## BaSi<sub>2</sub>エピタキシャル膜における P の拡散係数評価

Evaluation of diffusion coefficients of P in MBE-grown BaSi2 epilayers

<sup>1</sup>筑波大院 電子・物理工学専攻, <sup>2</sup>JST-CREST

°章 寧¹, 馬場 正和¹, W. Du¹, 小池 信太郎¹, 高部 涼太¹,

都甲 薫1, 末益 崇1,2

<sup>1</sup>Inst. of Appl. Phys., Univ. of Tsukuba, <sup>2</sup>CREST JST

N. Zhang<sup>1</sup>, M. Baba<sup>1</sup>, W.Du<sup>1</sup>, S. Koike<sup>1</sup>, R. Takabe<sup>1</sup>,

K. Toko<sup>1</sup>, T. Suemasu<sup>1, 2</sup>

E-mail: bk200913016@s.bk.tsukuba.ac.jp

## 【背景・目的】

BaSi<sub>2</sub>は 1.5 eV の光に対し  $3\times10^4$  cm<sup>-1</sup> 吸収係数を持ち、禁制帯幅が太陽電池の最適幅に近い 1.3 eV である。また、Si 基板上にエピタキシャル成長ができるため、高効率薄膜太陽電池の新材料として期待されている  $^{1,2}$ )。太陽電池の基本構造である pn 接合を作製するため、不純物による伝導型、キャリア密度の制御が必要である。特に、急峻な pn 接合を形成するために拡散係数の小さいドーパントを見出す必要がある。我々は、これまで BaSi<sub>2</sub> 膜中の III 族ドーパントである B と Al の拡散係数を  $^{3}$ 、また、V族ドーパントの Sb と As の拡散係数を測定してきた。本研究では V族ドーパントである P を取り上げ、格子拡散と粒界拡散の視点で拡散係数を評価した。

## 【実験】

Si(111)基板上に、RDE 法で形成した BaSi<sub>2</sub> テンプレート層上に、厚さ 300 nm のアンドープ BaSi<sub>2</sub> 膜を基板温度 580 °C で MBE 成長した。その後、真空チャンバー内で、GaP を 700 °C に加熱し、P 原子をBaSi<sub>2</sub>膜に照射しながら試料をアニールし、P を BaSi<sub>2</sub>膜中に拡散した。アニール条件は 400 °C 30 min である。拡散後の不純物の深さ方向分布を  $Cs^+$ イオンを用いた SIMS で評価した。

## 【結果・考察】

Fig.1 に試料の RHEED 像と  $2\theta/\omega$ XRD パターンを示す。RHEED パターンはストリークパターンであり、XRD の回折ピークは a 軸配向した  $BaSi_2$  からの回折ピークが支配的である。このため、 $BaSi_2$  がエピタキシャル成長したといえる。また Si(111) 基板上に成長した  $BaSi_2$ のエピタキシャル膜は 3 つのドメインを持つため、格子拡散だけでなく、ドメイン境界における粒界拡散も考慮しなければいけない。Fig.2 は  $BaSi_2$  膜中における P の深さ方向プロファイルに対しフィッティングを行った結果である。格子拡散及び粒界拡散の実験値はフィッティング線とよく一致している。フィッティングにより、400 °Cにおける P の格子拡散係数と粒界拡散係数を算出した。格子拡散係数は  $1.5 \times 10^{-16}$  cm²/s あり、同温

度における As の格子拡散係数と同程度である。粒界拡散係数は  $2.4 \times 10^{-12}$   $cm^2/s$  と、同温度における As の粒界拡散係数より 2 桁大きい。



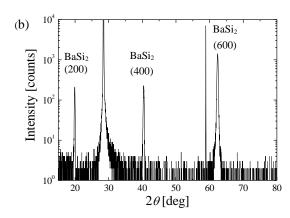


Fig. 1 (a) RHEED pattern observed along Si[11-2] and (b)  $2\theta/\omega$  XRD pattern of undoped BaSi<sub>2</sub>

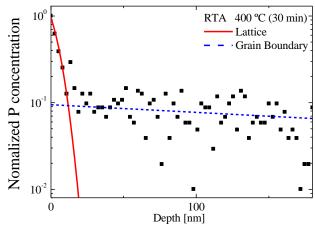


Fig. 2 Measured and simulated SIMS profiles of P in the undoped BaSi<sub>2</sub> film after annealing at 400 °C for 30 min.

- 1) K. Morita et al., Thin Solid Films **508** (2006) 363.
- 2) K. Toh *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys **50** (2011) 068001.
- 3) K. Nakamura et al., J. Appl. Phys. 113 (2013) 05311.