

PLD 法により SrSiO₃ 多結晶ターゲットから作製した Sr-Silicate 薄膜の化学組成と化学結合状態

Investigation of chemical composition and bonding state for Sr-Silicate thin films fabricated on Si substrates by PLD using a SrSiO₃ polycrystalline target

○馬野 光博、谷脇 将太、今西 啓司、

吉田 晴彦、新船 幸二、佐藤 真一、堀田 育志(兵庫県立大学)

○Mitsuhiro Umano, Shota Taniwaki, Keiji Imanishi,

Haruhiko Yoshida, Koji Arafune, Shin-ichi Satoh, and Yasushi Hotta (Univ. of Hyogo.)

E-mail:er15z004@steng.u-hyogo.ac.jp

【はじめに】現在、結晶シリコン太陽電池の開発では、Si 基板の薄型化と変換効率の向上が主題となっている。これらのうち変換効率向上に関しては、裏面表面におけるキャリア再結合を抑制することが最も効果的であり、これを実現する技術として電界効果パッシベーション (FEP) 法が活発に研究されている。FEP 法では、固定電荷を有する層を裏面表面に堆積し、その電界効果によって再結合を抑制する。これまで我々は、FEP 層用の新規材料として Sr シリケートの研究を進めてきた。Sr シリケートは、Sr_xSiO_{x+2} の化学式であらわされ、これまでに x=1,2,3 の組成のものが報告されている。これまで、Sr₂SiO₄ の組成の薄膜を調査した結果、Si 基板上に形成した薄膜において 10¹²cm⁻² オーダーの実効固定電荷をもつことがわかっている。¹⁾しかし、他の組成の薄膜に関しては固定電荷に関する調査は行われておらず、よって組成と固定電荷量の相関については明らかになっていない。一方、Sr₂SiO₄ に関するこれまでの研究から、膜中の Sr と Si 組成と化学結合状態に依存して実効固定電荷量が増加することを確認している。²⁾よって、x を系統的に変化させた場合、Sr_xSiO_{x+2} の固定電荷がどのように変化するかを知ることは大変興味深く、また FEP 材料としての特性を向上させる上でも重要であると考えた。本研究では、SrSiO₃ (x=1) 組成の電荷状態を調べるため、この組成の薄膜作製を目指した。そこで、PLD 法によって SrSiO₃ ターゲットを用いて Si 基板上に Sr シリケートの成膜を行い、得られた試料の化学組成及び各元素の化学結合状態を調査した。

【実験方法】Sr シリケート層の成膜は、PLD 法により SrSiO₃ 多結晶ターゲットを用いて行った。また、成膜時の酸素雰囲気圧を 10⁻⁵Torr に固定した。合わせてレーザーフルエンスが膜組成に与える影響を調べるため、1、2、3J/cm² の各フルエンスで試料を作製した。また、得られた試料を 2 つに切断し、その片方を酸素雰囲気中において 600°C で 6 時間のポストアニール処理を行い、アニール前後の試料について組成と化学結合状態を X 線光電子分光法(XPS)によって測定した。

【実験結果】図 1 は、XPS 測定から得られたアニール処理前後の試料の Si/Sr 比をレーザーフルエンスの関数として示している。アニール処理前後で組成に大きな差は見られず、またレーザーフルエンスによる大きな組成ずれも見られなかった。図 2 に 3J/cm² で作製した試料の O1s 領域内殻光電子スペクトルを示している。得られた O1s スペクトルは、3 つの化学結合状態 (Si-O、Si-O-Sr、Sr-O) の成分で良くフィットされた。そこで、O1s スペクトルの面積に対する各成分スペクトルの面積の割合をプロットしたものを図 3 に示す。図 1 に示した通り化学組成としては Sr/Si 比はおおよそ 1 であったが、化学結合の観点からはアニール前の試料では Sr-O の結合が多くを占めており、アニール後は Si-O-Sr 結合が増加していることがわかった。この原因として、SrSiO₃ ターゲットを用いた場合、成膜時に SrO と SiO₂ に分離していることが示唆された。

【参考文献】

- 1) 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 29p-PA9-10
- 2) 第 61 回応用物理学会春季学術講演会 18a-E12-8

【謝辞】本研究の一部は NEDO から委託され実施したものであり、関係各位に感謝する。

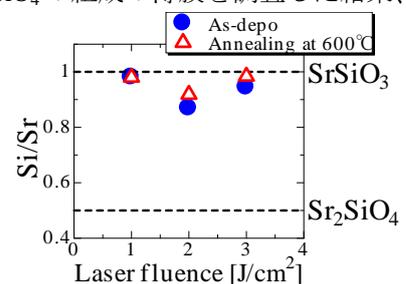


図 1. XPS で測定された試料中の Si/Sr 比

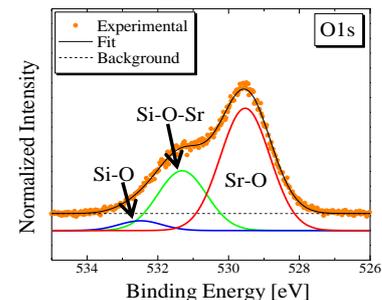


図 2. O1s スペクトルフィッティング結果
Laser fluence: 3J/cm², Annealing: 600°C, 6h

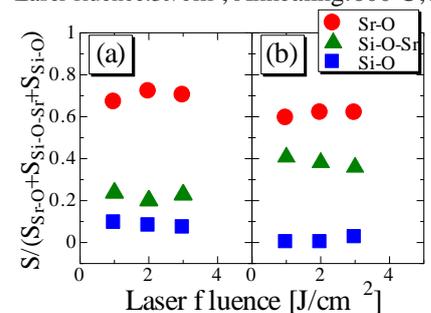


図 3. 薄膜の化学結合の割合
(a)成膜後の試料 (b)ポストアニール後の試料
Annealing: 600°C, 6h