陽電子消滅によるスパッタ堆積 AlN 薄膜中の空孔型欠陥検出

Vacancy-type defects in AlN deposited by RF sputtering studied by positron annihilation

[1]筑波大数物, [2]三重大院工, [3]三重大地域創生, [4]東北大多元研, [5]産総研, [6]UniBwM, [7]TUM, [8]三重大院地域イノベ, ○上殿明良[1], 正直花奈子[2], 上杉謙次郎[3], 秩父重英[4], 石橋章司[5], M. Dickmann[6], W. Egger[6], C. Hugenschmidt[7], 三宅秀人[2,8]

[1]Univ. of Tsukuba, [2]Grad. Sch. Eng. Mie Univ., [3]Str. Plan. Off. RR Mie Univ, [4]Tohoku Univ., [5]AIST, [6]UniBwM, [7]TUM, [8]Gra. Sch. RIS Mie Univ. *A. Uedono[1], K. Shojiki[2], K. Uesugi[3], S. F. Chichibu[4], S. Ishibashi[5], M. Dickmann[6], W. Egger[6], C. Hugenschmidt[7], and H. Miyake[2,8]

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拡がりを示す．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．

サファイア基板上に厚さ 480 nm の AlN 膜を RF スパッタにより作製，N_2 雰囲気中で 1700℃まで焼鈍した（3 時間）．これらの試料について，陽電子消滅ガンマ線ドップラー拡がり及び陽電子寿命を測定した．図 2 に，AlN 膜のドップラー拡がりの先鋭度を示す S 値，陽電子平均寿命の焼鈍温度依存性等を示した．結果より，1300℃焼鈍により空孔クラスターが導入されることが分かった．また，1700℃焼鈍後においても，Al 空孔と酸素の複合体が残存する．講演では焼鈍による欠陥導入機構について詳しく述べる．

謝辞　本研究の一部は科研費（16H06415, 16H06418, 16H06424, 16H06427, 19K15025）及び文科省「省ｴﾈﾙｷﾞｰ社会の実現に資する次世代半導体研究開発」及び「地域ｲﾉﾍﾞｰｼｮﾝ・ｴｺｼｽﾃﾑ形成ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ支援」により行われた．

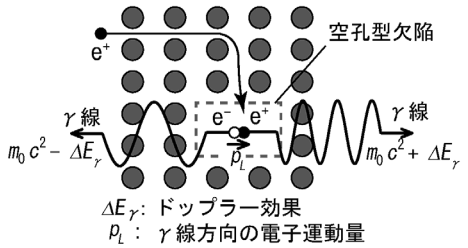

図１．陽電子の空孔型欠陥への捕獲．消滅γ線は電子の運動量 p_L によりドップラー拡がりを示す．また，陽電子はイオン殻から反発力を受け，空孔に捕獲される傾向がある．

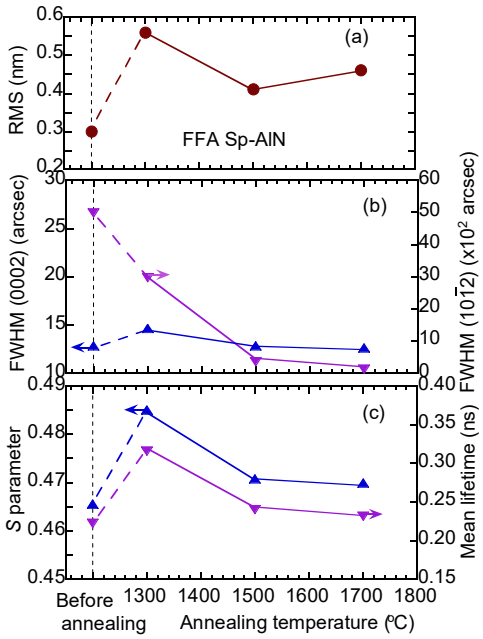

図 2．スパッタ法で作製された AlN 膜の表面粗さ（RMS），回折 X 線の半値幅（FWHM），S 値，陽電子平均寿命の焼鈍温度依存性．

© 2021年 応用物理学会