

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 (H22.8~H27.2)

Key Words

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

概要

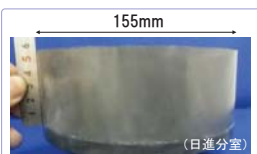
高品質6”SiC結晶成長と高速一貫ウェハ加工、高品質エピ成長を実現するとともに、統合評価プラットフォームを構築して信頼性のウェハ段階での予測を可能とした。また、新規構造デバイス開発と変換器実証によりSiCデバイスのポテンシャルを実証した。実装基盤技術では、耐熱部品を用いた高温実装技術の可能性を実証した。

高品質・大口徑ウェハ製造技術

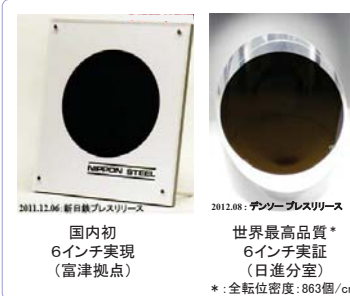
● 高品質6”ウェハの低コスト化に見通し

SiCインゴットの6インチ化実現

- ・ 長尺: 50mm
- ・ 高品質: 転位密度 $\leq 1000\text{cm}^{-2}$
- ・ 高速成長: $\geq 500\ \mu\text{m/h}$
- ・ 6インチ高均一・低欠陥エピ



成長結晶写真



6”SiCウェハの実現

ガス法

- ・ 4インチ、43mm
- ・ 成長速度: 3.6mm/h (日進分室)

溶液法

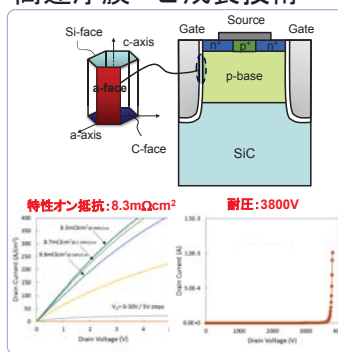
- ・ Al, N同時添加で p, n伝導型制御
- ・ 拡大成長部で超低欠陥化 (つくば集中研)

第3世代結晶成長技術

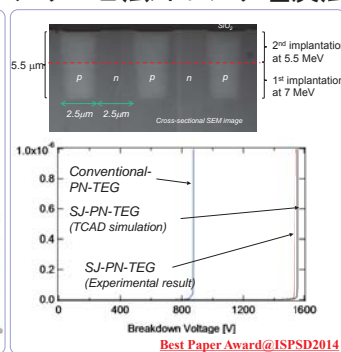
高耐圧スイッチングデバイス製造技術

● 高耐圧領域の新規構造デバイスを実証

- ・ 高耐圧トレンチMOS
- ・ スーパージャンクション構造
- ・ 高速厚膜エピ成長技術
- ・ マルチエピ法/トレンチ埋戻法



3.3kV級トレンチMOS-FET



マルチエピSJ-ダイオード

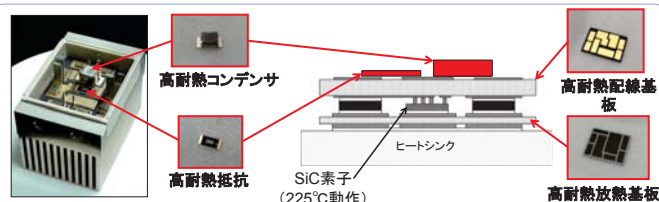
● 高耐圧SiCデバイスのシステム実装 (伊丹分室)

- ・ 大容量高耐圧MOS \Rightarrow 大容量フルSiCパワーモジュール
- ・ 鉄道車両に搭載、損失削減を実証 ($\blacktriangle 55\%$ vs Si-IGBT)

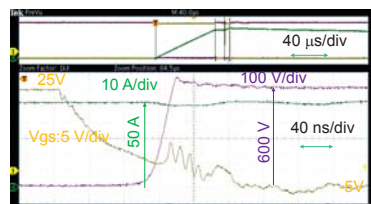
高耐熱部品の実装基盤技術

● 耐熱部品の高温実装技術の可能性実証

- ・ 高耐熱部品の開発 (FCRA; ファインセラミックス技研組合)
- ・ SiC素子の近傍に高耐熱部品を実装する立体実装



受動部品混載形高温動作モジュール (1.2kV-50A, Tjmax: 250°C)



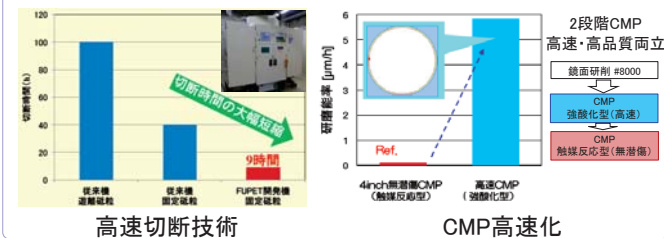
25°Cホットプレート上で50Aスイッチング動作を確認

高効率ウェハ加工一貫プロセス

- ・ 大口徑対応新規ウェハ加工要素プロセス高度化
- ・ 一貫加工プロセスとしての高効率化

6インチ一貫加工工程: 9.7Hを実現

切断(9h) + 中間工程[研削・研磨](20min以内) + CMP(約20min)



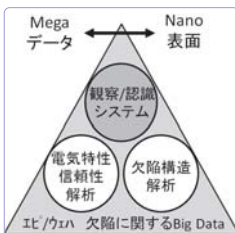
高速切断技術

CMP高速化

● 信頼性のウェハ段階での予測を可能に

先駆のデータベース構築で優位性確保

- ・ 高分解能画像による欠陥認識
C-DIC + PL画像
- ・ 電特と欠陥の紐つけ、統計処理
- ・ 欠陥構造と形成メカニズム解析



統合評価プラットフォーム



[参画機関] 旭ダイヤモンド工業株式会社、カルソニックカンセイ株式会社、サンケン電気株式会社、昭和電工株式会社、新日本製鐵住金株式会社、株式会社タリ、株式会社ディスコ、株式会社デンソー、株式会社東芝、株式会社リサーチセンター、トヨタ自動車株式会社、株式会社豊田中央研究所、豊田通商株式会社、日産自動車株式会社、パナソニック株式会社、日立化成株式会社、株式会社日立製作所、富士電機株式会社、株式会社インコーポレーテッド、株式会社技術研究所、三菱電機株式会社、ローム株式会社、(独)産業技術総合研究所、関西学院大学、電中研、名大、阪大、名工大、中研大、横浜国大、物産機構、東北大学



技術研究組合次世代パワーエレクトロニクス研究開発機構(FUPET)

プロジェクトリーダー 国立研究開発法人 産業技術総合研究所 奥村 元