

陽電子消滅による GaN 基板上に成膜した TEOS-SiO₂ 膜の空隙の検出

Open spaces in TEOS-SiO₂ film deposited on GaN

probed by means of positron annihilation

¹筑波大数物, ²阪大院工, ³UniBwM, ⁴TUM, [○]上殿 明良¹, 上野 航¹, 細井 卓治², W. Egger³, C.

Hugenschmidt⁴, M. Dickmann³, 渡部 平司²

¹Univ. of Tsukuba, ²Osaka Univ., ³UniBwM, ⁴TUM, *A. Uedono¹, W. Ueno¹, T. Hosoi², W. Egger³, C.

Hugenschmidt⁴, M. Dickmann³, H. Watabane²

【はじめに】陽電子消滅は、固体の空孔型欠陥や空隙を感度良く検出できる非破壊検査法である。陽電子が物質中に打ち込まれると、電子と対消滅し、主に 2 本の γ 線を放出する。 γ 線のエネルギーは m_0c^2 で得られるが、電子の運動量を反映したドップラー広がりを示す。陽電子は原子核とのクーロン反発力のため、空孔型欠陥に捕獲される可能性がある。欠陥中の電子運動量分布は完全結晶の場合とは異なることを利用し欠陥を検出する。また、陽電子寿命測定によっても欠陥種の同定が可能である。

【実験・結果】GaN 基板上に厚さ 22 nm の TEOS-SiO₂ 膜を PECVD で形成した。形成後、O₂ あるいは N₂ 雰囲気中で 1000°C まで焼鈍した (30 分)。これらの試料について、陽電子消滅ガンマ線ドップラー広がり及び陽電子寿命を測定した。図 1 に SIMS で測定した Ga の深さ分布を示す。

O₂ 雰囲気焼鈍では、900°C 以上の焼鈍で SiO₂ 膜中の Ga 濃度が上昇する。これは基板から Ga が拡散するためである。一方、N₂ 雰囲気焼鈍では Ga の拡散は抑制されることがわかった。図 2 には、SiO₂ 膜中の陽電子消滅に対応する S パラメーターの焼鈍温度依存性を示す。N₂ 雰囲気 800°C 焼鈍で観測された S 値の上昇は、SiO₂ 膜の空隙に捕獲された不純物が脱離し、見かけ上の空隙サイズが上昇するためである。また、O₂ 雰囲気焼鈍では、1000°C で大きく S 値が低下する。これは Ga が SiO₂ 膜へ拡散することにより、空隙サイズが低下したためである。講演では、GaN 基板への空孔導入についても詳しく述べる。

謝辞 本研究の一部は文科省・省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発 (JPJ005357) の支援により行われた。

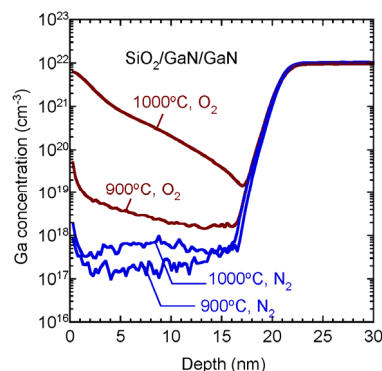


図 1. Ga 密度の深さ分布。酸素雰囲気焼鈍では、基板から Ga が SiO₂ 膜へ拡散した。

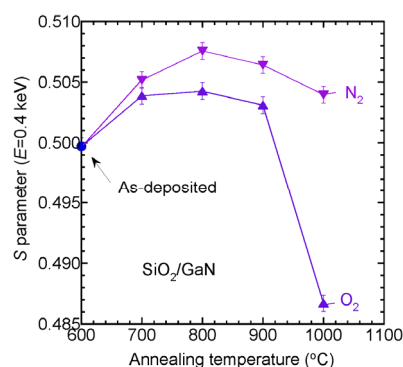


図 2. SiO₂ 膜の S パラメーターの焼鈍温度依存性。窒素雰囲気焼鈍の場合、800°C 付近で観測された S 値の上昇は、不純物脱離に伴う空隙サイズ上昇に対応する。酸素雰囲気では、Ga の拡散に対応し S 値が低下する。