

Si-Ge-Au 混合粉の重力場中熱処理 -2. Raman 測定を主として-

The annealing of Si-Ge-Au powders in strong gravitational field – 2. Raman spectroscopy –
防衛大¹, 物材機構材料開発・情報基盤部門², 熊本大³ 岡本庸一^{1,2}, 徳田誠³, 緒方雄大³,
宮崎尚¹, 真下茂³

Natl. Def. Acad.¹, NIMS MaDIS CMI², Kumamoto Univ.³, Yoichi Okamoto^{1,2}, Yudai Ogata³,
Makoto Tokuda³, Hisashi Miyazaki¹, Tamotsu Mashimo³

E-mail: rshow@nda.ac.jp

緒言 Si/Ge/Au 系アモルファス人工格子薄膜は、準安定相ではあるが、非常に高い熱電能（最大で 30 mV · K⁻¹ 以上）を示す。¹⁾ その高い熱電能を原因是、人工格子薄膜を熱処理する過程で、薄膜中に現れるナノドットにある事が判明している。^{2,3)} Si/Ge/Au 系アモルファス人工格子薄膜中にナノドットが生成される過程を明らかにする事を目的として、Au, Ge, Si の微粉末を混合、圧粉して、高重力（約 78 万 G）下で、熱処理を行い、前回は、その焼成の様子を組成分布を主にして報告した。⁴⁾

実験 試料は、表 1 に示した組成を変えた 6 種類で、前回の報告と全く同一である。試料の熱処理等も完全に同一で、所定量に秤量した微粉体を約 1.3 ton · cm⁻² の圧力で、ステンレスケースに封入し、前回と全く同じように、高重力（約 78 万 G）印加、真空中、約 24 時間、673 K の熱処理を行った。使用した微粉体は、Au は 100 nm 級、Si および Ge は 1 μm 級である。熱処理後の試料は、Raman 測定 (JASCO NRS-5100) と XRD(Phillips X'pert MRD および Bruker D8 adventure) で解析を行った。

Table 1 List of samples.

Sample	composition ratio (mass%)
S-1	(Si : Ge : Au)=(90 : 0 : 10)
S-2	(Si : Ge : Au)=(45 : 45 : 10)
S-3	(Si : Ge : Au)=(0 : 90 : 10)
S-4	(Si : Ge : Au)=(36 : 38 : 26)
S-5	(Si : Ge : Au)=(0 : 82 : 18)
S-6	(Si : Ge : Au)=(42 : 43 : 15)

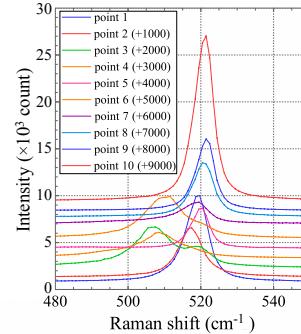


Fig. 1 Results of Raman spectroscopy for sample S-1.

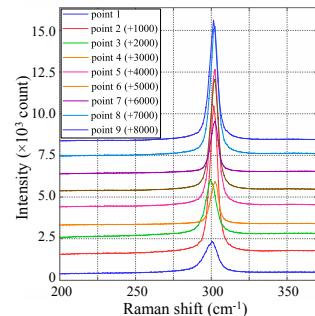


Fig. 2 Results of Raman spectroscopy for sample S-3.

実験結果 図 1 および 2 に、前回の報告で組成分析を行った試料切断面に対して、Raman 測定を行った結果を示す。測定点を表す point 1 が重力（遠心力）印加方向の最下端で、point 10 が最上部であり、ほぼ均等間隔（0.4~0.5 mm）に設定してある。図 1 は試料 S-1 で、表示範囲は、主ピークの見える 520 cm⁻¹ 付近のみを表示してある。これ以外の波数範囲では、約 950 cm⁻¹ 付近に、SiC の可能性あるごく弱いピークが見えるが、同定不能であった。明らかに、Si 結晶のピーク（520 cm⁻¹）である。しかしながら、重力印加方向下方に向かってピークシフト量が少ない方向に変化している傾向が読み取れる。一方、図 2 に示した他の試料の Ge 成分では、このようなピークシフトの依存性は見られなかった。

結論 この熱処理温度と時間では、当初の予想とは異なり、アモルファス成分、粒界成分、Si-Ge 結合成分は観測されなかった。一部で見られた 0.3 mm を超える大きな粒子も結晶であった。粒子成長のより詳細な議論には、熱処理温度を上下に変化させる事と、より長い処理時間が必要である。

- 1) Y. Okamoto, H. Uchino, T. Kawahara and J. Morimoto, Jpn. J. Appl. Phys. **38**, (1999) L945.
- 2) H. Takiguchi, M. Aono, and Y. Okamoto, Jpn. J. Appl. Phys. **50**, 041301 (2011).
- 3) Y. Okamoto, S. Watanabe, H. Miyazaki, and J. Morimoto, to be published in Jpn. J. Appl. Phys.
- 4) 岡本庸一、緒方雄大、徳田誠、宮崎尚、守本純、真下茂、第 62 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 13a-D13-10 (2015).
- 5) 岡本庸一、徳田誠、緒方雄大、宮崎尚、真下茂、第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 18a-F202-5 (2017).