

水中レーザーアニール法による多結晶 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ 薄膜の低温形成Low-temperature formation of poly- $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ by underwater laser annealing名大院工¹, 学振特別研究員(PD)², 九大院シス情³○黒澤昌志^{1,2}, 田岡紀之¹, 中塚理¹, 池上浩³, 財満鎮明¹Nagoya Univ.¹, JSPS Research Fellow (PD)², Kyushu Univ.³○M. Kurosawa^{1,2}, N. Taoka¹, O. Nakatsuka¹, H. Ikenoue³, and S. Zaima¹

E-mail: kurosawa@alice.xtal.nagoya-u.ac.jp

[はじめに] $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ ($0 \leq x \leq 1$) は, 高キャリア移動度だけでなく, 直接遷移型バンド構造も期待できる電子/光デバイス用半導体である[1,2]. 特に, Ge-Sn 系固有の非常に低い共晶点 (231°C) を活用すれば, 150°C でも結晶化が可能となるため[3], 3次元集積化やフレキシブルディスプレイへの応用も十分に考えられる. 今回, この優位点を更に拡張すべく, 多結晶 Si 薄膜の超低温形成技術のひとつである水中レーザーアニール法[4]を適用し, 多結晶 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ 薄膜の低温形成を検証した.

[実験方法及び結果] 水中レーザーアニール法の概要を Fig. 1 に示す. 試料は熱酸化した Si(100)基板上に非晶質 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ 薄膜(膜厚: 50 nm, Sn 濃度(x): 0 又は 0.05)を分子線堆積したものである. これら試料に KrF エキシマレーザーアニール(ELA)(波長: 248 nm, ビームサイズ: $350 \times 850 \mu\text{m}^2$, 照射エネルギー密度: 40-280 mJ/cm^2 , 温度: 室温, 雰囲気: 大気中又は水中)を施した.

ELA 後の結晶化の可否を顕微ラマン分光法(励起波長: 532 nm, スポット径: 1 μm)により評価した結果を Fig. 2 に示す. 照射雰囲気を大気中から水中にすることで, 結晶化ウインドウが 1.5 倍化すると共に, 高エネルギー側に 15 mJ/cm^2 程度シフトする. この傾向は, Si-ELA の場合と一致する[4]. また, 興味深いことに, 5% の Sn 添加により, 結晶化/揮発エネルギー密度(図中 O/X)境界が高エネルギー側へ大幅にシフトした結果, 結晶化ウインドウを更に 10 倍化できることが判明した. これは, Sn 添加により ELA 照射時の Ge 凝集/揮発を抑制できることを示唆し, より高エネルギー照射が可能となるため高品質膜の形成が期待される. 講演では, 本プロセスにより得られた多結晶 $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ 薄膜の結晶性, 電気特性および本現象の成長機構について議論する.

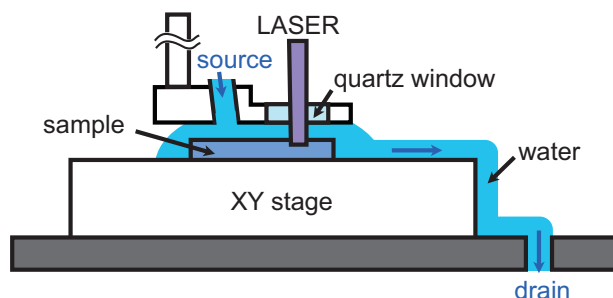


Fig. 1 Schematic illustration of underwater laser annealing method.

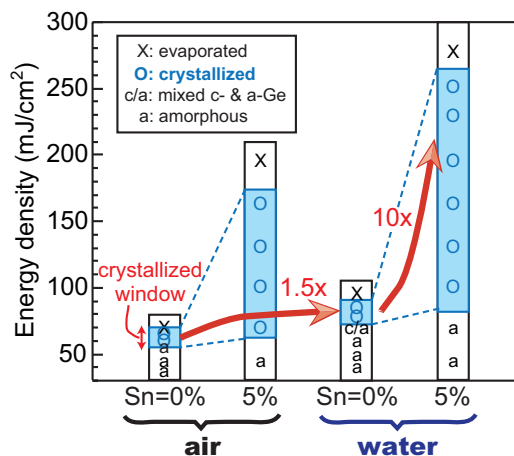


Fig. 2 Crystallinities of the samples after ELA: (scan speed: 360 $\mu\text{m}/\text{s}$).

[1] P. Moontragoon *et al.*, Semicond. Sci. Technol. **22**, 742 (2007). [2] M. Kurosawa *et al.*, Appl. Phys. Lett. **101**, 091905 (2012). [3] 黒澤ら, 2012 年秋応物 講演予稿集(12a-F5-9). [4] E. Machida *et al.*, Appl. Phys. Lett. **101**, 252106 (2012).