

PLD 法による Sr_2SiO_4 多結晶ターゲットを用いた Sr_2SiO_4 薄膜の Si 基板上への作製

Preparation of Sr_2SiO_4 thin films on Si substrates by PLD using a Sr_2SiO_4 polycrystalline target

兵庫県立大学¹, 明治大学², JST-CREST³ °今西啓司¹, 谷脇将太¹, 堀田育志^{1,3}

吉田晴彦^{1,3}, 新船幸二^{1,3}, 小椋厚志^{2,3}, 佐藤真一^{1,3}

Univ. of Hyogo¹, Meiji Univ.², JST-CREST³, °Keiji Imanishi, Shota Taniwaki¹, Yasushi Hotta^{1,3},

Haruhiko Yoshida^{1,3}, Koji Arafune^{1,3}, Atsushi Ogura^{2,3}, and Shin-ichi Satoh^{1,3}

E-mail: er14y007@steng.u-hyogo.ac.jp

【はじめに】近年、MOS トランジスタのゲート絶縁膜の材料として用いられるなど金属シリケート薄膜への注目が高まり研究が進められている。中でも、アルカリ土類金属のシリケートである $\text{Sr}_x\text{SiO}_{x+2}$ は、 Sr-O-Si 三元系の熱力学的な関係より薄膜成長過程において Si 基板との界面に SiO_x 層を生じず、Si 基板上に直接薄膜成長が可能な材料である。¹⁾ この特性を利用することで、界面 SiO_x 層を排除すべき状況での Si デバイス用絶縁膜や不動態化膜としての応用が期待できる。我々は、これまで PLD 法によって Si 基板上に堆積した SrO 薄膜を酸素中でポストアニール処理することで、基板から拡散で供給される Si によるシリケート化を利用して Sr_2SiO_4 薄膜を作製してきた。 Sr_2SiO_4 薄膜は 10^{12}cm^{-2} 程度の膜中固定電荷を有しており、さまざまなデバイスへの応用が期待できる。しかし、従来の手法では、20nm 以上の膜厚の試料では、膜の組成に不均質が生じてしまうことが確認された。²⁾ (図 1) そこで、 Sr_2SiO_4 多結晶ターゲットを用いて膜組成の均一な Sr_2SiO_4 薄膜の作製を試みた。成膜時の基板温度(T_s)とレーザーエネルギー密度(F)をパラメータとして化学定量組成の薄膜が得られる条件を調べた。

【実験方法】パルスレーザー堆積(PLD)法により、 Sr_2SiO_4 多結晶ターゲットを用いて p 型 Si(100)基板上に成膜を行った。試料の膜厚は、25nm とした。本研究では酸素圧 $P_{\text{O}_2} = 1 \times 10^{-5}$ Torr に固定し、 $T_s = \text{室温}, 400, 600^\circ\text{C}$ 、 $F = 0.8, 1, 2, 3\text{J/cm}^2$ で成膜を行った。作製した試料について X 線光電子分光(XPS)測定によって薄膜の組成を同定した。

【実験結果】図 2 は、薄膜試料の Si/Sr 比と T_s の関係を各 F の値に対してプロットしたものである。図中 $\text{Si/Sr} = 0.5$ の位置が Sr_2SiO_4 の化学定量比を表しており、全体の傾向として T_s もしくは F の増加によって Si 組成が減少することが分かった。ただし、 $F = 2\text{J/cm}^2$ 以上では基板温度に対する組成の変動が小さくなった。Si の組成が減少するのは SiO の揮発性によるものと考えられる。よって、化学定量比の Sr_2SiO_4 薄膜を作製するためには、 SiO の揮発を抑制するために T_s を下げるか P_{O_2} を増加する、もしくは減少した Si を補うためターゲットに過剰 Si を加えることが考えられる。

【参考文献】

- 1) K.J.Hubbard et al., J.Master.Res.11,2757(1996)
- 2) 第 61 回応用物理学会春季学術講演会 18a-E12-8

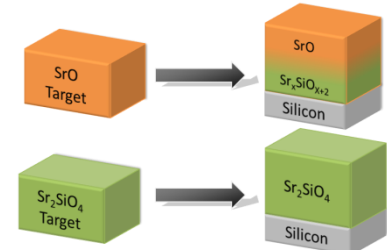


図 1 Sr_2SiO_4 Target 反応想定図 (グラデーションは基板からの Si の拡散を示す)

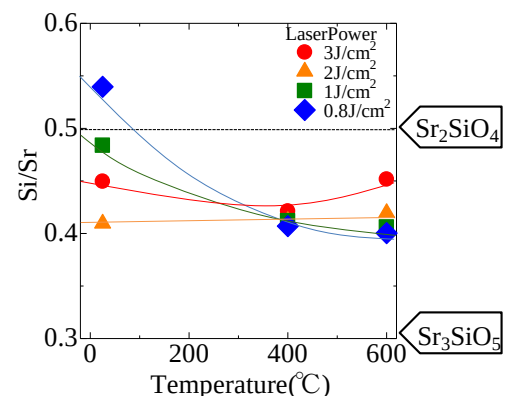


図 2 膜組成のレーザーパワー依存性