イオンビームスパッタ蒸着法を用いた高品位 Er_2O_3 薄膜の作製

Fabrication of high-quality Er_2O_3 thin film using ion beam sputter deposition method

茨城大学[1]，原子力機構[2]，○藤田将弥[1,2]，朝岡秀人[2]，山口憲司[2]，
Ibaraki Univ.[1], Japan Atomic Energy Agency[2] ○M. Fujita[1], H. Asaoka[2], K. Yamaguchi[2],
E-mail: yamaguchi.kenji@jaea.go.jp

序論：我々はこれまで、イオンビームスパッタ蒸着(IBSD)法を用いて、Si(100)基板上に Er_2O_3 の薄膜の作製を行い、蒸着時の照射イオン種、蒸着後の加熱の継続、基板の表面状態といった条件を最適化することで高配向の Er_2O_3 薄膜を得ることに成功している[1,2]。今回、新たな条件で試料を作製し、その結晶構造等を明らかにするとともに、これまでの結果比較することで、Er_2O_3 薄膜生成のメカニズムについても検討した。

実験：常温で3 keV の Ne^+ ビームをSi基板に照射してスパッタ処理した後、800℃でアニールした。その後、Er_2O_3ターゲットを質量分離された 35 keVのAr^+または O_2^+ ビームでスパッタし、膜厚計で測って所定の厚さになるまで、加熱した基板上に蒸着した。基板温度は650,700,750℃とした。一部の実験では蒸着後も加熱を継続し、今回特に、700℃で蒸着を行った試料ではO_2^+ビームのチャンバー内への供給を継続し、酸素雰囲気下でのアニールとした。このとき、試料・ターゲット間にシャッターを入れ、蒸着が起こらないようにした。アニール後の基板や薄膜の表面状態は反射高速電子線回折(RHEED)、結晶構造はX線回折(XRD)、薄膜の表面状態は走査型電子顕微鏡(SEM)によって評価した。

結果：今回新たに作製した試料全てにおいて、Er_2O_3のみの単相膜となった。しかし、Er_2O_3(440)に加えSi(100)面とはエピタキシャル関係にないEr_2O_3(111)由来のピークが確認された。そこで、これらの試料の、Er_2O_3(440)とEr_2O_3(222)のXRDピーク面積比の加熱時間に対する依存性を調べたのがFig.1である。まず、650℃蒸着の条件で作製された試料(○)と酸素雰囲気下で加熱継続を行った試料(■)はほぼ同じ値で、加熱時間にも依存しない。一方、750℃で作製された試料(△)は、上記の二つの条件と比べ、約3～4倍の値となっており、また、わずかながら加熱により配向性が向上している。これらの点から、750℃でのアニールの方が配向性の改善という点では適していると言える。また、薄膜の蒸着直後の結晶構造の影響が大きく、蒸着時に生成された配向関係は、加熱時間や雰囲気にほとんど依存しないことが分かった。今後、さらにこれまでの研究結果も含めて、薄膜の生成反応のメカニズムについて議論する。

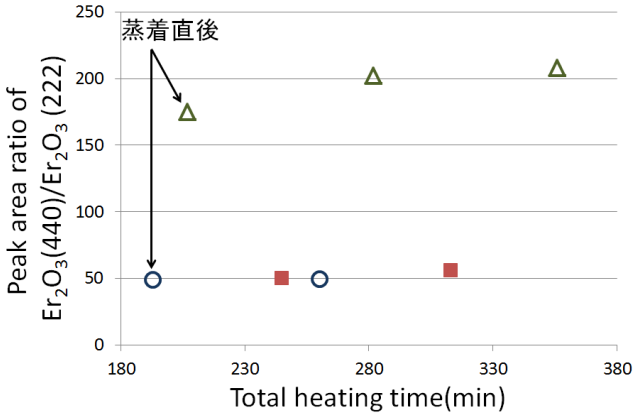

Fig.1 Dependence of peak area ratio, Er_2O_3 (440) / Er_2O_3(222), on the total heating time including deposition time: ○and△: deposited at 650 ℃ and 750℃, respectively. ■:deposited at 700℃and annealed in O_2 atmosphere.

[1] 藤田他、第62回応用物理学会春季学術講演会(2015),12p-P8-9
[2] 藤田他、第76回応用物理学会秋季学術講演会(2015),14p-PA5-10

© 2016年 応用物理学会