

## 4H-SiC MOSFET の高温ドレインバイアス試験における故障メカニズム解析

## Failure mechanism analysis of 4H-SiC MOSFETs under high temperature bias test

住友電気工業(株)

○内田 光亮、日吉 透、西口 太郎、山本 裕史、松川 真治、古米 正樹、御神村 泰樹

Sumitomo Electric Industries, Ltd.

○K. Uchida, T. Hiyoshi, T. Nishiguchi, H. Yamamoto, S. Matsukawa, M. Furumai, Y. Mikamura

E-mail: uchida-kosuke@sei.co.jp

【緒言】 SiC パワーデバイスでは Si と比べて高い絶縁破壊電界強度を有するが、MOS 構造においては酸化膜にも高電界が発生するため、酸化膜の信頼性確保が重要となる。渡辺ら<sup>[1]</sup>は堆積酸化膜により形成した MOS キャパシタの高温ドレインバイアス試験において、貫通転位が故障の起点となることを報告している。また、貫通らせん転位に起因するエピタキシャル(エピ)層表面のピット形状はエピ成長条件で変化する<sup>[2]</sup>。そこで本研究では、ピット形状が異なるエピ層上に熱酸化によりゲート酸化膜を形成した 4H-SiC DMOSFET を作製し、高温ドレインバイアス試験の故障メカニズムを解析したので報告する。

【実験】 図 1 に示すようにピット深さが約 5 nm の浅いピット、または約 20 nm の深いピットである 4H-SiC (0001)エピ層(ドーピング濃度:  $6 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 、エピ厚: 15  $\mu\text{m}$ )にゲート酸化膜を熱酸化により形成した DMOSFET 構造を作製し、加速条件で高温ドレインバイアス試験を行った ( $T_a = 145^\circ\text{C}$ 、 $V_{DS} = 1800 \text{ V}$ )。

【結果】 図 2 に得られたワイブル分布を示す。MOSFET の寿命は試験初期ではピット深さで大きく変わらないが、故障率が增大すると分布に変曲点が存在し、ピット深さにより変曲点となる故障率が異なることがわかった。発光解析により故障箇所を分析すると JFET 領域の酸化膜が破壊していた。電極、酸化膜を剥離すると発光点にはピットが存在し、ピット深さは、浅いピット、深いピット共にプロセス前と比べて増大していた。このことは熱酸化によりピット部が厚く酸化され、ピット形状が変化していることを示している。以上の結果より、4H-SiC (0001) エピ層に熱酸化によりゲート酸化膜を形成した DMOSFET の高温ドレインバイアス試験においては、初期のピット形状に関わらずピットが故障の起点となることが明らかとなった。

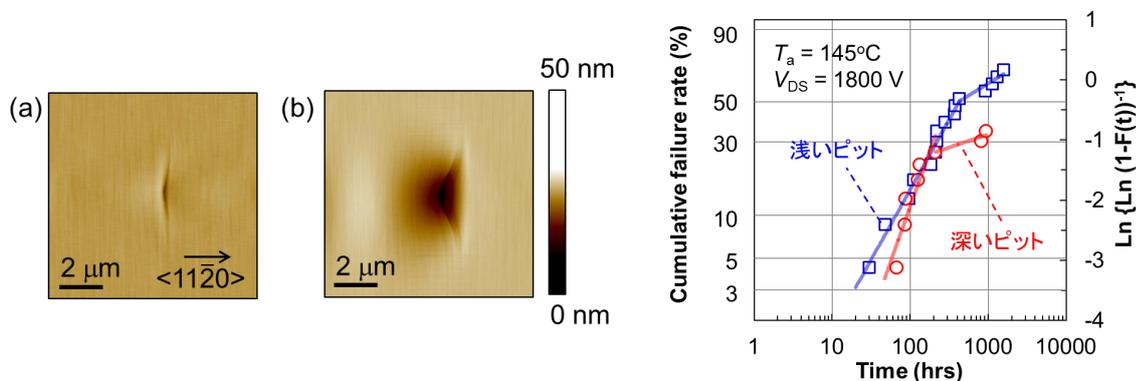


図 1. 4H-SiC (0001) エピ層の AFM トポ像

(a) 浅いピット(5 nm), (b) 深いピット(20 nm)

図 2. 高温ドレインバイアス試験のワイブル

プロット ( $V_{DS} = 1800 \text{ V}$ ,  $T_a = 145^\circ\text{C}$ )[1] T. Watanabe, et al., Mater. Sci. Forum **778-780**, 517 (2014).

[2] 工藤他, 先進パワー半導体分科会第 1 回講演会 予稿集, P-72 (2014).