

BaSi₂ 薄膜の結晶粒界とキャリア寿命の関係

Relationship between the grain boundary and the carrier lifetime in BaSi₂ films

山梨大クリスタル研¹, 名大院工² °原 康祐¹, 有元 圭介¹, 宇佐美 徳隆²

Univ. of Yamanashi¹, Nagoya Univ.² °K. O. Hara¹, K. Arimoto¹, N. Usami²

E-mail: khara@yamanashi.ac.jp

【はじめに】BaSi₂は太陽電池の光吸収層に適した光学特性を持ち、理論限界効率は32%と高い [1]。また、エピタキシャル薄膜においてドメイン境界がキャリア再結合サイトになりにくいことや [2]、ランダム配向したスパッタ薄膜が高いキャリア移動度を持つことなど [3]、結晶粒界が特性を悪化させない興味深い特徴を持つ。しかし、Si 空孔などの欠陥が深い準位を作ることから [4]、結晶粒界が全く再結合サイトにならないことは考えにくい。そこで、本研究では結晶粒界が BaSi₂ のキャリア再結合挙動に与える影響を解明することを目的として、結晶粒界とキャリア寿命の関係について調査を行った。

【実験方法】近接蒸着法 [5] により、Si(100)または Si(111)基板上に 700–1000 °C で BaSi₂ を成膜した。原料には、ボールミリング処理を施した BaAl₄-Ni 混合粉末を用いた。原料重量、成膜温度、成膜時間の組み合わせにより、97–1260 nm の様々な膜厚で成膜した。粒界構造は電子線後方散乱回折(EBSD)法で分析し、キャリア寿命はソーラーシミュレータによる定常光照射下における光伝導度から解析した。

【結果と考察】作製した BaSi₂ 薄膜を EBSD で分析した結果、基板の面方位、成長温度に依らず、主に(100)配向したエピタキシャル薄膜であることが分かった。他の成膜法と同様に、Si(100)基板上では 2 つ、Si(111)基板上では 3 つのバリエーションから成るエピタキシャル薄膜である。なお、成膜温度が低いほど、ランダム配向した結晶粒の割合が多い傾向があった。また、結晶粒界密度は膜厚と負の相関があることが分かった。成膜温度と時間が同じでも、膜厚が大きければ結晶粒界密度が小さいことから、BaSi₂ 生成に伴う原子の移動が結晶粒成長をもたらしたと考えられる。

Figure 1 に、キャリア寿命を結晶粒界密度に対してプロットした図を示す。キャリア寿命と結晶粒界密度に弱い負の相関があることが確認できる。よって、結晶粒界が再結合サイトとして働くことを示唆する結果を得た。

【参考文献】 [1] K. O. Hara, Sol. Energy **245**, 136 (2022). [2] T. Suemasu and N. Usami, J. Phys. D: Appl. Phys. **50**, 023001 (2017). [3] R. Koitabashi, et al., AIP Adv. **12**, 045120 (2022). [4] M. Kumar, et al., J. Mater. Chem. A **5**, 25293 (2017). [5] K. O. Hara, et al., Mater. Sci. Semicond. Process. **113**, 105044 (2020).

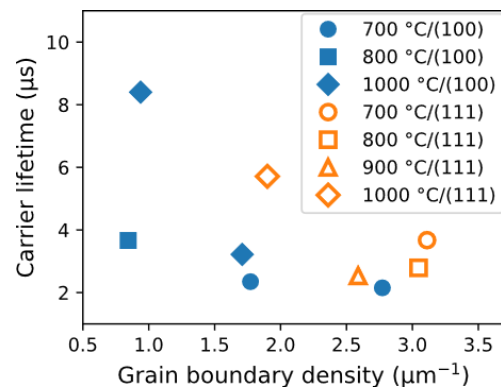


Figure 1 Carrier lifetime of BaSi₂ films grown by close-spaced evaporation, plotted against grain boundary density.