

ラマン分光法による多結晶シリコン粒内のナノ結晶構造評価(Ⅲ)

Evaluation of Nanostructure in Poly-Si Grain by Raman Spectroscopy (III)

○三野 伸晃¹、横川 凌^{1,3}、鈴木 貴博¹、

高橋 和也²、小森 克彦²、森本 保²、澤本 直美¹、小椋 厚志¹

(1. 明治大理工、2. 東京エレクトロンテクノロジーソリューションズ(株)、3. 学振特別研究員 DC)

○N. Mino¹, R. Yokogawa^{1,3}, T. Suzuki¹,

K. Takahashi², K. Komori², T. Morimoto², N. Sawamoto¹, and A. Ogura¹

(1.Meiji Univ., 2.Tokyo Electron Technology Solutions Ltd., 3.JSPS Research Fellow)

E-Mail : ee41210@meiji.ac.jp

【背景・目的】多結晶シリコン(poly-Si)は、薄膜トランジスタ(TFT)の高移動度チャンネル材料として注目されている。我々は前回までに、ラマン分光法で poly-Si 結晶粒内に存在する微細ナノ構造の評価が可能であることを示し、高温熱処理を施すことでナノ構造が成長することを確認した[1]。本研究では更に低温熱処理後に高温熱処理した poly-Si 粒内のナノ構造に生じる変化をラマン分光法で評価した。

【実験】試料は Si 基板上に 100 nm の SiO₂ 膜を形成後、アモルファスシリコン(a-Si)を減圧 CVD により 510°C、0.4 Torr で 30 nm 堆積した。その後、Ar 雰囲気中で結晶化アニールを行い poly-Si 薄膜を作製した。熱処理は(a)700°Cで 30 分、(b)1000°Cで 30 分、および(c)700°Cで 30 分熱処理後冷却し、その後に 1000°Cで 30 分の追加熱処理の 3 条件とした。poly-Si 薄膜に対しラマン分光測定、電子線後方散乱パターン(EBSP)解析、TEM 観察を実施した。ラマン分光測定では励起光源に YAG レーザ(波長:355 nm)を用い、分光器の焦点距離は 2000 mm、さらにはガルバノミラーを高速駆動させることで疑似線状化したレーザ光源を用いて、1 次元分布の同時測定を行った。

【結果・考察】図 1 に EBSP によって得られたグレインサイズの分布を示す。(a)と(c)はグレインサイズが同様の傾向を示している。図 1 よりグレインサイズは一回目の熱処理温度によって固定され、二回目の熱処理はグレインサイズに大きな影響を与えないと考えられる。図 2 にラマン分光法により得られた poly-Si 粒内のナノ構造サイズの分布を示す。poly-Si 粒内のナノ構造サイズ(D)について、下記式を用いて解析した。

$$\text{FWHM} = \frac{120.8}{\frac{a_{\text{Si}}}{D} + 0.53} \times \left(\frac{a_{\text{Si}}}{D}\right)^2 \times 2\sqrt{2 \ln 2} \sigma + \Gamma_0$$

ここで $\Delta\omega$ はラマンピークシフト(cm^{-1})、 σ はナ

ノ構造のサイズ分布を示す標準偏差、 Γ_0 は Si 基板の FWHM(cm^{-1})、 a_{Si} はシリコンの格子定数 (nm) である[2, 3]。本実験により、追加熱処理ではグレインサイズには変化がないが、粒内ナノ構造サイズが拡大することを確認した。

【謝辞】本研究にあたり、解析のご助言をいただいた(株)東芝メモリ山崎英之氏、白田宏治氏に感謝いたします。

[1] 横川 凌 他, 第77 回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集, 15a-B10-10, (2016 秋).

[2] W. Ke *et al.*, J. Appl. Phys. 109, 083526 (2011).

[3] H. Yamazaki *et al.*, Sci. Rep. 7, 16549 (2017).

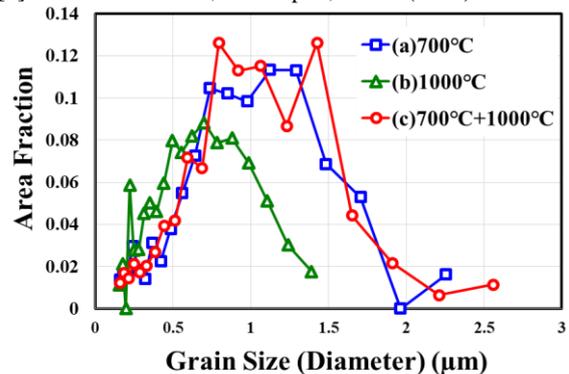


Fig. 1 Grain size distribution

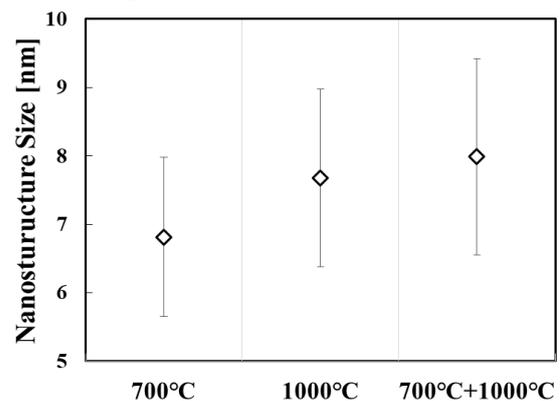


Fig. 2 Medians and Variances of Nanostructure