

オーミック金属下 AlGa_{0.24}N/GaN ヘテロ構造の多端子ホール測定

Multi-probe Hall measurements of AlGa_{0.24}N/GaN heterostructures under Ohmic-metals

北陸先端大¹, アドバンテスト研究所², ○ 瓜生 和也^{1,2*}, 木内 翔太¹, 佐藤 拓², 鈴木 寿一^{1**}
Japan Advanced Institute of Science and Technology¹, Advantest Laboratories, Ltd.²
○ K. Uryu^{1,2*}, S. Kiuch¹, T. Sato² and T. Suzuki^{1**}
E-mail: *kazuya-u@jaist.ac.jp, **tosikazu@jaist.ac.jp

AlGa_{0.24}N/GaN ヘテロ構造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 AlGa_{0.24}N/GaN ヘテロ構造の電気的特性はオーミック接触形成前から変化する。オーミック金属下の半導体のシート抵抗を測定するために、end contact resistance 法や floating contact resistance 法 [1-3] が用いられてきたが、これらの手法ではキャリア密度および移動度を評価することができない。本研究では、多端子ホール素子 [4] を作製し、オーミック金属下 AlGa_{0.24}N/GaN ヘテロ構造の多端子ホール測定を行った。その結果、オーミック金属下 AlGa_{0.24}N/GaN ヘテロ構造のシート抵抗 ρ_s 、シート電子密度 n_s 、移動度 μ_s をすべて評価することが可能となった。

サファイア基板上 Al_{0.24}Ga_{0.76}N(20 nm)/GaN(3000 nm) ヘテロ構造を用い、図 1 に示す多端子ホール素子を作製した。素子 A には Ti/Al/Ti/Au オーミック金属 (コンタクト抵抗 $R_c = 0.93 \Omega\text{mm}$)、素子 B には Ta/Al/Ta オーミック金属 ($R_c = 0.45 \Omega\text{mm}$) が $-100 \mu\text{m} \leq x \leq +100 \mu\text{m}$, $-10 \mu\text{m} \leq y \leq +10 \mu\text{m}$ の領域に形成されている。これらのオーミック金属は蒸着および 575 °C アニールにより形成した。また比較のため、上記の領域にオーミック金属を形成しない素子 C も作製した。図 1 に示すように、電流 J_0 に対する電圧 V_L (磁場 $B = 0$) および電圧 V_H (磁場 $B = 0.32 \text{ T}$) の位置 x 依存性を測定した。図 2 に $V_L(x)/J_0$ の、図 3 に $V_H(x)/J_0$ の測定結果を示す。素子 A および B の測定結果に対し伝送線路モデルに基づく解析 [4] を行うことで、オーミック金属下における ρ_s , n_s , μ_s を得た。また、素子 C の測定結果から、オーミック金属が形成されていない領域の ρ_s , n_s , μ_s を得た。得られた結果を表 1 にまとめる。 R_c の低下に伴い n_s が大きく増加していることがわかる。また n_s と μ_s の相関を図 4 に示す。 n_s の増加には μ_s の低下がともなうことがわかる。このときの μ_s はイオン化不純物散乱を考慮した場合よりも高く、オーミック金属が半導体に与える歪みに起因する分極ドープング [5] が n_s の増加に寄与することが示唆された。

多端子ホール測定は、オーミック金属下における半導体の ρ_s , n_s , μ_s すべての評価を可能にする有用な手法である。

参考文献

[1] H. Berger, SSE **15**, 145 (1972).
[2] M. Lijadi *et al.*, SSE **49**, 1655 (2005).
[3] M. Hajlasz *et al.*, APL **104**, 242109 (2014).
[4] K. Uryu *et al.*, APL **119**, 023505 (2021).
[5] D. Jena *et al.*, APL **81**, 4395 (2002).

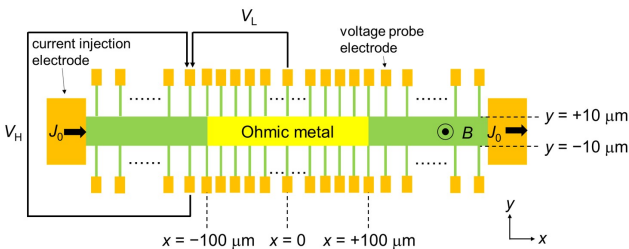


図 1: 多端子ホール素子の素子構造.

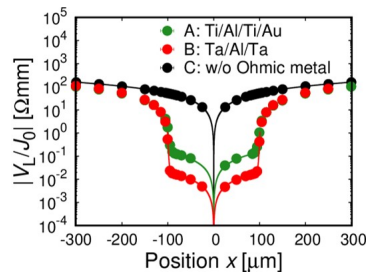


図 2: $V_L(x)/J_0$ の測定結果.

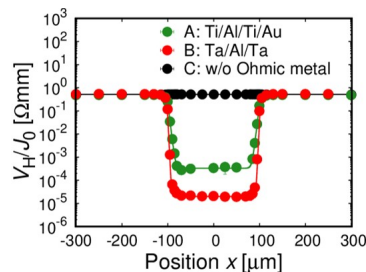


図 3: $V_H(x)/J_0$ の測定結果

表 1: AlGa _{0.24} N/GaN ヘテロ構造の電気特性.				
	R_c [Ωmm]	ρ_s [$\Omega/\square$]	n_s [10^{13} cm^{-2}]	μ_s [$\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$]
A	0.93 ± 0.1	330 ± 40	5.5 ± 0.7	350 ± 20
B	0.45 ± 0.1	400 ± 50	9.3 ± 1.2	170 ± 10
C	-	530	0.73	1600

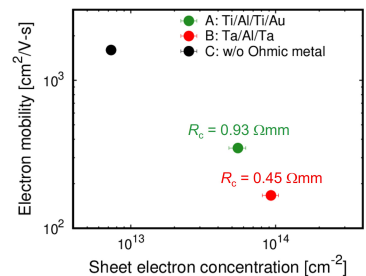


図 4: 電子密度と移動度の相関.