

BaSi₂ エピタキシャル膜における光変調反射率スペクトルの Ba/Si フラックス比依存性

Ba/Si flux ratio dependence of photoreflectance spectra in BaSi₂ epitaxial films

九工大情報工¹, 筑波数理物質² °星田裕文¹, 末益 崇², 寺井慶和¹

Kyushu Inst. of Tech.¹, Univ. of Tsukuba², °H. Hoshida¹, T. Suemasu², Y. Terai¹

E-mail: p232211h@mail.kyutech.jp

【はじめに】 シリサイド半導体 BaSi₂ は、太陽電池に適した 1.3 eV に間接遷移端を有し、その近傍の 1.5 eV 付近に直接遷移端が存在する。その電子構造を反映して、 $3 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-1}$ @ 1.5 eV という大きい光吸収係数を示し、新規薄膜太陽電池として期待されている。これまで、BaSi₂ の分光感度特性は、MBE 成長時の Ba/Si フラックス比に大きく依存することが報告されており[1]、組成比変化に伴う格子欠陥の導入がその要因の一つとして考えられる。そこで本研究では、異なる Ba/Si フラックス比で作製した BaSi₂ エピタキシャル膜において光変調反射率(PR)スペクトルを測定し、直接遷移端および欠陥準位の評価を行ったので報告する。

【実験方法】 MBE 法により Si(111)基板上に BaSi₂ エピタキシャル膜(600 nm)を成長した。このとき、Ba と Si のフラックス比($R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}}$)を 1.0–5.1 の範囲で変化させた。また、表面には保護膜として 3 nm の a-Si を堆積した。PR 測定は、分光したタングステンランプ光を反射率測定のプロブ光に用い、532 nm のレーザを 140 Hz で照射することで試料表面に光変調電場を誘起した。光変調反射率($\Delta R/R$) は Si フォトダイオードとロックインアンプを用いて検出した。

【結果】 Fig. 1 に PR スペクトルの Ba/Si フラックス比依存性を示す。各試料において、1.5–1.7 eV において 3 次微分形のスペクトルが観測された。これは、BaSi₂ の直線遷移端に対応した光変調信号であり[2]、Ba/Si フラックス比に依存せず、 $E_1 = 1.54 \text{ eV}$, $E_2 = 1.63 \text{ eV}$ に特異点が存在すると考えられる。また、1.25 eV 付近には一次微分形のスペクトルが観測され、その振幅値は化学量論組成に最も近い $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}} = 2.2$ で最小となり、組成比ずれとともに増大することが明らかとなった。BaSi₂ の分光感度は $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}} = 2.2$ で最も高く、組成比ずれとともに大きく低下する。また、残留キャリア密度も $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}} = 2.2$ で最小となり、組成比ずれとともに増大する[1]。今回、PR 測定で観測された 1.25 eV 付近の信号振幅は、分光感度、残留キャリア密度の Ba/Si フラックス依存性と対応しており、BaSi₂ 膜の特性評価に用いることができるといえる。光変調反射率の一次微分形のスペクトルは、局在性の高い欠陥準位に由来し[3,4]、その振幅値は欠陥密度に比例すると考えられる。よって、化学量論組成からのずれに伴い、1.25 eV 付近に欠陥準位が形成され、その欠陥密度が分光感度と残留キャリア密度に影響を及ぼすと考えられる。

[1] R. Takabe *et al.*, J. Appl. Phys. **123**, 045703 (2018).

[2] 塚本 他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会, 15p-2R-21.

[3] Y. Terai *et al.*, J. Phys. Conf. Ser. **165**, 012023 (2009).

[4] F. H. Pollak, Mater. Sci. Eng. **R10**, 275 (1993).

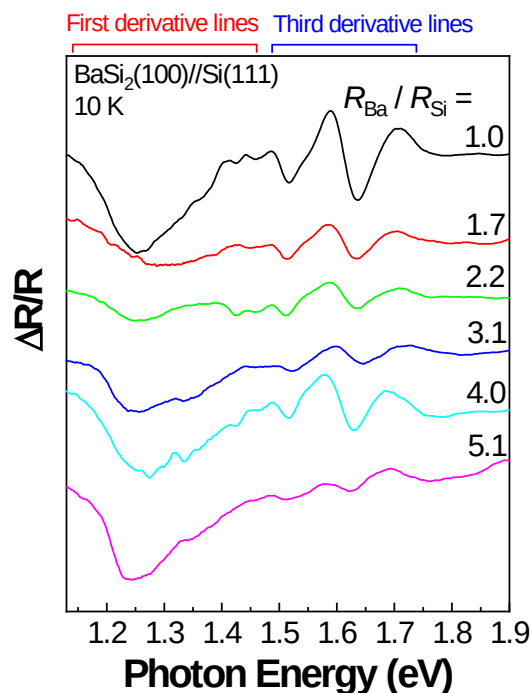


Fig. 1 PR spectra of BaSi₂ epitaxial films.