

BaSi₂ エピタキシャル膜における近赤外欠陥発光の評価Near infrared PL properties of defect-related PL in BaSi₂ epitaxial films九工大情報工¹, 筑波大数理物質², [○]N.村社尚紀¹, 星田裕文¹, 飯沼元輝¹, 江口 元¹, 末益 崇², 寺井慶和¹Kyushu Inst. of Tech.¹, Univ. of Tsukuba², [○]N. Murakoso¹, H. Hoshida¹, M. Iinuma¹, H. Eguchi¹, T. Suemasu², Y. Terai¹

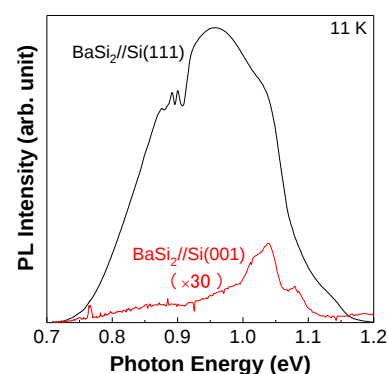
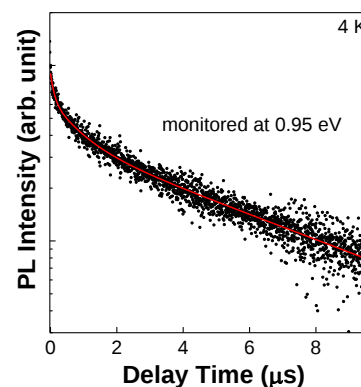
E-mail: m232082n@mail.kyutech.jp

【はじめに】我々は、新規薄膜太陽電池材料として期待される BaSi₂ の基礎光物性評価を行っている。これまで、Si(111)基板上の BaSi₂(100)エピタキシャル膜[BaSi₂/Si(111)]において、光変調反射率測定により直接遷移エネルギーを決定し、フォトルミネッセンス(PL)測定により強度の強い欠陥由来の発光が近赤外領域に観測されることを明らかにしてきた[1]。本研究では、Si(111)および Si(001)基板上に作製した BaSi₂ エピタキシャル膜で PL 測定、時間分解 PL(TR-PL)測定を行い、BaSi₂ で観測される欠陥発光の評価を行ったので報告する。

【実験方法】MBE 法により、Si(111)および Si(001)上へ膜厚 50–80 nm の BaSi₂(100)エピタキシャル膜を作製した。a-Si などの表面保護層は堆積せず、BaSi₂ 表面の直接励起で PL および TR-PL 測定を行った。PL 測定は Nd:YAG レーザーの第 2 高調波(532 nm)で励起し、Ge-PIN で検出した。TR-PL 測定は Nd:YAG レーザー(532 nm, 0.6 ns, 17 kHz)を励起光源に用い、InGaAs PMT を用いた時間相関単一光子計数法により測定した。

【結果】Fig. 1 に BaSi₂/Si(111)および Si(001)基板上の BaSi₂(100)エピタキシャル膜[BaSi₂/Si(001)]で測定した近赤外領域の PL スペクトルを示す。前回報告したように[1], BaSi₂/Si(111)では 0.7–1.2 eV の領域にブロードで発光強度の強い PL スペクトルが観測された。一方、BaSi₂/Si(001)では二桁ほど強度の弱い発光スペクトルが得られ、BaSi₂ エピタキシャル膜で観測される欠陥発光の強度とスペクトル形状は、Si 基板方位に強く依存することが明らかとなった。また、BaSi₂ の間接および直接吸収端に対応する 1.3–1.5 eV 付近では、バンド間遷移に由来する発光はどちらの試料でも観測されなかった。次に、BaSi₂/Si(111)で測定した欠陥発光の減衰曲線を Fig. 2 に示す。指数関数によるフィッティングの結果(図中の実線), $\tau_1 = 60$ ns, $\tau_2 = 550$ ns, $\tau_3 = 5.4$ μ s の発光寿命が得られた。これらの発光寿命値は、我々が測定した Si 欠陥発光の D1-line の寿命値($\tau_1 = 40$ ns, $\tau_2 = 700$ ns, $\tau_3 = 4.9$ μ s)と類似しており、BaSi₂ 中で不均一に形成された欠陥準位間の輻射遷移確率に対応すると考えられる。BaSi₂ エピタキシャル膜は Si(111)上で 3 つ、Si(001)上で 2 つのバリエーションを有して成長する[2]。少数キャリアの拡散長・寿命は、そのバリエーション同士の境界に存在する粒界ポテンシャルに強く依存し、BaSi₂/Si(111)で長い拡散長と寿命が報告されている[3]。今回得られた欠陥発光強度の差は、BaSi₂/Si(111)で非輻射遷移過程が少ないことを示しており、欠陥発光も μ s オーダーの長い発光寿命値を示した。本結果は、BaSi₂/Si(111)の優位性を示す結果であり、これまでの少数キャリアの拡散長・寿命の結果と符合する。当日は発光強度、発光寿命の温度依存性の結果もあわせ、BaSi₂ の欠陥発光特性について発表する。

[1] 塚本他, 第 76 回応用物理学会秋季講演会, 15p-2R-21.

[2] S. Koike, *et al.* J. Crystal Growth **378**, 198–200 (2013).[3] M. Baba, *et al.* Jpn. J. Appl. Phys. **53**, 078004 (2014).Fig. 1 PL spectra of BaSi₂ epitaxial filmsFig. 2 PL decay curve at 0.95 eV in BaSi₂ on Si(111) epitaxial film.