

PLD 法により SiO ターゲットから作製した SiO₂ 薄膜の表面ラフネス評価

Evaluation of surface roughness of SiO₂ thin films by PLD using a SiO target

兵庫県立大学[○]西 慎太郎, 上岡 聡史, 谷脇 将太, 吉田 晴彦, 新船 幸二, 佐藤 真一, 堀田 育志

Univ. of Hyogo[○]Shintaro Nishi, Satoshi Ueoka, Shota Taniwaki, Haruhiko Yoshida, Koji Arafune,

Shin-ichi Satoh and Yasushi Hotta

E-mail: er16z010@steng.u-hyogo.ac.jp

【はじめに】近年、シリコン基板上の High-k/SiO₂ ヘテロ界面で生じる界面双極子が注目されている。この界面双極子は、High-k 層と SiO₂ 層の酸素面密度及び金属元素の電気陰性度の差によって生じる酸素イオンの変位が原因であると考えられている。^{1),2)} またこの界面双極子の発現には、High-k 層と SiO₂ 層の膜厚が重要なパラメータであり、数 nm オーダーの変化で双極子状態に影響を与えることが報告されている。³⁾ よって双極子界面を人為的に形成するには、平坦性が高く、かつ膜厚の制御性が良い成膜方法が重要になる。我々は、これまで PLD 法により人為的に積層を制御した High-k/SiO₂ 構造を作製し、その界面特性を評価してきた。その中で、SiO₂ 層を Si ターゲットから作製してきた。しかし、この場合ではアブレーションを起こすために 3 J/cm² 以上の高いフルエンスが必要となり、また得られた SiO₂ 膜ではドロップレットの影響による表面ラフネスの増加が問題となっていた。そこで、今回はより低いフルエンスでアブレーションが可能な SiO ターゲットを用いることで、SiO₂ 薄膜の表面ラフネスの改善を目指した。本研究では、SiO ターゲットから作製した SiO₂ 薄膜について、その表面ラフネスのレーザーフルエンス (F) 依存性を調べたので報告する。また、この SiO₂ 薄膜を用いて Au/SiO₂/Si(100) の MOS 構造を作製し、その容量-電圧 (C-V) 特性を評価した。

【実験方法】SiO₂ 薄膜は、RCA 洗浄および HF エッチングを施した p 型 Si(100) 基板上に SiO 粉末焼結体ターゲットを用いて PLD 法により作製した。基板温度は 500℃とし、また成膜雰囲気は酸素を補うために酸素雰囲気中 1Pa とした。F は、1.0~4.0J/cm² の間で変化させた。また、堆積した SiO₂ 層の膜厚は 20nm とした。表面形状は、触針式段差膜厚計および原子間力顕微鏡 (AFM) を用いて評価した。同一条件で作製した SiO₂/Si(100) 試料を As-depo の状態で、上部に Au 電極を蒸着し、Au/SiO₂/Si(100) 構造を作製した。

【実験結果】図 1 は、Si および SiO ターゲットを用いて作製した SiO₂/Si(100) 試料の薄膜-基板間段差プロファイルの結果である。これより、SiO ターゲットで成膜した方が、低いエネルギーで高い成膜レートが得られ、また SiO₂ 膜の表面ラフネスも小さくできることが分かった。また、SiO ターゲットを用いた成膜において、F を変化させた試料表面の AFM 像を図 2 に示す。AFM 測定によって得られた SiO₂ 膜の二乗平均粗さ(RMS)は、Si 基板の値が $2.04 \times 10^{-1} \text{nm}$ であったのに対し、各 F に対して 6.801nm (1.0J/cm²)、6.294nm (1.5J/cm²)、3.883nm (2.0J/cm²) となり、2.0J/cm² で成膜した場合が最も平坦であった。以上のことより、SiO ターゲットを用いたほうが低い F で成膜が可能であり、F が 2.0J/cm² において高い平坦性の SiO₂ 膜が得られることが分かった。

【参考文献】

- [1] K. Kita et al., Appl. Phys. Lett. 94,132902 (2009).
- [2] T. Watanabe et al., ECS Trans.,64, 3 (2013).
- [3] S. Hibino et al., Jpn. J. Appl. Phys. 51 (2012).

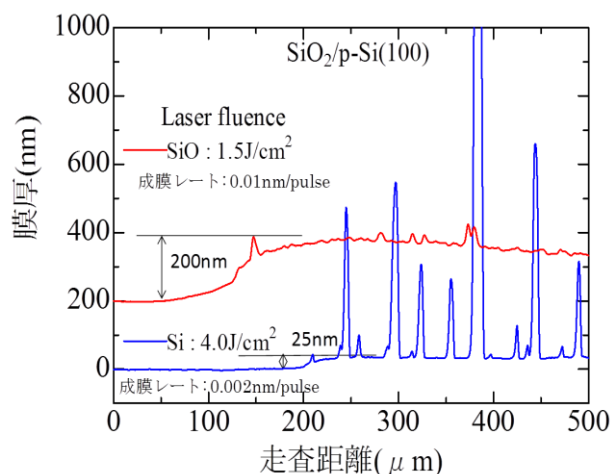


図 1: 薄膜-基板間の段差プロファイル

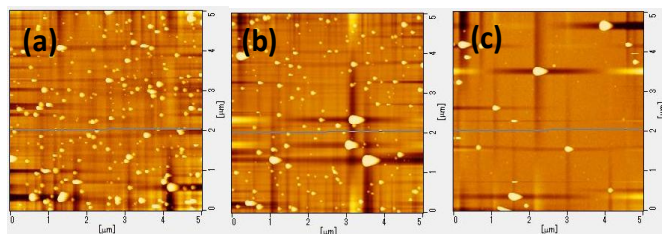


図 2: AFM による表面形状のレーザーフルエンス依存性。(a) 1.0J/cm²、(b) 1.5J/cm²、(c) 2.0J/cm²