

オーミック金属下 n-GaN における電子移動度の向上

Electron mobility enhancement in n-GaN under Ohmic-metal

北陸先端大¹, アドバンテスト研究所², Linköping大³

○ 瓜生 和也^{1,2*}, Deng Yuchen¹, Le Son Phuong³, 鈴木 寿一^{1**}
JAIST¹, Advantest Lab.², Linköping Univ.³

○ K. Uryu^{1,2*}, Y. Deng¹, S. P. Le³, and T. Suzuki^{1**}

E-mail: *kazuya-u@jaist.ac.jp, **tosikazu@jaist.ac.jp

一般に半導体に対するオーミック接触は、金属堆積とアニールにより形成される。このとき、オーミック金属下半導体の電気的特性はオーミック接触形成前から変化する。我々は、多端子ホール素子を用いてオーミック金属下半導体のシート抵抗 ρ_s 、シートキャリア密度 n_s 、移動度 μ_s を評価する手法を提案した [1]。この手法をオーミック金属下 AlGaN/GaN ヘテロ構造へ適用し、オーミック接触形成に分極ドーピングが大きく寄与していることを示した [1,2]。本報告では、オーミック金属下 n-GaN に多端子ホール測定を適用した結果について述べる。

SiC (0001) 基板上 n-GaN (50 nm, Si ドーピング濃度 $\approx 4.4 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) / GaN (1000 nm) を用い、図 1 に示す多端子ホール素子を作製した。長さ L 、幅 W の Ti/Al/Ti/Au オーミック金属 (コンタクト抵抗 $R_c \approx 1.5 \Omega\text{mm}$) が形成されている。電流 J_0 を印加し、横方向電位 V_L の位置 x 依存性からオーミック金属下の $\rho_s \approx 2400 \Omega/\square$ 、オーミック金属のシート抵抗 $\rho_m \approx 1.2 \Omega/\square$ 、コンタクト比抵抗 $\rho_c \approx 9 \times 10^{-6} \Omega\text{cm}^2$ 、特性長 $L_T = \sqrt{\rho_c / (\rho_s + \rho_m)} \approx 0.6 \mu\text{m}$ を求めた。また、磁場 $B = 0.32 \text{ T}$ におけるホール電圧 V_H の位置 x 依存性から

$$\mu_{\text{meas}} = \frac{1}{BW} \left. \frac{\partial V_H}{\partial x} \right|_{x=0}$$

で測定される移動度の W 依存性を得た。その結果を図 2 (左) に示す。これに対して

$$\mu_{\text{meas}} \approx \mu_s - \frac{\rho_s(\mu_s - \mu_m)}{\rho_s + \rho_m} \left(1 - \frac{\tanh(W/2L_T)}{W/2L_T} \right)$$

を用いたフィッティングを行い、オーミック金属下における μ_s 、 $n_s = 1/q\rho_s\mu_s$ を得た。得られた特性をオーミック金属形成前の特性とともに図 2 (右) に示す。オーミック金属下において、 n_s はオーミック金属形成前より増加するとともに、 μ_s も向上している。この電子移動度の向上は、分極ドーピングによってイオン化不純物濃度を変えずに電子密度が増加したことによると考えられる。このことを確認するために、局所電子密度 $n(z)$ とイオン化不純物散乱・極性光学フォノン散乱による局所電子移動度 $\mu(z)$ を計算した。その結果を図 3 に示す。ここで、 z は界面 (表面) からの深さである。これにより得た全体の電子移動度

$$\mu_s = \frac{\int n(z)\mu(z)^2 dz}{\int n(z)\mu(z) dz}$$

を図 3 中に赤線で示す。以上の計算から、分極ドーピングによってオーミック金属下の電子移動度向上が説明できることがわかった。

本研究は JSPS 科研費 JP22H01545 の助成を受けたものである。

[1] K. Uryu *et al.*, APL **119**, 023505 (2021).

[2] K. Uryu *et al.*, APL **120**, 052104 (2022).

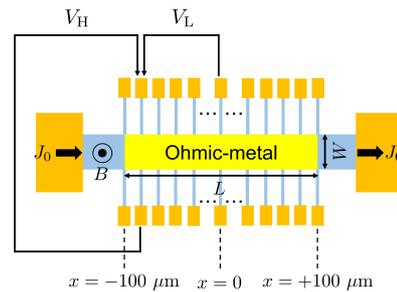


図 1: 多端子ホール素子の構造。

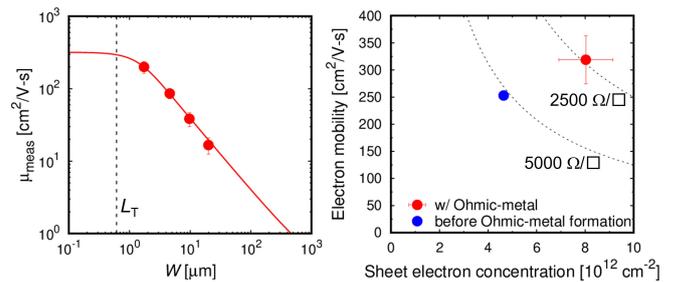


図 2: (左) オーミック金属下 n-GaN の測定電子移動度 μ_{meas} の W 依存性。(右) シート電子密度と電子移動度の関係。

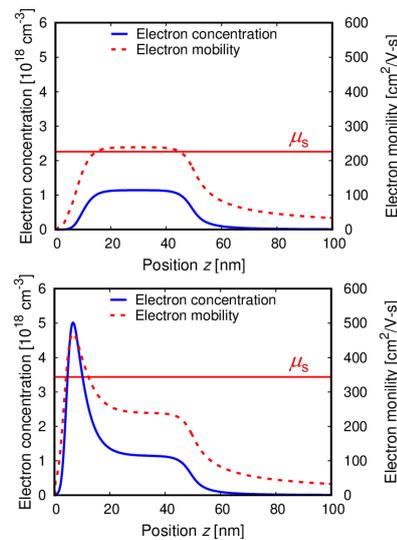


図 3: オーミック金属形成前 (上) およびオーミック金属下 (下) における n-GaN の局所電子密度および局所電子移動度。