

Ga₂O₃ の結晶多形 -基板と成長ガスの影響-Crystal structures of Ga₂O₃ dependent on substrates and gases during sputteringNTT マイクロシステムインテグレーション研究所, [○]赤沢方省NTT Microsystem Integration Laboratories, [○]Housei Akazawa

E-mail: akazawa.housei@lab.ntt.co.jp

【はじめに】 Ga₂O₃結晶には、 α -Ga₂O₃、 β -Ga₂O₃、 γ -Ga₂O₃などの代表的な結晶相が存在するが、 β 相が高温における安定相であり、最も多くの報告がある。我々はスパッタで形成したGa₂O₃膜の結晶相が基板や成長中の導入ガスによって、様々に変化させられることを見出したので報告する。

【実験】 RFマグネトロンスパッタ法によりGa₂O₃膜を成膜した。基板にはサファイアC面、A面、Si(100)を用いた。Arをスパッタガスに用い、酸素源としてO₂あるいはH₂Oを添加した。基板温度を上げた成膜中の結晶化(ASC)と、真空中において300-800°Cで非晶質膜をアニールして得られる固相結晶化(SPC)を検討した。結晶相の評価はX線回折により行った。

【サファイアC面上】 O₂ガスでスパッタ成膜中の結晶化、固相結晶化のともに、 β (201)、 β (402)、 β (603)の回折ピーク強度が同程度の、(201)方向へ優先配向した β -Ga₂O₃単相が得られた(左下図)。

【サファイアA面上】 O₂ガスでスパッタ成膜中の結晶化、固相結晶化ともに、 α (110)、 α (220)ピークだけからなる、(110)方向へ優先配向した α -Ga₂O₃単相が得られた(左下図)。結晶構造を同じくする相が優先的に形成されている。800°Cで結晶化しても、 β -Ga₂O₃へ転換されないことから、基板との格子定数のマッチングが強く働いて、 α -Ga₂O₃単相が安定化されていると考えられる。

【Si(100)面上】 Si基板は容易に酸化されて表面にSiO₂層が形成されるため、基板表面の原子配列はGa₂O₃の結晶相へ影響を与えない。実際、O₂ガスによる成膜中の結晶化では、ランダム配向の β -Ga₂O₃単相が得られた。一方、固相結晶化では γ -Ga₂O₃が得られた(右下図2 θ -scan XRDパターン)。

【H₂Oガスによる成膜】 サファイアC面およびA面上へ固相結晶化させた。どちらの面を用いても、右下図に示すように回折ピークは弱くブロードで、結晶子の小さな γ -Ga₂O₃相が得られた。これは、溶液からのGa₂O₃結晶の析出において、 γ -Ga₂O₃相の形成が報告されていることと整合している。H₂Oは結晶化の進展を遅らせる効果を有しており、この場合はエピ成長でなく、膜中あるいは表面に結晶核が形成されて結晶化が進むものと推測される。

