## DLTS 法による BaSi<sub>2</sub> エピタキシャル膜内の欠陥評価 Detection of defects in BaSi<sub>2</sub> epitaxial films on Si(111) by deep level transient spectroscopy 1. 筑波大学数理物質<sup>0</sup>佐藤 拓磨<sup>1</sup>, 高部 涼太<sup>1</sup>, 小玉 小桃<sup>1</sup>, 都甲 薫<sup>1</sup>, 末益 祟<sup>1</sup> 1. Univ. Tsukuba, <sup>o</sup>Takuma Sato<sup>1</sup>, Ryota Takabe<sup>1</sup>, Komomo Kodama<sup>1</sup>, Kaoru Toko<sup>1</sup>,

Takashi Suemasu<sup>1</sup> E-mail: s1730090@s.tsukuba.ac.jp

## 【背景・目的】

我々は新規高効率薄膜太陽電池材料として BaSi2に注目している。BaSi2は少数キャリア拡散 長 ( $L_{\rm h} \sim 10 \,\mu {\rm m}$ ) と光吸収係数 ( $\alpha = 3 \times 10^4 \,{\rm cm}^{-1}$  @1.5 eV) がいずれも大きな材料であり、太陽電池に適 した Eg = 1.3 eV の禁制帯幅を持つ<sup>1,2)</sup>。太陽電池 の変換効率は光吸収によって生成された少数キ ャリアを外部回路にどれだけ取り出せるかに影 響されるため、その過程における電子・正孔対の 再結合は太陽電池の変換効率を結果的に低下さ せる。我々は過去に DLTS を用いて BaSi2 内の欠 陥に起因すると考えられる多数キャリアのトラ ップ準位を観測している<sup>3)</sup>。本研究では Ba/Si 比 および Si 基板の保護酸化膜除去条件の異なる試 料について DLTS 法で評価し、BaSi2 膜内の欠陥、 特に BaSi2/Si 界面近傍の欠陥をより体系的に評 価することを目的とした。

【実験】チャンバー内でサーマルクリーニング (TC)を行い、p-Si(111)基板( $\rho \ge 0.1 \Omega$ cm)の 保護酸化膜を除去した後、基板温度  $T_{sub} = 500 \,^\circ C$ で RDE 成長を、その後  $T_{sub} = 580 \,^\circ C$ で厚さ約 500 nmのundoped-BaSi<sub>2</sub>を MBE 法によって作製した。 MBE 成長時の Ba/Si フラックス比( $R_{Ba}/R_{Si}$ )を比 2.0 から 2.6 まで変えた (Table 1)。また、TC の 温度を下げるため試料 B に対して Si アシストを 行った。DLTS 測定はすべての電圧を Si 基板側を 基準に BaSi<sub>2</sub>膜に印加した。パルス幅 50 ms の順 方向バイアス電圧  $V_P = 1$ または 3 V で少数キャ リアを注入し、その後、逆方向バイアス電圧  $V_R =$ -3.0 V を加え、BaSi<sub>2</sub>側に空乏層を広げて、容量 の時間変化を 80-350 K で測定した。

Table 1 Preparation of samples		
試料	$R_{ m Ba}/R_{ m Si}$	TC 時の Si アシスト(1 nm)
А	2.0	無
В	2.2	有
С	2.6	無

【結果・考察】p-Siの平均的なキャリア密度はp = 2×10<sup>17</sup> cm<sup>-3</sup> であり、本研究で用いた BaSi<sub>2</sub>のキャリア密度 ( $p = 10^{15}$  cm<sup>-3</sup>) よりも 2 桁ほど大きい。したがって空乏層は BaSi<sub>2</sub>に広がっていると

考えられる。Fig. 1 は Ba/Si 比の異なる試料において、電圧  $V_{\rm R} = -1$  V を印加した際の DLTS 信号である。試料によって信号の強度、およびピーク位置が大きく異なっている様子がわかる。TC 時に Si アシストを施した試料 B では、ほかの 2 つで観測された上に凸の少数キャリアトラップの信号のみが観測された。一方で、下に凸の信号はほかの 2 つの試料においても観測された。 Fig. 2 に示すように、rate window を変えて測定した結果から、多数キャリアトラップ準位を算出すると、Ba/Si 比が 2.0, 2.2, 2.6 についてそれぞれ 0.29, 0.07, 0.27 eV となった。講演では観測された DLTS 信号の詳細を提示するとともに、BaSi2内の欠陥について定量的な議論を行う予定である。

## 【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) H. Takeuchi et al., Jpn. J. Appl. Phys. 54 (2015) 07JE01.



Fig. 1 DLTS spectra for samples grown with various values of  $R_{\text{Ba}}/R_{\text{Si}}$  at  $V_{\text{R}} = -1$  V.  $V_{\text{P}}$ , pulse width, and rate window are 3 V, 50 ms, and 1–32 ms, respectively.



Fig. 2 DLTS spectra for A under different  $V_R$  values of (a) –1 and (b) –3 V.  $V_P$ , pulse width, and rate window are fixed at 3 V, 50 ms, and 1–32 ms, respectively.