンサ

1200 V / 50 A級、動作温度225°C

SiCパワーモジュールのイメージ

## 今後の展望

- 開発技術の早期実用化によるSiCデバイスの普及
- 環境対応車の普及などを通じて、省エネルギー、地球規模の環境負荷低減に貢献。



プロジェクトリーダー  
産総研 先進パワーエレクトロニクス研究センター センター長 奥村 元