

## 選択領域エピタキシー法を用いた ZnSnP<sub>2</sub> 結晶の作製

### Fabrication of ZnSnP<sub>2</sub> crystals by selective area epitaxy

京大<sup>1</sup>, Lund 大<sup>2</sup>, ○住吉 杏心<sup>1</sup>, 野瀬 嘉太郎<sup>1</sup>, Sebastian Lehmann<sup>2</sup>, Aidas Urbonavicius<sup>2</sup>,

Kimberly A. Dick<sup>2</sup>, Simon E. Steinvall<sup>2</sup>

Kyoto Univ.<sup>1</sup>, Lund Univ.<sup>2</sup> ○Isshin Sumiyoshi<sup>1</sup>, Yoshitaro Nose<sup>1</sup>, Sebastian Lehmann<sup>2</sup>,

Aidas Urbonavicius<sup>2</sup>, Kimberly A. Dick<sup>2</sup>, Simon E. Steinvall<sup>2</sup>

E-mail: sumiyoshi.isschin.35a@st.kyoto-u.ac.jp

**はじめに** ZnSnP<sub>2</sub> は高い光吸収係数と太陽光スペクトルに適したバンドギャップを有することから、薄膜太陽電池の光吸収層として注目されている。これまで ZnSnP<sub>2</sub> 薄膜の結晶基板としては主に GaAs が用いられてきた。これは ZnSnP<sub>2</sub> と GaAs の格子定数がそれぞれ 5.651, 5.654 Å と非常に近いためである。しかし、リン化物半導体である Zn<sub>3</sub>P<sub>2</sub> を GaAs 基板の上に製膜した場合、界面に GaP 層 ( $a=5.451$  Å) が生成すると報告されている[1]。GaP と ZnSnP<sub>2</sub> との格子不整合度は大きいいため、GaAs は格子整合基板として適さない可能性がある。そこで我々は、選択領域エピタキシー (selective area epitaxy: SAE) 法に着目した。SAE 法では絶縁体マスクにより結晶基板と目的物質の接触面積が制限されるため、格子不整合度が大きくとも FM モードのように成長し得る。

**実験方法** ZnSnP<sub>2</sub> の選択領域成膜には有機金属気相輸送法を用いた。基板には、Fig. 1 のように SiO<sub>2</sub> マスクがパターン形成された InP(100)基板を用いた。前駆体には DEZn, TDMASn, PH<sub>3</sub> を用い、それぞれの供給比および基板温度を変化させ、ZnSnP<sub>2</sub> 結晶が得られる条件を探索した。

**結果と考察** Fig. 2 に異なる基板温度 ( $T_{\text{sub}}$ ) で得られた試料の表面 SEM 像を示す。 $T_{\text{sub}}=350^{\circ}\text{C}$  の場合、結晶の形状はランダムであり、ナノワイヤ状の組織も観察された。ナノワイヤの先端が粒状の組織であったことから、Zn-Sn 合金などの液滴を介した VLS 成長によるナノワイヤの成長が示唆される。一方、 $T_{\text{sub}}=380^{\circ}\text{C}$  では、ファセット面を有するピラミッド状の ZnSnP<sub>2</sub> 結晶が得られた。この結果から、基板温度が低い場合には ZnSnP<sub>2</sub> の生成よりも Zn-Sn 合金 (液相) の生成が優先されることがわかった。この挙動は、基板温度が低い場合には反応物の自由エネルギーが低く、ZnSnP<sub>2</sub> 生成の駆動力が十分に得られないこと、また、Zn-Sn 間の相互作用パラメータが負に大きい [2] ことから、Zn-Sn 合金が準安定的に生成しやすいことが要因と推察される。一方で、 $T_{\text{sub}}=410^{\circ}\text{C}$  の場合、ZnSnP<sub>2</sub> ピラミッドの一辺が約 30 nm と約 15 nm の二種類存在することがわかる。これはオストヴァルト成長と類似しており、ZnSnP<sub>2</sub> の分解反応および元素の表面拡散が過剰であることを示している。講演では、より詳細な成長メカニズムや、得られた ZnSnP<sub>2</sub> 結晶の光学的、電気的特性についても報告する。

**謝辞** 科研費 (23K26432, 24KJ1392) および村田学術振興財団の助成を受けた。本成果の一部は東京科学大学総合研究院フロンティア材料研究所共同利用研究を利用して得られたものである。

[1] S. jeon et al., *J. Phys. Chem. C*, **118**, 12717 (2014). [2] N. Ogawa et al., *Mater. Trans.*, **43**, 3227 (2002).

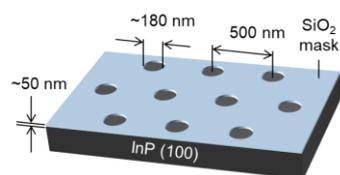


Fig. 1. Schematic image of a InP(100) substrate patterned with SiO<sub>2</sub> mask.

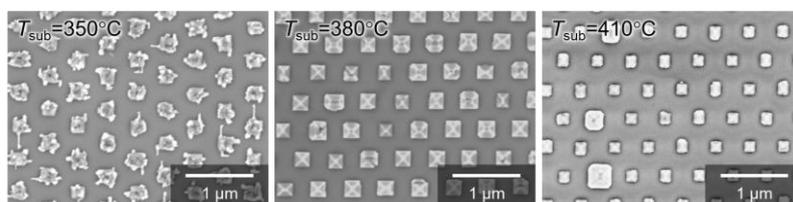


Fig. 2. SEM images of samples grown at different substrate temperatures.