

HVPE による α -Ga₂O₃ の Ge ドーピング

Ge doping of α -Ga₂O₃ by HVPE

物材機構¹, FLOSFIA², 佐賀大学³

°大島 祐一¹, 河原 克明², 嘉数 誠³, 四戸 孝², 人羅 俊実²

NIMS¹, FLOSFIA², Saga Univ³, °Yuichi Oshima¹, Katsuaki Kawara², Makoto Kasu³, Takashi Shinohe², Toshimi Hitora²

E-mail: OSHIMA.Yuichi@nims.go.jp

1. 背景

α -Ga₂O₃はコランダム構造を有する酸化物半導体である。約 5.3 eV と大きなバンドギャップを示すことや、同じ結晶構造の他の酸化物との混晶形成やバンドエンジニアリングの自由度が高いことから、高耐圧・低損失なパワーデバイス材料として有望である。既にショットキーバリアダイオードが試作され、オン抵抗を非常に低くできることや、良好なスイッチング特性を有することなどが示されている。 α -Ga₂O₃を半導体材料として用いるためにはドーピング制御が必要である。ハライド気相成長法(Halide Vapor Phase Epitaxy, HVPE)による α -Ga₂O₃のドーピング初めてを試みたので報告する。

2. 実験方法と結果

α -Ga₂O₃のHVPEはGaとHClとの反応で発生させたGaClとO₂ガスを原料として常圧で行った。成長温度は500-600°Cであり、基板はc面サファイアである。ドーピング原料にはGeCl₄を用いた。GeCl₄は液体であるため、バブリングにより蒸気を反応炉に供給した。結晶中のGe濃度はSIMS (Secondary Ion Mass Spectrometry)により調べた。Geドープ α -Ga₂O₃の電気特性はHall測定によって評価した。

結晶中のGe濃度はGeCl₄供給量と概ね比例関係にあり、良好な制御特性を示した。ドーピング直後のアンドープ成長試料ではGe濃度は検出下限以下であり、メモリー効果は認められなかった。また、今回試みた範囲では、X線ロックアップカーブ幅の有意な増大は見られなかった。キャリア濃度の温度依存性から見積もったGeのイオン化エネルギーは18.9 meVと小さいことがわかった。キャリア移動度は $n = 2.6 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ のとき室温で $28 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ であり、 α -Ga₂O₃の値としては非常に良好であった。この結果、 $8.6 \text{ m}\Omega\text{cm}$ という低い抵抗率が得られた。

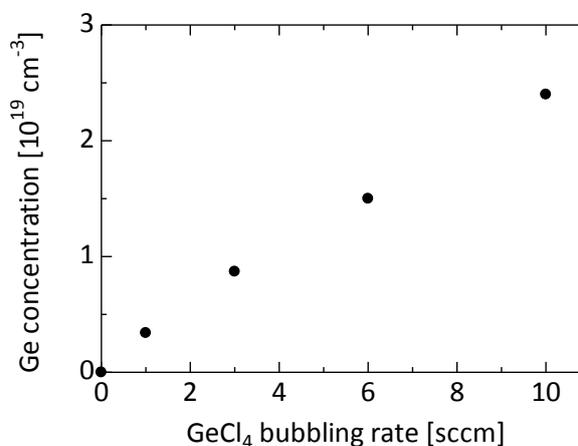


図 1. GeCl₄供給量と結晶中 Ge 濃度との関係。