

パルスレーザー蒸着法による高濃度 Sn 置換 GeSn 粒子の形成 Synthesis of GeSn particles with high substitutional Sn concentration by pulsed laser deposition

1. 九州大学大学院システム情報科学府, 2. 九州大学ギガフォトン共同研究部門

○中島哲平¹, 菊地俊文^{1,2}, 妹川要^{1,2}, 中村大輔¹, 池上浩^{1,2}

1. Grad. Sch. of ISEE, Kyushu Univ., 2. Dept. of Gigaphoton NEXT GLP, Kyushu Univ.

○Teppei Nakashima, Toshifumi Kikuchi, Kaname Imokawa, Daisuke Nakamura, Hiroshi Ikenoue

E-mail: h.ikenoue.834@m.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

GeSn は, Sn 濃度の増加に伴い Ge 結晶内に歪みが導入され, Sn 組成比が 10 atm%以上となることで直接遷移半導体になることが知られている[1]. しかしながら, Ge 結晶構造中への Sn の固溶限界は約 2%と非常に低く, 熱処理によって容易に Sn が析出してしまふことから, Sn の高濃度置換が非常に困難である.

我々は, GeSn 焼結体をターゲットとし, 高分圧希ガス雰囲気下でパルスレーザー蒸着 (PLD 法) を行うことにより GeSn 粒子の凝集過程を制御し, 高濃度 Sn 置換 GeSn 粒子が形成できるのではと考えた.

2. 実験

用いたターゲットは Ge と Sn 粉末の混合焼結体であり, Sn の割合は 10 atm%であった. GeSn ターゲットに対向する位置に Si 基板を設置し, Ar 分圧 100 Pa で PLD を行った. 用いたレーザーはギガフォトン社製の KrF エキシマレーザーで, 波長は 248 nm, 照射フルエンス 6 J/cm², 繰り返し周波数 100 Hz, ビーム径は 300 μm×500 μm, 照射回数は 10,000 shots であった. この時の基板温度は室温であり, 堆積された GeSn 粒子を電子顕微鏡 (SEM) 及びラマン分光法にて観察した.

3. 結果および考察

Fig.1に Si 基板上に付着した典型的な(a)球状, (b)円盤状, (c)いびつ形状粒子の SEM 像を示す. 粒径が最も大きいもので 30 μm, 最も小さいもので 100 nm 程度であった.

ラマンスペクトルから求められた Ge-Ge ピークの単結晶 Ge に対するシフト量及び半値幅をそれぞれ Fig. 2(a)及び(b)に示す. Fig.2 の赤, 緑, 水色の点はそれぞれ球状, 円盤状, いびつ形状の測定点を示す. Fig.2(a)より気相中にて凝集が生じた後に Si 基板表面に到達したと考えられる球状粒子の Ge-Ge ピークのシフト量は-12±1.9 cm⁻¹であり, 15±2.4 %の Sn 置換に相当するピークシフトが観察された. また, Fig.2(b)より球状粒子の Ge-Ge ピークの半値幅は 15±2.8 cm⁻¹であり良好な結晶性が保たれていると考えられる. 以上の結果から, 高分圧 Ar 雰囲気下の PLD 法によって, 高濃度 Sn 置換 GeSn 粒子の形成が可能であると考えられる.

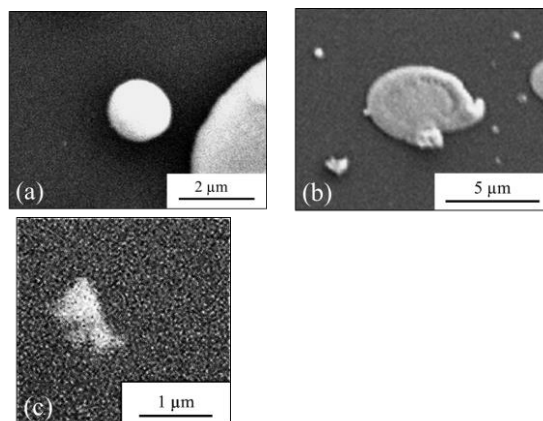


Fig.1 SEM images of typical GeSn particles deposited on the received Si substrate. (a) spherical, (b) disk-shaped, and (c) irregularly shaped.

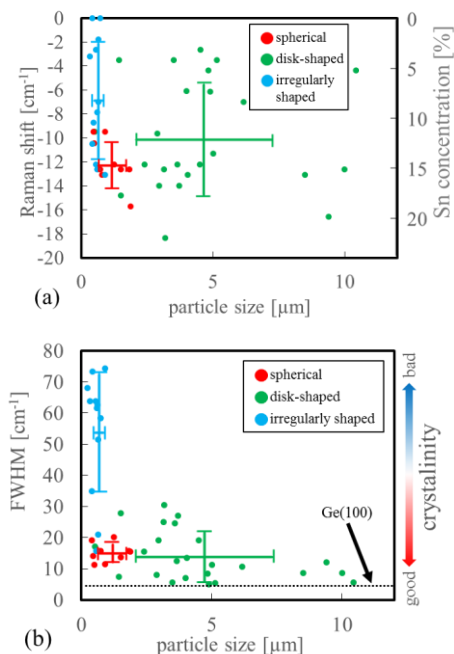


Fig. 2 (a) Raman spectra of Ge-Ge vibration mode of GeSn particles and (b) FWHM of the peak.

[1] Y. Chibane, M. Ferhat, J. Appl. Phys. **107**, 053512 (2010).

[2] H. Lin, et al, J. Appl. Phys., **98**, 261917 (2011).