

ラマン分光法及びイメージング法による低温多結晶シリコン薄膜の結晶性分布評価

Crystallinity Evaluation Profile of Low Temperature Polycrystalline Silicon Thin Film

Using Raman Spectroscopy and Imaging

○横川 凌¹、高橋 和也²、小森 克彦²、廣田 良浩³、澤本 直美¹、小椋 厚志¹
(1. 明治大理工、2. 東京エレクトロン東北㈱、3. 東京エレクトロン㈱)
○Ryo Yokogawa¹, Kazuya Takahashi², Katsuhiko Komori², Yoshihiro Hirota³, Naomi Sawamoto¹,
and Atsushi Ogura¹

(1. Meiji Univ. 2. Development Dept., Tokyo Electron Tohoku Ltd. 3. Tokyo Electron Ltd.)
E-mail: ce51066@meiji.ac.jp

【背景と目的】低温多結晶シリコン(LTPS)は水素化アモルファスシリコン(a-Si:H)や酸化物半導体と比べ高移動度のため、薄膜トランジスタ(TFT)のチャネル材料として注目されている。しかし LTPS の作製条件によってデバイス性能は大きく異なり空間分解能が高かつ非破壊である評価手法の確立が急務となっている[1]。本研究では UV/可視光励起光源を用いたラマン分光法により LTPS 薄膜作製プロセス及び結晶性を評価した。

【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 LPCVD 法により堆積した。表 1 に a-Si の堆積条件を示す。その後温度を 625°C でアニールを行い時間は 20、40、60、90、180 分とし LTPS を作製した。ラマン分光測定により試料の応力、結晶性の評価を行い励起光源に紫外光($\lambda=355$ nm)および可視光($\lambda=532$ 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により疑似線状化したレーザを得た[2]。

【結果・考察】図 1 に UV 励起光源を用いて測定したラマンイメージング像を示す。横軸は波数(cm^{-1})、縦軸は位置(μm)を示し疑似線状光源の長さ 100 μm に対応している。このイメージから 0.2 μm 間隔で 512 点のラマンスペクトルを同時に取得できる。結晶シリコン(c-Si)は 520 cm^{-1} にラマンピークが現れる。図 1(a)-(c)より a-Si 堆積温度が高い試料ほど 520 cm^{-1} のピークが短時間のアニールで現れている事がわかる。また図 1(d)より 1.5 Torr で堆積させた試料では 0.4 Torr の試料と比べ結晶化が遅いことがわかる。図 2 に 180 分アニールを行った試料に関して図 1 より抽出したラマンピークの半値幅の中央値及び分散(2σ)を示す。ラマンピークの半値幅は結晶性を示しており、c-Si の半値幅は約 3.0 cm^{-1} である[3]。ゆえに図 2 から a-Si 堆積温度が高い、もしくは堆積圧力が低いほどラマンピークの半値幅は狭くなっているため LTPS の結晶性は向上し、グレインサイズの拡大もしくは欠陥密度の低下が反映している。以上より、非破壊で簡便なラマンイメージングを用いることで LTPS 薄膜の結晶化プロセス及び結晶性

を評価することができ、将来デバイス作製時のインライン評価等に応用可能であることを示した。

- [1]W. S. Yoo. *et al.*, ECS Trans. **61** (3), 55 (2014).
- [2]A. Ogura. *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **45**, 3007 (2006).
- [3]K. Kitahara. *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **38**, L1312 (1999).

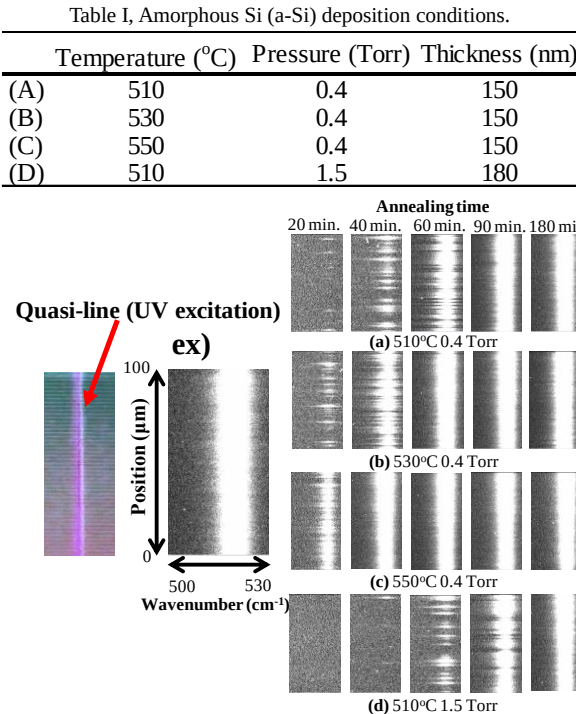


Fig. 1 Raman images obtained by CCD with UV excitation after annealing for the a-Si deposited at (a) 510°C, 0.4 Torr, (b) 530°C, 0.4 Torr, (c) 550°C, 0.4 Torr, and (d) 510°C, 1.5 Torr.

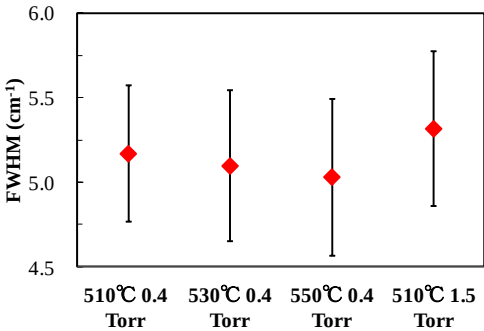


Fig. 2 The median and variation (2σ) of the full-width-at-half-maximum (FWHM) after 180 min annealing.