Na フラックス法で作製した GaN 結晶における 酸素濃度が電気特性に与える影響

Effect of the oxygen concentration on electrical properties of GaN crystals grown the Na-flux method. 阪大工 ⁰遠藤 清人,山田 拓海,蔵本 流星,林 正俊,久保 等, 丸山 美帆子,村上 航介,今西 正幸,今出 完,吉村 政志,森 勇介 Osaka Univ., ^OK. Endo, T. Yamada, R. Kuramoto, M. Hayashi, H. Kubo, M. Maruyama, K. Murakami, M. Imanishi, M. Imade, M. Yoshimura, and Y. Mori

E-mail: endo@cryst.eei.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】GaN 系パワーデバイスの更なる性能向上のためには、低抵抗及び低転位な GaN 結晶 の作製が重要である。我々は、Na フラックス法を用いることによって、低転位な GaN 結晶の作 製に成功している[1]。また、抵抗率を始めとする電気的特性についても、Table 1 に示すように良 好な値が得られている。一方、最近の研究では、Na フラックス・ポイントシード (PS) 法[2]を用 いることで、より低転位な GaN 結晶の作製が試みられている。PS 法で作製した GaN 結晶はドー パントを添加しなくても、キャリア源として考えられる酸素を取り込みやすい{1011}面の成長が 支配的であるためキャリア濃度が高いことが考えられ、その結果、抵抗率を始めとする電気特性 に対して良好な値が期待できる。そこで本研究では、PS 法を用いて作製した GaN 結晶の{1011} 面に対して抵抗率を含めた電気的特性を評価した。

【実験と結果】坩堝に種結晶、Ga、Na、及び C を充填後、ステンレス容器に封入し、870℃まで 加熱し、N₂雰囲気下で育成を行った。作製した GaN 結晶は{10Ī1}面成長領域を切り出すことで、 {10Ī1}面のサンプルとした。次に、それぞれの結晶に対して、電子ビーム蒸着装置を用いてオー ミック電極を 4 点蒸着させた。電極蒸着後の光学像を Fig. 1 に示す。電極材料はそれぞれ Ti (20 nm)と Al (200 nm)で構成しており、1 mm 四方の大きさである。その後、van der Pauw 法に則った Hall 効果測定によって抵抗率とキャリア濃度及び移動度を求め、主要なキャリア源であると考え られる酸素の濃度については、2 次イオン質量分析 (SIMS) 法によって調査した。これらの結果 を Table 2 に示す。酸素濃度とキャリア濃度はオーダー単位で一致しており、酸素がキャリア源と して支配的であることが分かった。抵抗率は非常に低く、Ge を添加して作製した GaN 結晶でも 達成できなかった $10^4 \Omega$ ·cm を達成した。この結果は、PS 法を用いることで、極めて低抵抗な GaN 結晶の作製が可能であることを示唆している。近年では横方向の成長速度を向上させることで、 極めて低抵抗な $\{10\overline{1}\}$ 面 GaN 結晶の大口径化が試みられており (Fig. 2 に得られた GaN 結晶を示 す)、この結晶の電気的特性についても当日報告する。

Table 1 Electrical properties of the GaN cryst	als
grown the Na-flux method before.	

Plane	Dopant	Oxygen Concentration [atoms/cm ³]	Carrier Concentration [cm ⁻³]	Resistivity [Ω∙cm]
с	None	~10 ¹⁶	~4 × 10 ¹⁶	~10-1
с	Ge	~10 ¹⁶	~6×10 ¹⁸	~10 ⁻³

Table 2 Electrical properties of the GaN crystalgrown the Na-flux method.

Plane	Oxygen Concentration [atoms/cm ³]	Carrier Concentration [cm ⁻³]	Resistivity [Ω∙cm]
{1011}	1.0×10 ²⁰	1.1×10 ²⁰	8.9×10 ⁻⁴



Fig. 1 Optical image of the {1011}-plane GaN crystal after the deposition of ohmic contacts.



Fig. 2 (a) Schematic drawing and (b) optical image of the GaN crystal grown on a point seed.

参考文献

M. Imanishi *et al.*, Cryst. Growth Des., **17** 3806-3811 (2017).
M. Hayashi *et al.*, J. Cryst. Growth, **468** 827-830 (2017).