

Si 基板上的 Ge 堆積処理による SiGe 混晶クラスレート膜の合成

Synthesis of SiGe alloy clathrate films with Ge coated Si substrate

岐大院自¹, 岐大工² ○(M2)西尾 健吾¹, H. S. Jha¹, 大橋 史隆¹, 久米 徹二^{1,2}

GNST. Gifu Univ.¹, FE. Gifu Univ.², °K. Nishio¹, H. S. Jha¹, F. Ohashi¹, T. Kume^{1,2}

E-mail: nishio.kengo.v7@s.gifu-u.ac.jp

1. 研究背景

II 型 Si クラスレート(Si_{136})は、約 1.9 eV の直接ギャップ半導体とされ、光電変換素子への応用が期待できる[1]。我々は、Si 基板と Na 蒸気の反応によって基板上に前駆体 NaSi 膜を合成し、その後の真空熱処理により Na 内包 II 型 Si クラスレート($\text{Na}_x\text{Si}_{136}$)薄膜の合成を行ってきた。しかし均一な膜を再現性良く合成することが困難である。一方、Na 内包 II 型 Ge クラスレート($\text{Na}_x\text{Ge}_{136}$)薄膜は比較的容易に合成される[2,3]。本研究では、反応性の高い Ge を Si 基板に薄く堆積すれば、より容易に Si クラスレートを合成できると考え、そのような手法を試みた。

2. 実験方法

酸化膜を除去した Si(111)基板に対し、スパッタリング法を用いて約 50 nm の Ge 薄膜を堆積し、この基板を Ar 雰囲気下で Na 蒸気と高温(560°C, 1~24 h)で反応させ、基板上に前駆体膜を作製した。その後、前駆体膜の真空熱処理(約 400°C)により、クラスレート膜の合成を行った。試料は X 線回折法、Raman 散乱分光法、走査型電子顕微鏡、エネルギー分散型 X 線分析により評価した。

3. 実験結果・考察

Fig. 1 は超純水で超音波洗浄を行った後の XRD パターンである。Ge を堆積しなかった場合には、洗浄により膜の大部分が剥がれ落ち、Si クラスレートに起因する弱いピークを確認

した。Ge を堆積した場合は、若干の膜の剥がれはあったが、残存した広範囲の膜からは II 型 Si クラスレートと同様の強いピークを観測した。I 型 Si クラスレート($\text{Na}_8\text{Si}_{46}$)の弱いピークも観測したが、ほぼ II 型クラスレートからなる薄膜が得られた。そのクラスレート部分からは、微弱な PL スペクトルが得られている。今後、クラスレート膜に含まれる Ge 組成の推定を試み、結晶構造や発光について調査・検討を行う。

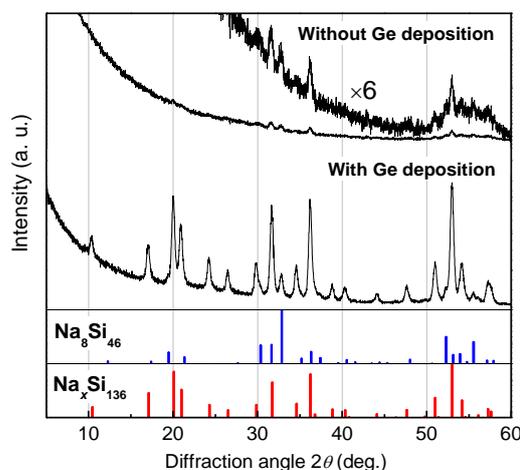


Fig. 1 XRD spectra of the samples with and without Ge deposition after ultrasonic cleaning.

謝辞: 本研究は科研費(16K21072, 17H03234, 20K03820, 21H01365)の一環として行われた。

[1] J. Gryko *et al.*, Phys. Rev. B62 R7707 (2000).

[2] T. Kume, *et al.*, Cryst. Eng. Comm 18, 5630 (2016).

[3] R. Kumar *et al.*, Thin Solid Films 734, 138859 (2021).