

p チャネル 4H-SiC MOSFET における酸化膜リーク電流伝導機構の解析

Analysis of conduction mechanism of leakage current in thermally grown oxide on p-channel 4H-SiC MOSFETs

筑波大¹, 産総研² ○(B)根本 宏樹¹, 岡本 大¹, 染谷 満², 木内 祐治², 畠山 哲夫²,
原田 信介², 岩室 憲幸¹, 矢野 裕司¹

U. Tsukuba¹, AIST², Hiroki Nemoto¹, Dai Okamoto¹, Mitsuru Sometani², Yuji Kiuchi²,
Tetsuo Hatakeyama², Shinsuke Harada², Noriyuki Iwamuro¹, and Hiroshi Yano¹

E-mail: s1411046@u.tsukuba.ac.jp

【背景】 p チャネル SiC-MOSFET は、CMOS-IC や相補型インバータへの応用のために必要であり、近年大きな注目を集めている[1]。p チャネル素子の実用化には信頼性の確保が重要であるが、p 型 4H-SiC MOS 構造に対する酸化膜リーク電流についての報告はほとんどない。n 型 MOS 構造に対しては電子電流が支配的であり、PF 電流と FN 電流の双方がリーク電流伝導に関わっていることが報告されている[2]。そこで本研究では、電子電流・正孔電流を分離して測定するために、Fig. 1 に示す回路を用いてキャリアセパレーション I - V 測定[2]を行い、その温度依存特性を調べることににより、p 型 MOS 構造における酸化膜リーク電流伝導機構の解析を行った。

【実験および結果】 実効ドナー濃度 $1.0 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ の n 型 Si 面 4H-SiC エピ層上に n^+ poly-Si ゲートを有する p チャネル MOSFET を作製した。ドライ酸化により約 50 nm のゲート酸化膜を形成し、さらに NO-POA を 1250 °C で 60 分行った。チャネル長 100 μm 、チャネル幅 200 μm の p チャネル 4H-SiC MOSFET を用い、キャリアセパレーション I - V 測定と、その温度依存性を調べた。

キャリアセパレーション I - V 測定の結果を Fig. 2 に示す。低ゲート電圧におけるリーク電流の差は、用いた電流計測器の感度の差によるものであり、本質的なものではない。リーク電流が増加している高ゲート電圧の領域に着目すると、p 型の場合であっても電子電流が支配的である一方で、正孔電流も無視できないことが分かる。電子電流・正孔電流両方の温度依存特性を測定すると、室温～150 °C の領域において、どちらも温度依存性が確認された。このことは FN 電流だけでなく、PF 電流もリーク電流伝導に寄与していることを示唆している。100 °C 以上の領域の温度依存性を解析すると、どちらも SiO_2 の伝導帯端・価電子帯端から約 1.2 eV の位置にトラップ準位が存在していることが分かった。伝導帯端から 1.2 eV という結果は、n 型の解析結果[2]とほぼ一致している。

【謝辞】 本研究は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「次世代パワーエレクトロニクス」(管理法人：NEDO) および JSPS 科研費 JP16H04326 によって実施されました。

[1] J. An *et al.*, IEDM 2016, 10.7 (2016). [2] M. Sometani *et al.*, J. Appl. Phys. **117**, 024505 (2015).

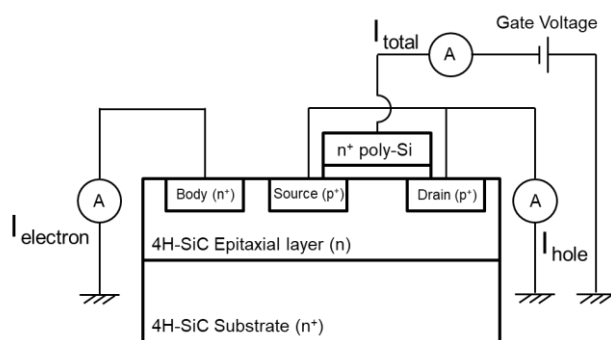


Fig. 1. Measurement circuit for the carrier-separation I - V method

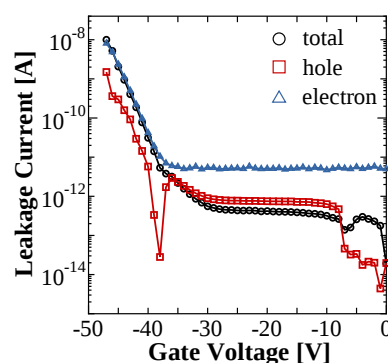


Fig. 2. Carrier-separation I - V curves for a p-channel 4H-SiC MOSFETs.