

貼り合わせSiC基板上の1.2 kV 耐圧トレンチ型MOSFETの順方向バイアス劣化試験評価

IIA-20

Forward bias degradation evaluation of 1.2 kV-class SiC trench MOSFETs on bonded substrates

石川誠治¹, 東雄大¹, 瀬崎洋², 小林元樹³, 内田英次³, 岡本光央¹, 原田信介¹, 児島一聡¹, 加藤智久¹, 田中保宣¹

¹産業技術総合研究所, ²フェニテックセミコンダクター, ³サイコックス

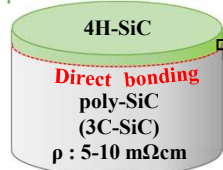
概要

- これまでにサイコックス社の貼り合わせ基板（貼合せ-UMOS）と4H-SiC基板（単結晶-UMOS）上に同一装置にてトレンチ型MOSFETを作製し、IV特性や逆回復特性を評価し貼り合わせ基板のパワー半導体への有効性を確認した[1]
- 貼合せ-UMOSは最大順方向ストレス 2500 A/cm²においても順方向バイアス劣化の低減を示した
- 貼り合わせ基板の順方向バイアス劣化の低減は水素注入起因の転写層内のトラップセンターにより注入される正孔が再結合により消失することが示唆されている[2]

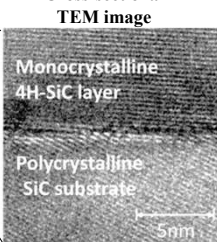
貼り合わせ基板

- 4H-SiC 貼り合わせ基板 (SiCkrest)

t < 1 μm



Cross-sectional TEM image



特徴

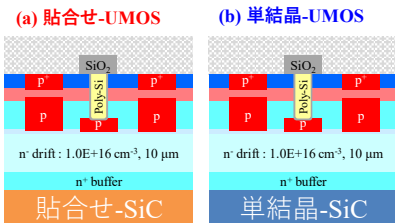
1. SBDのオン抵抗低減 [3]
2. 熱処理不良な裏面オーミックコンタクト形成 [3]
3. PiNダイオードのバイポーラ動作時の順方向バイアス劣化の低減 [4]

目的

貼り合わせ基板上のトレンチ型MOSFET（貼合せ-UMOS）の順方向バイアス劣化の低減を確認する

実験方法

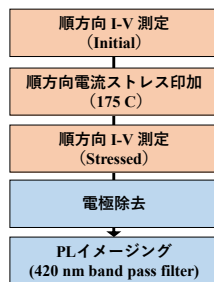
- UMOS断面図



エピから同一装置による試作

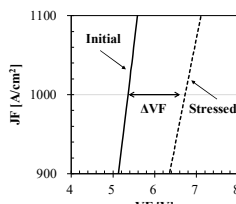
- 順方向電流ストレス試験方法

① フローチャート



6回 (最大)
順方向電流密度:
1st 100 A/cm² (DC)
2nd 500 A/cm² (Pulsed)
3rd 1000 A/cm² (Pulsed)
4th 1500 A/cm² (Pulsed)
5th 2000 A/cm² (Pulsed)
6th 2500 A/cm² (Pulsed)

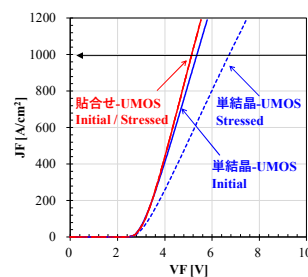
② 順方向電圧シフト (ΔVF) 定義



1000 A/cm²時のVF変化量をΔVFと定義

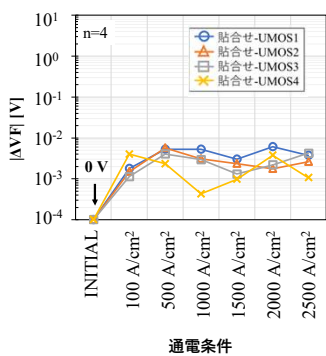
IV特性

順方向電流ストレス前後 (1500 A/cm²) のJFVF特性

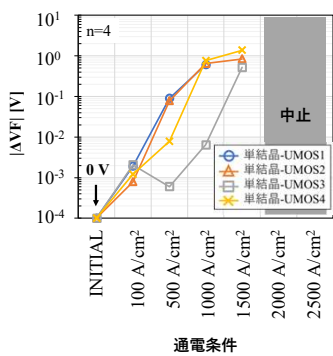


順方向電流ストレス試験結果

(a) 貼合せ-UMOS



(b) 単結晶-UMOS



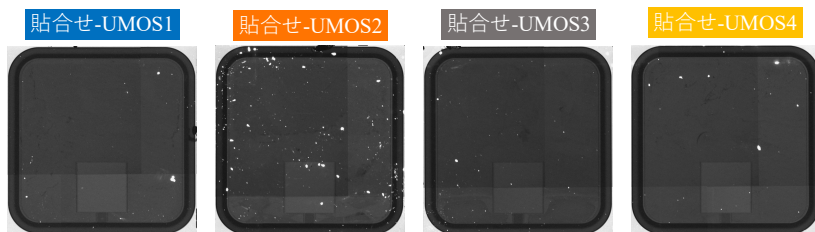
貼合せ-UMOSは、最大電流ストレス (2500 A/cm²) まで ΔVFはほとんど変化なし
PLイメージング像によるSSF拡張は確認されなかった

単結晶-UMOSは、最大電流ストレス増加と共にΔVFは増加
PLイメージング像ではSSF拡張が確認された

PLイメージング像

(420 nm band pass filter)

(a) 貼合せ-UMOS : 2500 A/cm²ストレス後



(b) 単結晶-UMOS : 1500 A/cm²ストレス後



4th 1500 A/cm² 試験中 破損

UMOS構造による貼り合わせ基板の順方向バイアス劣化の低減を最大電流ストレス 2500 A/cm²まで可能であることを確認

謝辞

本研究はつくばパワーエレクトロニクスコンステレーションズ (TPEC) の共同研究プロジェクト下で実施された石川誠治、東雄大はフェニテックセミコンダクターより産総研に出向

参考文献

- [1] S. Ishikawa et al., IIB-21, abstract of the 10th Meeting on Advanced Power Semiconductors, Japan
- [2] H. Uchida et al., Abstract of ICSCRM, (2024)
- [3] S. Ishikawa et al., IB-17, abstract of the 7th Meeting on Advanced Power Semiconductors, Japan
- [4] N. Hatta et al., Key Engineering Materials 948, P. 107, (2023)



先進パワー半導体分科会 第11回講演会
2024年11月25日(月)▶26日(火)

Gメッセージ



ともに挑む。つぎを創る。