

レーザースライスに向けた OVPE-GaN 基板の着色低減及び電気特性評価

Color reduction and electrical characterization of OVPE-GaN substrates for laser slicing

阪大院工¹, 阪大レーザー研², パナソニック(株)³, 伊藤忠プラスチックス(株)⁴, (株)創晶應心⁵

○三船浩明¹, 宇佐美茂佳¹, 神山将大¹, 今西正幸¹, 丸山美帆子¹, 吉村政志²,

隅智亮³, 滝野淳一³, 岡山芳央³, 秦雅彦⁴, 伊勢村雅士⁵, 森勇介¹

Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.¹, ILE, Osaka Univ.², Panasonic Corporation³, Itochu Plastics Inc.⁴, Soshio-Ohshin Inc.⁵,

○Hiroaki Mifune¹, Shigeyoshi Usami¹, Masahiro Kamiyama¹, Masayuki Imanishi¹, Mihoko Maruyama¹, Masashi Yoshimura²,

Tomoaki Sumi³, Junichi Takino³, Yoshio Okayama³, Masahiko Hata⁴, Masashi Isemura⁵, and Yusuke Mori¹

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

【はじめに】 GaN ウェハの製造コストを低減するためにレーザースライスが注目されている[1]。レーザースライスは、結晶内部にレーザーを集光させて光吸収を起こす必要があるが、OVPE 法を用いて得られる結晶は黒色化傾向にあるため、結晶内部への集光が困難となる。ゆえに、OVPE-GaN 結晶にレーザースライスを適用するには着色の低減が必要不可欠である。OVPE-GaN の黒色化原因として、結晶中の高い酸素濃度により形成する Ga 空孔欠陥が考えられている[2]。この高い酸素濃度は (10 $\bar{1}$ 1) 面が表出してファセット成長する OVPE の成長様式によりもたらされる。一方で、育成温度増加に伴い (10 $\bar{1}$ 1) 面表出領域が減少し、結晶中酸素濃度が減少すると報告されており[3]、実際に低着色化も報告されている。しかしながら、酸素濃度低減は OVPE-GaN 結晶のメリットである超低抵抗が損なわれる可能性があるが、これまで抵抗率まで踏み込んだ詳細な調査は行われていない。そこで、本研究では育成温度が OVPE-GaN 結晶の着色に与える影響及び電気特性に与える影響について調査した。

【実験】 OVPE-GaN 層のホール測定を行うため、種基板として電気伝導性の低い HVPE 製 GaN 基板を使用した。成長速度を 60 $\mu\text{m}/\text{h}$ とし、育成温度を 1200 $^{\circ}\text{C}$ -1250 $^{\circ}\text{C}$ として結晶育成を行った。今回の成長膜厚は約 120 μm とした。その後、表面研磨により各々のサンプルを平坦 (RMS < 10 nm) にしたのち、紫外可視分光光度計を用いた透過率及び反射率の測定から吸光係数を求めた。また、ホール測定を実施して、抵抗率及びキャリア濃度を求めた。

【結果】 Fig.1 に各育成温度における入射光波長に対する吸光係数の関係を示す。ただし、OVPE-GaN 層で入射光が十分吸収されると考え、多重反射は考慮していない。1250 $^{\circ}\text{C}$ 条件では 1200 $^{\circ}\text{C}$ 及び 1225 $^{\circ}\text{C}$ 条件と異なり、吸光係数が 1 桁低い値を示した。Fig.2 に育成温度に対する結晶中酸素濃度及び抵抗率の関係を示す。育成温度増加に伴い結晶中の酸素濃度が一桁以上減少したが 10¹⁹ cm⁻³ 以上の高酸素濃度を保っている。抵抗率に着目すると、酸素濃度の減少量と比較して変化率は小さく、1250 $^{\circ}\text{C}$ 成長において 3 $\times 10^{-3}$ Ωcm と市販基板の 1/3 程度であった。Fig.3 に育成温度に対する活性化率及び移動度の関係を示す。酸素の活性化率(=キャリア濃度/酸素濃度)に着目すると、育成温度の増加と共に向上していることが分かる。これは取り込まれる酸素が減少することで結晶中の点欠陥が減少し、補償されるドナーが低減したためと考えられる。移動度に着目すると、1250 $^{\circ}\text{C}$ 条件では他の条件と比べて非常に高い。このことから、結晶中の点欠陥が減少したことが考えられる。

以上の結果から、高温成長は抵抗率の上昇はみられるものの、点欠陥低減による活性化率向上効果で低着色かつある程度の低抵抗基板を作製できることが判明した。

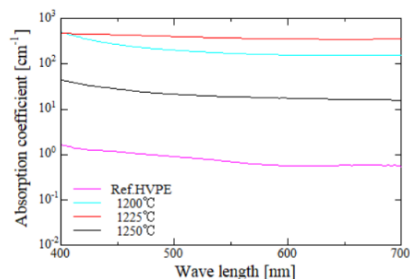


Fig.1 : Wavelength dependence of Light absorption coefficients at different growth temperature

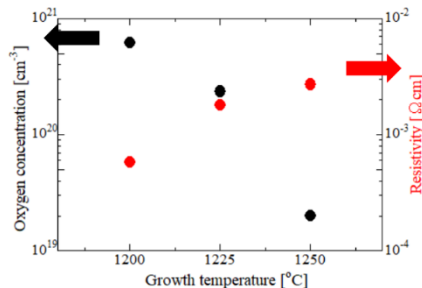


Fig.2 : Dependence of oxygen concentration and resistivity on the growth temperature

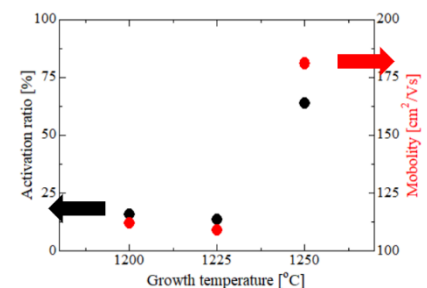


Fig.3 : Dependence of activation ratio and mobility on the growth temperature

【謝辞】 本研究は JSPS 科研費(基盤研究 A)20H00352 の助成を受けて行われた。

【参考文献】 [1] 平田和也他, 精密工学会誌, **83**, pp.829-832.

[2] 隅 智亮他, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会, 17a-Z27-5

[3] M. Imade *et al.*, Journal of Crystal Growth **350** (2012) 56–59.