TiO_2 (110)基板上ルチル型 SnO_2 の選択成長

Selective-area-growth of rutile-type SnO_2 on TiO_2 (110) substrate

1. 京大，2. 物材研，3. 立命大，◦高根倫史[1]，大島孝仁[2]，田中勝久[1]，金子健太郎[3]

1. Kyoto Univ., 2. NIMS, 3. Rits Univ.,　°H. Takane[1], T. Oshima[2], K. Tanaka[1], K. Kaneko[3]

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

4.7 eV の直接遷移型バンドギャップを持つルチル型 GeO_2（r-GeO_2）は，p,n 両型のキャリアタイプ制御が可能と理論予測されている事から、次世代のパワー半導体材料として最近注目されている．その r-GeO_2 について，我々は入手容易な r-TiO_2 単結晶基板上でエピタキシャル安定化に成功した[1]．さらに，他のルチル型酸化物との混晶系を提唱し，実際に r-GeO_2 の次に大きな 3.6 eV のバンドギャップを持つ r-SnO_2 との混晶化に全組成範囲で成功してバンドギャップ変調を確認した[2]．しかし，これらのヘテロエピタキシャル膜には，格子不整合度が大きな組成領域で，高密度の転位が導入された[2]．そこで，将来的なデバイス応用を見据え，転位密度低減を模索するために，r-TiO_2 基板上に r-SnO_2 の選択成長を試み，その成長機構を明らかにしたので報告する．

SiO_2 マスクが形成された r-TiO_2 (110)基板上に，r-SnO_2 をミスト CVD 法で選択成長させた．まず，微小ドット窓から選択成長した単一の島状結晶を観察したところ，その成長形は{100}, {1$\bar{1}$0}, {011}ファセットで囲まれた六角形状であり，ルチル結晶の平衡形を再現することが分かった（**Fig. 1**）．次に，ストライプ窓における選択成長を観察すると，初期に複数の小さな島状結晶が形成され，それらがファセット成長とともに会合して，最終的に窓部を覆うストライプ状のファセット結晶となった（**Fig. 2**）．これは，格子不整合度の大きな系で見られる Volmer-Weber 様式で説明できる．なお，マスク上の横方向成長よりも，窓部の被覆が優先された．さらに成長した r-SnO_2 の断面を TEM で観察したところ，横方向成長領域では，転位は傾斜ファセット面に垂直であり，ファセット成長時に鏡像転位の応力を受けていたことが分かった（**Fig. 3**）．また，当該転位の下部で低転位領域が得られ（転位密度≦5×10^8 cm^{-2}），選択成長の有用性が示された．

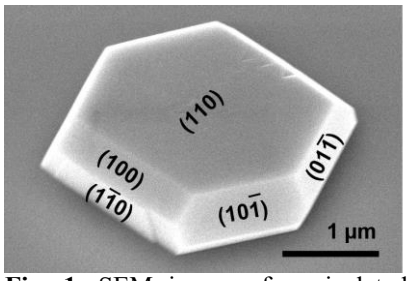

Fig. 1. SEM image of an isolated selective-area-grown r-SnO_2 island on a dot-patterned window.

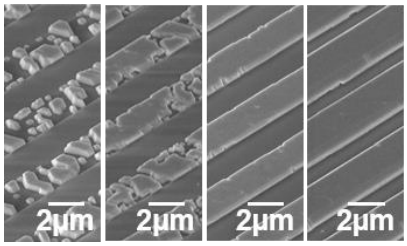

Fig. 2. SEM images showing growth evolution of r-SnO_2 (left to right) on a stripe-patterned window along [001].

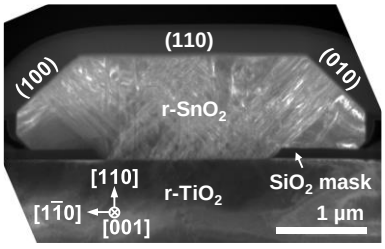

Fig. 3. Cross-sectional dark-filed TEM image of a line-shaped selective-area-grown r-SnO_2 along [001].

本研究は，日本板硝子材料工学助成会，JST 科学技術イノベーション創出に向けた大学フェローシップ創設事業（JPMJFS2123）の支援を受け，一部の実験は物材研の共用設備（22NM5110）を利用して実施された．

[1] H. Takane et al., Appl. Phys. Lett. **119**, 062104 (2021).
[2] H. Takane et al., Phys. Rev. Materials **6**, 084604 (2022).

© 2023年 応用物理学会