ゲート酸化膜厚および窒化処理が SiC MOS 反転層移動度へ及ぼす影響

Impact of Gate Oxide Thickness and/or Post-oxidation Nitridation Treatment on Inversion Layer Mobility of SiC MOSFETs

°野口宗隆 [1]、岩松俊明 [1]、網城啓之 [1]、渡邊寛 [1]、喜多浩之 [2]、三浦成久 [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 Naruhisa Miura
Advanced Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation[1], Department of Materials Engineering, The University of Tokyo[2]
E-mail: Noguchi.Munetaka@dh.MitsubishiElectric.co.jp

【はじめに】 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注目されている。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($\mu_{Coulomb}$)、および界面ラフネス散乱移動度(μ_{SR})により制限される[1]。近年、SiC MOS 反転層における電子散乱機構を実験的に評価する手法が提案され、各散乱移動度の実験的評価が可能となった[2]。一方で、窒化処理が μ_{Hall} に及ぼす影響は評価されている[3]が、ゲート酸化膜の形成条件が各散乱移動度に及ぼす影響は十分に明らかではない。本研究では、ゲート酸化膜厚および窒化処理が μ_{phonon} および $\mu_{Coulomb}$ に及ぼす影響を先行研究[2]に基づき検討したので報告する。

【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、ホール効果測定を実施した。ゲート酸化膜は熱酸化にて形成し、酸化膜厚はおよそ 5 nm および 50 nm とした。これは、酸化初期と標準的なゲート酸化膜の形成条件において、SiC MOS 反転層移動度の相違点を明らかにするためである。また、各々の酸化膜厚のサンプルに対して窒化処理を行ったサンプルも作製した。N_A は 3×10^{14} cm^{-3} および 1×10^{16} cm^{-3} とした。図 1 は N_A が 3×10^{14} cm^{-3} のサンプルに対する、μ_{Hall} と実効電界(E_{eff})の関係を示す。酸化膜厚および窒化処理の有無に関わらず、μ_{Hall} が同一直線上にプロットされる。これは、窒化処理は μ_{phonon} に影響せず、酸化膜厚が 5 nm の薄膜でも厚膜と同等の μ_{phonon} を有することを示唆する。図 2 に、マティーセン則より μ_{phonon} の寄与を除いた移動度($\mu_{Hall,\ w/o\ phonon}$)と表面キャリア密度(N_S)の関係を示す。ここで、μ_{phonon} は図 1 より定め、N_A は 1×10^{16} cm^{-3} とした。低 N_S 領域にて比較すると、サンプル間の $\mu_{Hall,\ w/o\ phonon}$ の差異は小さく、ゲート酸化膜厚および窒化処理が $\mu_{Coulomb}$ へ及ぼす影響は限定的であることが分かる。

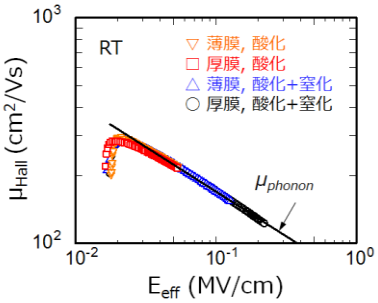

図 1 E_{eff} に対する μ_{Hall} の関係

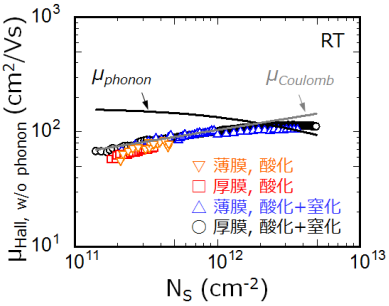

図 2 N_S に対する $\mu_{Hall,\ w/o\ phonon}$ の関係

【結論】 μ_{phonon} は窒化処理の影響を受けず、熱酸化の初期段階で定まる。また、本研究でもちいたいずれのサンプルでも先行研究[2]と同様に、μ_{Hall} は主に μ_{phonon} および $\mu_{Coulomb}$ により制限される。

【参考文献】

[1] S. Takagi *et al.*, IEEE Trans. Electron Devices **41**, 12, pp. 2357 (1994).
[2] M. Noguchi *et al.*, Tech. Digest of IEDM, pp. 219 (2017).
[3] T. Hatakeyama *et al.*, Appl. Phys. Express **10**, 4, pp. 046601-1 (2017).

© 2018年 応用物理学会