

ルチル型 $\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{O}_2$ 混晶薄膜の作製とその基礎物性Growth of rutile $\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{O}_2$ alloy thin films and their basic properties1. 京大院工, 2. FLOSFIA °高根倫史¹, 若松岳¹, 田中勝久¹, 四戸孝², 金子健太郎¹1. Kyoto Univ., 2. FLOSFIA °Hitoshi Takane¹, Takeru Wakamatsu¹, Katsuhisa Tanaka¹,
Takashi Shinohe² and Kentaro Kaneko¹

E-mail: takane.hitoshi.33v@st.kyoto-u.co.jp

3.4 eV 以上のバンドギャップ (E_g) をもつ超ワイドバンドギャップ(UWBG)半導体^が, 次世代パワーデバイス材料として注目されている. そんな中, 我々はルチル構造をもつ酸化物 ($r\text{-GeO}_2$, $r\text{-SnO}_2$, $r\text{-SiO}_2$ (高压相), $r\text{-TiO}_2$) に注目している. $r\text{-GeO}_2$ ($E_g \sim 4.7$ eV^[1]) は理論的に pn 両型伝導可能と提案されている新規 UWBG 材料であり^[2], 最近になり薄膜成長が報告されてきた^[3-5]. また, $r\text{-SnO}_2$ ($E_g \sim 3.7$ eV^[6]) はアンドープで n 型伝導を示し, 透明導電膜やセンサなど広く用いられている. これらを用いたルチル構造の混晶を作製することにより, III-V 族半導体や GaN 系窒化物半導体と同様の E_g 変調およびヘテロ構造デバイスへの応用が可能となると考えられる.

本研究では, ミスト CVD により $\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{O}_2$ 混晶薄膜を成長し, その基礎物性を解析した. Ge 前駆体にビスカルボキシエチルゲルマニウムセスキオキシド, Sn 前駆体に塩化スズ二水合物を用いた. Fig. 1 に $\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{O}_2$ 薄膜の XRD $2\theta/\omega$ スキャンの結果を示す. ルチル構造を持つ 001 配向 $\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{O}_2$ 薄膜の成長が確認できる. Vegard 則より Ge 組成は $x=0.00, 0.29, 0.41, 0.52, 0.87, 1.00$ である. Fig. 2 に分光エリプソメトリーより求めた $x=0.00, 0.29, 0.41, 0.52, 0.87$ の E_g を示す. Ge 組成の増大に従い E_g が増大することが確認された. なお, $x=1$ は, 文献値^[1]を使用した(青△). さらに Fig. 3 に van der Pauw 法および Hall 効果測定より求めた $\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{O}_2$ の基礎的な電気特性を示す. $\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{O}_2$ は $x \leq 0.87$ において, アンドープで導電性を示すことが確認された.

本研究の一部は, JSPS 科研費 21H01811, 内閣府総合科学技術・イノベーション会議の戦略的

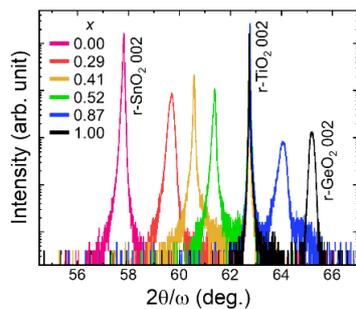


Fig. 1 XRD $2\theta/\omega$ scan profiles of $\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{O}_2$ alloy thin films

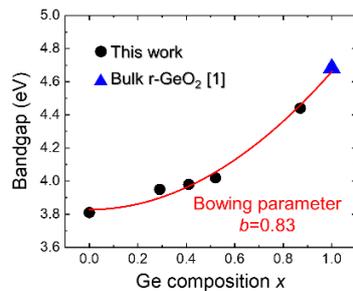


Fig. 2 Bandgaps of $\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{O}_2$ alloys as function of Ge compositions

イノベーション創造プログラム(SIP)「IoE 社会のエネルギーシステム」(管理法人: JST)の助成を受けたものである.

参考文献 [1] M. Stapelbroek et al., *SSC* **25**, 959 (1978). [2] S. Chae et al., *APL* **118**, 260501 (2021). [3] S. Chae et al., *APL* **117**, 072105 (2020). [4] H. Takane et al., *APL* **119**, 062104 (2021). [5] G. Deng et al., *APL* **119**, 182101 (2021). [6] D. Fröhlich et al., *PRL* **41**, 1750 (1978).

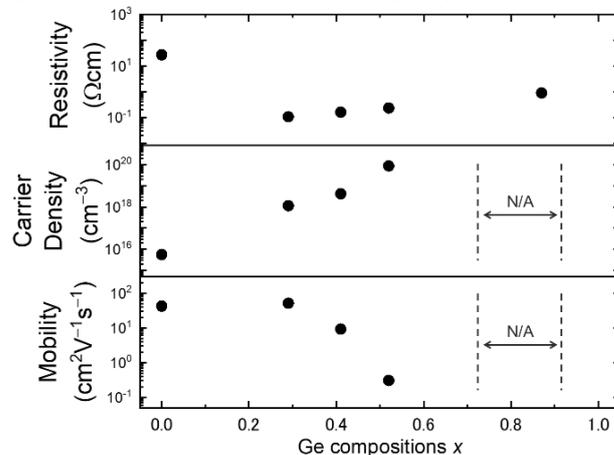


Fig. 3 Basic electrical properties of $\text{Ge}_x\text{Sn}_{1-x}\text{O}_2$ alloys as function of Ge compositions