

固相成長テンプレートを用いた Ge(111)基板上への BaSi₂膜作製

Fabrication of BaSi₂ films on Ge(111) using solid phase epitaxy templates

○高部 涼太¹, 原 康祐², 都甲 薫¹, 宇佐美 徳隆^{3,4}, 末益 崇^{1,4}

(1.筑波大学電子・物理工学専攻, 2.山梨大学, 3.名古屋大学, 4. JST-CREST)

○Ryota Takabe¹, Kosuke O. Hara², Kaoru Toko¹, Noritaka Usami^{3,4}, Takashi Suemasu^{1,4}

(1.Univ. Tsukuba, 2.Univ. Yamanashi, 3.Nagoya Univ. 4.JST-CREST)

E-mail: bk200911087@s.bk.tsukuba.ac.jp

【背景・目的】

新規高効率薄膜太陽電池の材料として、斜方晶 BaSi₂ について研究を行っている。BaSi₂ は大きな光吸収係数($\alpha=3 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ @1.5 eV)と非常に長い少数キャリア拡散長($L_n \sim 10 \text{ }\mu\text{m}$)を併せ持つ特異な材料である^{1,2)}。また、太陽電池に適した禁制帯幅($E_g=1.3 \text{ eV}$)を持つことも分かっている¹⁾。そのため、BaSi₂ は、太陽電池の高効率化と薄膜化を同時に達成できるポテンシャルを秘めた材料であるといえる。BaSi₂ は Si(111)面上にエピタキシャル成長が可能である³⁾。しかし、BaSi₂/Si 界面にはバンド不連続が存在し、キャリア輸送を阻害する要因になっている。現在、この BaSi₂/Si 界面に存在するバンド不連続を解消する新たなアイデアの一つとして、Ge 基板上の BaSi₂ エピタキシャル膜作製を提案している。しかし、Ge(111)基板上に直接 BaSi₂ を成長すると、アイランド状の粒を形成し、その隙間から酸素が侵入して BaSi₂ 全体が酸化することが分かった。本研究では、Ge(111)基板上 BaSi₂ のアイランド化を解消するために、Ge と BaSi₂ の間に固相成長(SPE)層を挿入することで表面改質を行い、BaSi₂ 膜の均質化を目指した。

【実験】

Fig. 1 に示す手順で BaSi₂ 膜の作製した。まず、低抵抗 *p*-Ge(111) ($\rho \leq 0.01 \text{ }\Omega\text{-cm}$) を HCl および HF 処理した後、600 °C のサーマルクリーニングを行い、その後 100 °C まで基板温度を下げ、a-Si と Ba を同時に堆積した。次に、580 °C で 20 min のポストアニールを行い、SPE-BaSi₂ を作製した。そして、この層をテンプレートとし、分子線エピタキシー(MBE)法により成長温度 580 °C で BaSi₂ 膜を成長した。

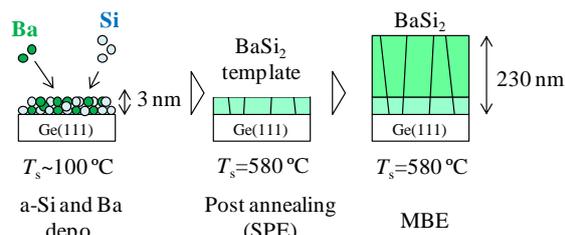


Fig. 1 Growth procedure of MBE-BaSi₂/SPE-BaSi₂/Ge(111).

【結果・考察】

Fig. 2 に SPE 成長後および MBE 成長後の RHEED 像を示す。電子線は Ge[11-2]から入射している。この図より、SPE 成長後にストリークパターンとなったため、BaSi₂ がエピタキシャル成長したことが示唆されるが、MBE 成長後にリングパターンとなり、BaSi₂ が多結晶化したことが分かった。Fig. 3 に集中法による 2θ - ω XRD 測定の結果を示す。また、比較のために Ge(111)基板のみを測定した結果も示す。これより、Ge(111)基板上に多結晶 BaSi₂ が成長していることが分かった。また、粉末回折のピーク強度と比較して、BaSi₂(400)や BaSi₂(600)からの回折ピークが強く出ていることが分かった。そのため、わずかながら BaSi₂ が *a* 軸に配向していることが分かった。さらに、試料表面を AFM により観察したところ、BaSi₂ がアイランド化しておらず、Ge 基板全体を覆えていることが分かった。

【参考文献】

- 1) K. Toh *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **50** (2011) 068001.
- 2) M. Baba *et al.*, J. Crystal Growth **348** (2012) 75.
- 3) Y. Inomata *et al.*; Jpn. J. Appl. Phys. **43** (2004) 4155.

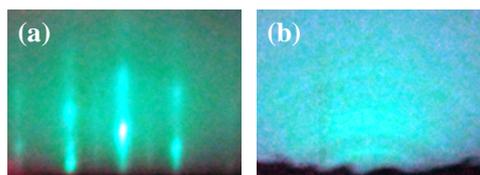


Fig. 2 RHEED patterns of the sample after (a) SPE and (b) MBE growth

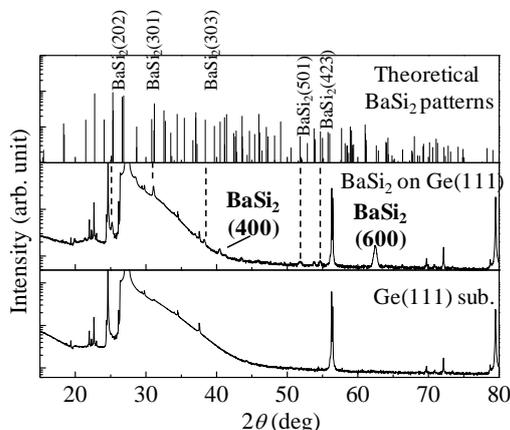


Fig. 3 2θ - ω XRD patterns of the sample and Ge(111) substrate.