

SiGeAu 系薄膜中のナノドット形成過程

Formation of nano-dot Crystals in SiGeAu Thin Film

防衛大機能材料 〇田結荘 健, 岡本 庸一, 宮崎 尚, 守本 純

Natl. Def. Acad., 〇Takeshi Tainosho, Yoichi Okamoto, Hisashi Miyazaki, Jun Morimoto

E-mail: f13001@nda.ac.jp

緒言

SiGeAu 系薄膜は非常に高い熱電能を発揮する。その主原因は金属誘起結晶化により形成された SiGe ナノドットの量子効果であると以前の研究で報告した¹⁾。SiGe ナノドットの粒径が約 10 nm 以下で高い熱電能を得られるが、SiGe ナノドットの形成プロセスには不明な点が多く、再現性は十分ではない。

再現性の向上のために、SiGe ナノドットの形成プロセスを明らかにする必要がある。そこで、極力低い温度で試料をアニールし、結晶化プロセスをゆるやかに進行させ、その状態について調べた。

実験

試料の作成には以前と同じく超高真空蒸着装置を用いた。1 周期あたり Ge 層 1.3 nm / Si 層 3.8 nm / Ge 層 1.3 nm / Au 層 0.3 nm とし、40 周期積層した。全膜厚は約 270 nm である。作成した試料を窒素雰囲気中、653 K で 1、2、4、8 時間アニールした。試料は X 線回折及びラマン散乱分光測定を行い、結晶性を評価した。

結果と考察

Fig. 1 にアニール前後の X 線回折パターンを示す。アニール後のいずれの試料も同じ位置にピークが観測され、SiGe に同定された。このことから 1 時間以内に SiGe の結晶化は進行しているとわかる。

次に、Fig. 2 にアニール前後のラマンスペクトルを示す。図中の点線は c-Ge 及び c-Si のピーク位置である。低波数側から Ge-Ge、Si-Ge 及び Si-Si 結合成分のピークがそれぞれ確認された。Ge-Ge 成分及び Si-Ge 成分はともに結晶のピーク位置から低波数側にかけて肩を持つピークが確認された。従って、結晶とアモルファスがともに存在している。しかし、Si-Si 成分のピークは結晶 Si のピーク位置になく、低波数側にのみ確認された。つまり、c-Si は形成されていない。

これらの結果から SiGe ナノドットの形成プロセスは次のように考えられる。金属誘起結晶化によって結晶化温度の低い Ge ナノドットが初めに

形成され、さらに周囲の Si を取り込むことで Ge ナノドットを核とした SiGe ナノドットが形成される。

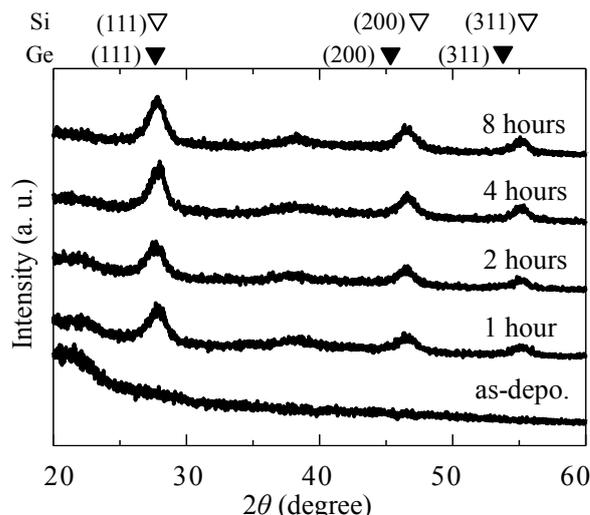


Fig. 1 XRD patterns as a function of annealing time.

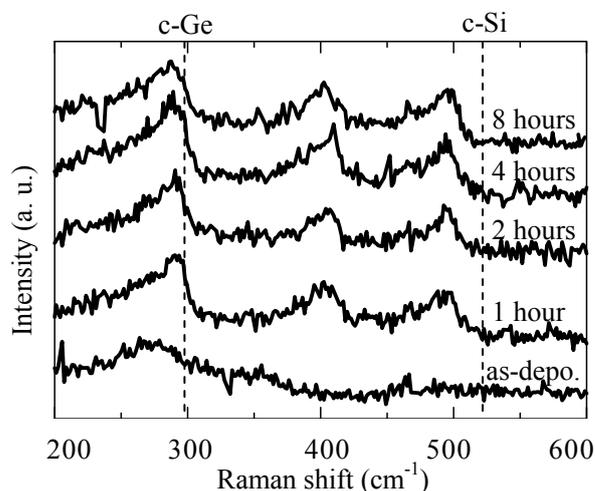


Fig. 2 Raman spectra as a function of annealing time.

結言

SiGe ナノドットが形成される過程は次のとおりである。金属誘起結晶化によって Ge ナノドットが形成され、その後、周囲の Si 成分を取り込むことで SiGe ナノドットが形成される。

- 1) H. Takiguchi *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 041301.