

SiC MOS 反転層における電子散乱機構の実験的評価

Experimental Evaluation of Electron Scattering Mechanisms in SiC MOS Inversion Layer

野口宗隆¹、岩松俊明¹、網城啓之¹、渡邊寛¹、喜多浩之²、山川聡¹

三菱電機(株) 先端技術総合研究所¹、東京大学大学院 マテリアル工学専攻²

°Munetaka Noguchi, Toshiaki Iwamatsu, Hiroyuki Amishiro, Hiroshi Watanabe,
Koji Kita and Satoshi Yamakawa

Advanced Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation¹,

Department of Materials Engineering, The University of Tokyo²

E-mail: Noguchi.Munetaka@dh.MitsubishiElectric.co.jp

【はじめに】近年 SiC MOS 反転層におけるホール効果移動度(μ_{Hall})を用いた電子散乱機構の検討が行われている。一般に、反転層移動度はフォノン散乱移動度(μ_{phonon})、クーロン散乱移動度(μ_{Coulomb})、および界面ラフネス散乱移動度(μ_{SR})により制限されることが知られている[1]が、SiC MOS 反転層では μ_{Coulomb} が低いため、他の散乱機構の影響が実験的に明らかになっていない。従来は、解析式および TCAD モデルへのフィッティングにより電子散乱機構が評価されてきた。本研究では、p 型アクセプタ濃度(N_A)を従来よりも低減し、クーロン散乱の影響を抑制することで、フォノン散乱移動度を明確化することを試み、SiC MOS 反転層における電子散乱機構を実験的に評価したので報告する。

【研究内容】n 型 Si 面 4H-SiC 基板の p 型エピタキシャル層上にホールバー付き平面 MOSFET を作製した。ゲート酸化膜は熱酸化および NO 雰囲気中の窒化処理にて形成し、酸化膜厚みはおよそ 50 nm である。 N_A が $3 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ から $4 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ の範囲で異なる素子を作製し、ホール効果測定を実施した。図 1 に示すように、 μ_{Hall} を実効電界(E_{eff})に対しプロットした際、従来[2]よりも N_A を低減することでクーロン散乱の影響を低減した結果、 N_A が $6.6 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ 以下では同一直線上にプロットされることが判明した。これは、実験的に μ_{phonon} が評価されたことを示唆する。マティーンセン則に基づき、定式化された μ_{phonon} の影響を除くことで、クーロン散乱と界面ラフネス散乱ごとの移動度評価が可能となる。図 2 に示すように、 μ_{Coulomb} は表面キャリア密度(N_S)の累乗に比例し増加する[3]ことから、低 N_S 領域にて μ_{Coulomb} の評価が可能であり、高 N_S 領域で期待される μ_{Coulomb} との差分に基づき、 μ_{SR} が決定できる。

【結論】 N_A を低減しクーロン散乱の影響を抑制し、 μ_{phonon} を明確化することで、SiC MOS 反転層における電子散乱機構を実験的に評価することが可能である。

【参考文献】

- [1] S. Takagi *et al.*, IEEE Trans. Electron Devices **41**, 12, pp. 2357 (1994).
[2] V. Uhnevionak *et al.*, IEEE Trans. Electron Devices **62**, 8 (2015).
[3] S. Ono *et al.*, Mater. Sci. Forum **778–780**, 571 (2014).

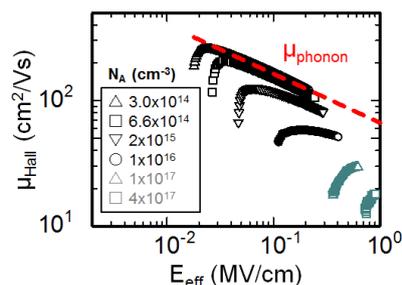


図 1 E_{eff} に対する μ_{Hall} の N_A 依存性

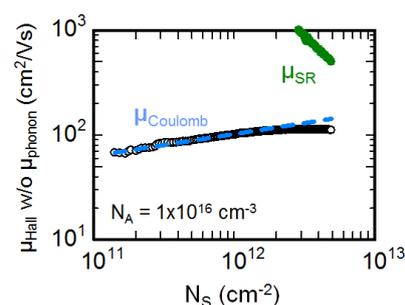


図 2 N_S に対する μ_{Coulomb} と μ_{SR} の評価