

陽電子消滅による SiO₂/GaN 構造の空隙と空孔型欠陥の検出

Open spaces and vacancies in SiO₂/GaN structure

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, T

Koschine³, C. Hugenschmidt⁴, M. Dickmann³, 渡部 平司²

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

T Koschine³, 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(図1)。 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出す。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。成膜後、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2に、陽電子打ち込み深さの関数として測定した S 値(ドップラー広がり)の尖鋭度)を示す。 S 値が大きいとより大きな空隙に陽電子が捕獲されていることを示す。得られた結果を解析した結果、1000°C、O₂焼鈍では GaN 基板に空孔型欠陥が導入されるが、N₂焼鈍ではこれが抑制されることがわかった。講演では、SiO₂の空隙の変化やその焼鈍特性、基板への欠陥導入との関係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の支援により行われた。

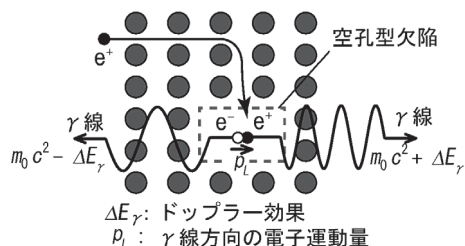


図1. 陽電子の空孔型欠陥への捕獲. 消滅 γ 線は電子の運動量 p_L によりドップラー広がりを出す。また、陽電子はイオン殻から反発力を受け、空孔に捕獲される傾向がある。

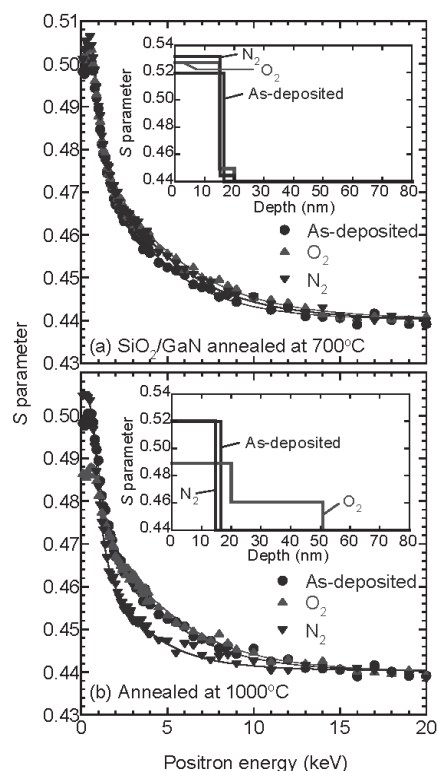


図2. 異なる雰囲気焼鈍した SiO₂/GaN の S - E カーブ. 解析により求めた S 値の深さ分布も示した。