

SiAu 薄膜の熱電特性に及ぼす結晶化度の影響

Effect of Crystalline Volume Fraction on the Thermoelectric Properties of SiAu Thin Film

防衛大機能材料 ○渡邊 伸, 岡本 庸一, 宮崎 尚, 守本 純

Natl. Def. Acad., ○Shin Watanabe, Yoichi Okamoto, Hisashi Miyazaki, Jun Morimoto

E-mail: em51032@nda.ac.jp

緒言

SiGeAu 薄膜は非常に高い熱電能を持ち、その主原因は金属誘起結晶化により形成された微結晶の量子効果と報告されている¹⁾。微結晶 SiGe の粒径が約 10 nm 以下で高い熱電能を得られるが、その再結晶化制御は難しく、再現性は低い。再現性の向上のために、再結晶化過程を明らかにする必要がある。その有効な手段は、試料の単純化である。以前の報告では、SiAu 薄膜で熱処理温度及び Au 濃度の熱電性能への影響を報告した²⁾。しかし、熱処理温度及び Au 濃度が変化すると、粒径及び結晶化度の両方が変化した。今回は、熱処理温度を変化させ、結晶化度がどう変化するか、またその熱電性能について調べた。

実験

従前と同様に、超高真空蒸着装置で Si/ Au 積層薄膜を作成した。試料は、Si 層 4.6 nm/ Au 層 0.4 nm/ 積層 60 周期で、全膜厚は約 300 nm である。作製した試料を Ar 雰囲気中、723 K で 0.5 分、1 分、5 分、10 分間熱処理した。試料名をそれぞれ、A、B、C、D 及び E とする。熱処理後、X 線回折から粒径を、ラマン散乱分光測定から結晶化度を算出した。その後、RT ~ 573 K の範囲で熱電能 α と電気抵抗率 ρ を測定した。

結果と考察

Fig. 1 に熱処理 (723 K) 後の粒径及び結晶化度の結果を示す。試料 A ~ D は、ほぼ同一の粒径を示し、試料 E では増大した。また結晶化度は、熱処理時間の増加に伴い、増大した。結晶化度は熱処理時間である程度の制御が可能であることがわかった。金属誘起結晶化により、粒が生成し、次第に粒の密度が増加、その後、粒同士が接近、さらに接触し、粒径が増加すると考えられる。

次に Fig.2 に測定温度 573 K での ρ と α の結晶化度依存性を示す。試料 A ~ D までの ρ と α とを比較すると、結晶化度の増加に伴い、 ρ と α が増加している。試料 E では、他の試料と ρ がさほど変化がなかったにもかかわらず、 α が向上していることを確認した。これは、結晶粒の数

の増加が α と ρ に影響を及ぼしたのだと考えられる。つまり、粒の密度が熱電性能に影響していることがわかる。

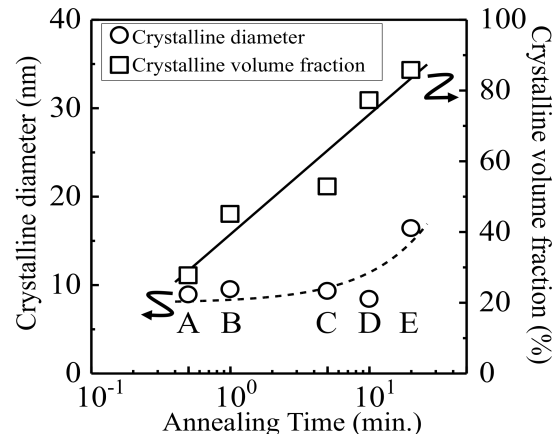


Fig.1. Crystalline diameter and crystalline volume fraction depending on the annealing time.

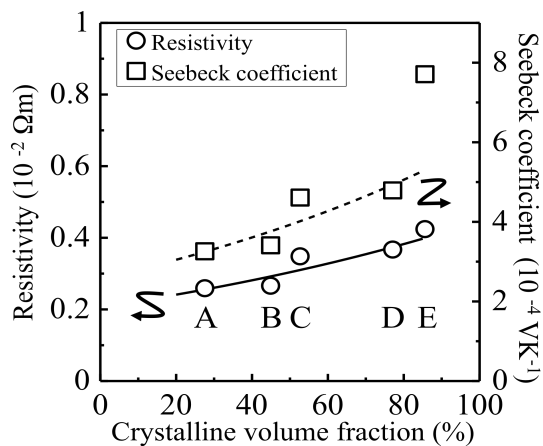


Fig.2. Crystalline volume fraction dependence of the resistivity and Seebeck coefficient at 573 K.

結言

金属誘起結晶化による試料の再結晶化では、熱処理時間とともに結晶化度は増加した。結晶化度は熱処理時間である程度の制御が可能であり、また、その結晶化度には、 ρ 及び α の最適値があることがわかった。

- 1) H. Takiguchi *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 041301.
- 2) 渡邊伸 他, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 27a-B9-12 (2013).