

イオンビームスパッタ蒸着法を用いた  $\text{Er}_2\text{O}_3$  膜の作製における照射イオン種の効果Effect of bombarding ion species during fabrication of  $\text{Er}_2\text{O}_3$  film by means of ion beam sputter deposition茨城大学<sup>1</sup>, 原子力機構<sup>2</sup>, 東京大学<sup>3</sup>, 静岡大学<sup>4</sup> ◯藤田 将弥<sup>1,2</sup>, 山口 憲司<sup>2</sup>,朝岡 秀人<sup>2</sup>, 毛 偉<sup>3</sup>, 近田 拓未<sup>4</sup>, 鈴木 晶大<sup>3</sup>, 寺井 隆幸<sup>3</sup>Ibaraki Univ.<sup>1</sup>, Japan Atomic Energy Agency<sup>2</sup>, The Univ. of Tokyo<sup>3</sup>, Shizuoka Univ.<sup>4</sup> ◯M. Fujita<sup>1</sup>,  
K. Yamaguchi<sup>2</sup>, H. Asaoka<sup>2</sup>, W. Mao<sup>3</sup>, T. Chikada<sup>4</sup>, A. Suzuki<sup>3</sup>, T. Terai<sup>3</sup>

E-mail: yamaguchi.kenji@jaea.go.jp

はじめに:我々は、イオンビームスパッタ蒸着(IBSD)法により、シリコン(Si)基板上に高配向した  $\text{Er}_2\text{O}_3$  薄膜の作製を行っている。これまでに、 $\text{Er}_2\text{O}_3$  ターゲットを  $\text{Ar}^+$ イオンでスパッタした場合、基板温度  $700^\circ\text{C}$ で蒸着した後さらに加熱を継続することにより、Si(100)上に  $\text{Er}_2\text{O}_3(110)$ が優先的に配向する膜の成長に成功している[1]。しかし、このときの最も配向性の良い作製条件でも  $\text{ErSi}_2$ が生成していた。これは、酸素の起源が  $\text{Er}_2\text{O}_3$  ターゲットのみに由来するため、薄膜成長時に酸素の供給不足に陥り、成長の初期の段階で基板との直接反応により生成した  $\text{ErSi}_2$ を十分に酸化することができなかつたためと考えた。そこで、本研究では、蒸着時のスパッタに使用するイオン種を  $\text{O}_2^+$ とすることで酸素不足を解消し、 $\text{Er}_2\text{O}_3$ 膜の配向性の一層の向上を目指した。

**実験方法:** まず、常温で  $\text{Ne}^+$ ビームを加速電圧; 3 keV、フルエンス;  $3.7 \times 10^{15}$  Ne /  $\text{cm}^2$ の条件で Si(100)基板に照射し、スパッタ・エッチ処理を行った後、 $800^\circ\text{C}$ でアニールを行った。それから、 $\text{Er}_2\text{O}_3$ ターゲットを質量分離された 35 keV  $\text{O}_2^+$ ビームでスパッタし、蒸着時間; 200 min、蒸着温度;  $700^\circ\text{C}$ で成膜した。このとき、作製する薄膜の膜厚の変化は膜厚計でモニターし、 $\text{Ar}^+$ ビームを用いた実験と同じ値になるまで蒸着を行った。また、一部の実験では蒸着後も  $700^\circ\text{C}$ で加熱を継続した。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)によって評価した。

**実験結果・考察:** Figure. 1 に、 $\text{Ar}^+$  (a) 及び  $\text{O}_2^+$  (b) ビームを用いて蒸着した直後の薄膜の XRD パターンを比較して示す。前者で見られた  $\text{ErSi}_2(100)$ のピークが後者で見られなくなった一方、 $\text{ErSi}(111)$ と思われるピークが新たに確認された。生成化学種が  $\text{ErSi}_2$  から  $\text{ErSi}$  へと変化していることから Er と Si の反応が抑制された。また、ターゲットをスパッタするイオン種を  $\text{O}_2^+$ に変えたことにより、 $\text{Ar}^+$ ビームと比べて蒸着レートが低下し、界面生成に要する反応時間が長くなったにもかかわらず  $\text{ErSi}$  のピーク強度自体  $\text{Er}_2\text{O}_3(440)$ のそれと比較して非常に弱いため、 $\text{O}_2^+$ ビームの使用により界面層の膜厚も抑制されており、 $\text{O}_2^+$ ビームの使用が極めて有用であると考えられる。成長機構の詳細については講演で議論する。

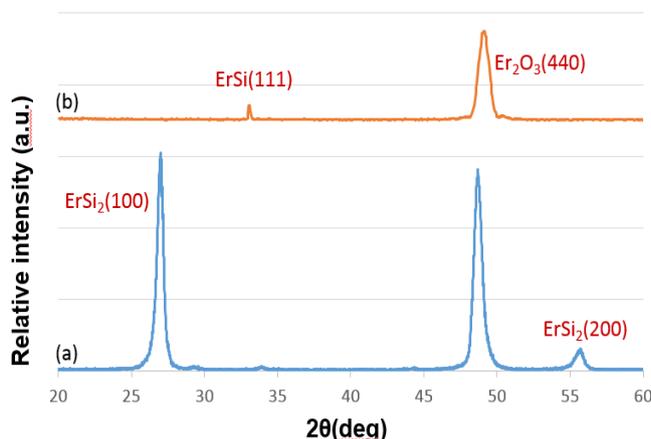


Fig. 1: Comparison of the XRD pattern of  $\text{Er}_2\text{O}_3$  films which were fabricated using different ion species for sputter deposition: (a)  $\text{Ar}^+$ , (b)  $\text{O}_2^+$

[1] 藤田他、第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 (2014), 19a-PB4-8.