

酸化窒化膜を用いた SiC MOSFET の反転層における主要なキャリア散乱機構の検証

Verification of Dominant Carrier Scattering Mechanisms in Inversion Layer of SiC MOSFETs with Nitrided Gate Oxide

野口宗隆¹、渡邊寛¹、喜多浩之²、西川和康¹

三菱電機(株) 先端技術総合研究所¹、東京大学大学院 新領域創成科学研究科²

°Munetaka Noguchi, Hiroshi Watanabe, Koji Kita, and Kazuyasu Nishikawa
Advanced Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation¹,
Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo²
E-mail: Noguchi.Munetaka@dh.MitsubishiElectric.co.jp

【はじめに】 SiC MOSFET におけるホール移動度(μ_{Hall})を用いたキャリア散乱機構の評価が行われている[1]。 μ_{Hall} は主にフォノン散乱とクーロン散乱が競合することで決まり、最も支配的な散乱機構はアクセプタ濃度(N_A)により変化し、低 N_A の素子ではフォノン散乱が、高 N_A の素子ではクーロン散乱が支配的となると指摘されている[1]。 μ_{Hall} の温度依存性は散乱機構を反映するため N_A に応じて変化すると期待される。 μ_{Hall} の温度依存性に関する報告はあるものの[2,3]、その温度係数(β)の N_A 依存性は十分に検討されていない。本研究では β の N_A 依存性に着目し、SiC MOSFET の反転層における主要なキャリア散乱機構を検証したので報告する。

【研究内容】n型Si面4H-SiC基板上に形成したp型エピタキシャル層上にホールバー付き平面MOSFETを製作し、ホール効果測定を実施した。ゲート酸化膜は熱酸化の後に窒化処理を行って形成し、酸化膜厚はおよそ50nmとした。 N_A は $2 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 、 $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 、 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 、 $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 、 $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、 $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ とした。図1に μ_{Hall} と表面キャリア密度(N_s)の N_A 依存性を示す。評価は(a)室温、(b)373K、(c)473Kで実施した。室温と比較して、高温では低 N_A 素子の μ_{Hall} は減少する一方で、高 N_A 素子の μ_{Hall} は増加した。図2に β の N_A 依存性を示す。ここで β は μ_{Hall} が温度(T)の β 乗に比例して変化することを表す。 β を室温から373Kの間および、室温から423Kの間で評価したところ、いずれも N_A が増加することで大きくなった。音響フォノン散乱[4]および、クーロン散乱[5]の β は各々-1と+1であることを考慮すると、 N_A が増加することで最も支配的なキャリア散乱機構がフォノン散乱からクーロン散乱へと変化することが示唆され、これは先行研究[1]と整合している。

【結論】反転層移動度の温度係数について N_A 依存性を検討し、 N_A が増加することで最も支配的なキャリア散乱機構がフォノン散乱からクーロン散乱へと変化することを検証した。

【参考文献】 [1] M. Noguchi *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **58**, 031004 (2019). [2] M. Sometani *et al.*, Appl. Phys. Lett., **115**, 132102 (2019).

[3] M. Tsujimura *et al.*, Materials Science Forum, **858**, pp. 441-444 (2016). [4] S. Kawaji, J. Phys. Soc. Jpn., **27**, pp. 906-908 (1969).

[5] C. T. Sah *et al.*, Surface Science, **32**, 3, pp. 561-575 (1972).

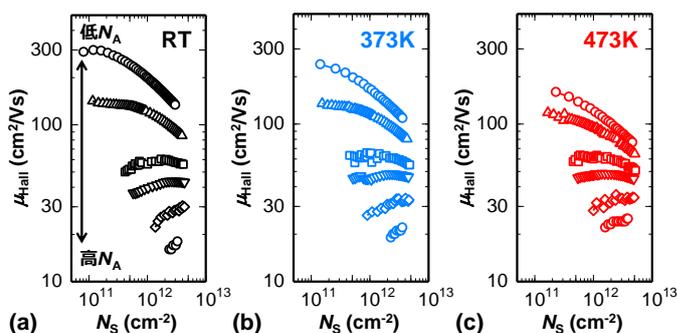


図1 (a)RT, (b)373K, (c)473K における μ_{Hall} と N_s の関係

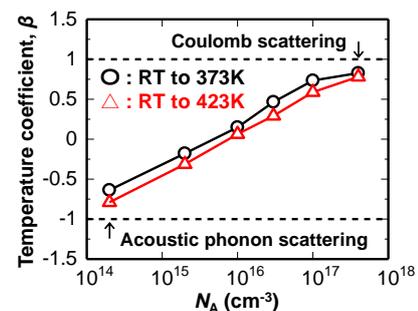


図2 μ_{Hall} の温度係数の N_A 依存性