バッファー層を用いた Si 基板上への高品位鉄酸化物薄膜の作製

Fabrication of high quality iron oxide thin film on Si substrate using buffer layer

茨城大学 [1]，量研(QST)[2]　○(M1) 山中 健太 [1,2]，(B)高野 健吾 [1,2]，山口 憲司 [2]
Ibaraki Univ. [1], QST [2], °Kenta Yamanaka[1,2], Kengo Takano[1,2] , Kenji Yamaguchi[2]
E-mail: yamaguchi.kenji@qst.go.jp

【緒言】

Si 基板上に種々の機能性薄膜を作製することはデバイス応用にとって重要なプロセスである。例えば、Fe_3O_4 (magnetite) はその高いスピン偏極率からスピントロニクスデバイス用材料として期待されている物質であるが、Si 基板上に直接作製した報告は少なく、高品位な薄膜を作製するには Al_2O_3 などのバッファー層を使用する方法がとられている [1]。なぜなら、Si の酸化物は鉄酸化物より熱化学的に安定であるため、基板の Si が鉄酸化物を還元することが懸念されるからである。そこで、筆者らはバッファー層に Al_2O_3 と同様に化学的に安定で、かつ Al_2O_3 よりも Fe_3O_4 との格子整合性が高い MgO に着目し、単相のエピタキシャル Fe_3O_4 薄膜を作製することを目標に研究を行った。

【実験・評価】

イオンビームスパッタ蒸着(IBSD)法により、脱ガス済みの Si(100)基板上に基板温度 400℃で約 20 nm の MgO バッファー層を堆積させ、その上に Fe_3O_4 を基板温度 300℃で約 30 nm 堆積させた。ターゲットホルダーに MgO の単結晶板と化学量論比の Fe_3O_4 焼結体を装荷し、真空中でターゲットの変更が可能な実験体系の下、高真空中で連続的にバッファー層と鉄酸化物層の成膜を行った。成膜中の圧力は 5×10^{-6} Pa 程度である。比較のため、同条件で MgO(100)単結晶基板上にも Fe_3O_4 薄膜を作製した。作製した薄膜の評価は反射高速電子線回折(RHEED)で行った。

【結果】

Fig. 1(a)は Fe_3O_4(100) / MgO(100)の RHEED パターンである。スポットに近い鮮明な回折点が得られた。対して(b)の Fe_3O_4 / MgO / Si(100) のパターンは不明瞭で、(a)とも異なっている。文献 [2] によれば、成膜条件によって MgO(100) // Si(100) 、MgO(110) // Si(100) など複数のエピタキシャル関係が存在すると報告されており、(a)と(b)で MgO の成長様式が異なっている可能性があるため現在どの方位に優先的に成長しているか調査中である。今後、Si 基板上へ単相の MgO バッファー層を作製することが重要と考え、MgO / Si(100) の最適な作製条件の探索を進める。

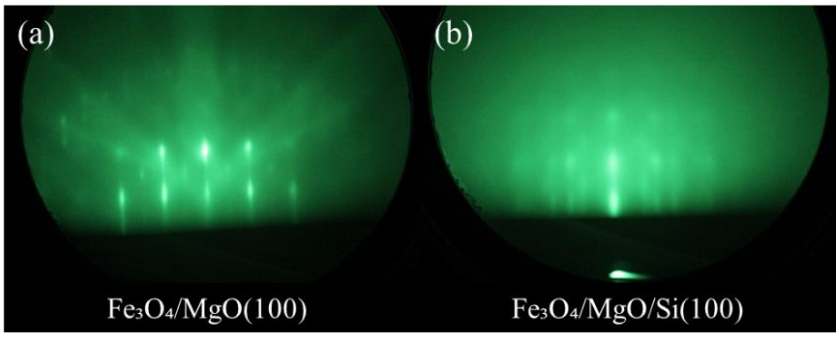

Fig. 1: The RHEED patterns for (a) Fe_3O_4(100) / MgO(100), (b) Fe_3O_4 / MgO / Si(100)

【参考文献】

1. Takahashi, N. *et al.*, Sci. Rep. **7** (2017) 1.
2. Abukawa, T. *et al.*, Surf. Sci. **604** (2010) 1614.