

結晶中原子の未結合手を塩素終端した 六方晶セレン薄膜における欠陥準位の評価

Defect level estimation in chlorine-terminated hexagonal selenium thin-film

NHK 放送技術研究所¹ °為村 成亨¹, 峰尾 圭忠¹, 宮川 和典¹,
難波 正和¹, 久保田 節¹

NHK Science & Technology Research Laboratories¹

°Shigeyuki Imura¹, Keitada Mineo¹, Kazunori Miyakawa¹,

Masakazu Nanba¹, Misao Kubota¹

E-mail: imura.s-la@nhk.or.jp

【はじめに】

近年、撮像デバイスの多画素化が急速に進められ、1画素あたりの入射光量の減少に伴う撮像デバイスの感度低下が深刻な課題とされてきた。この課題を解決するために我々は、高効率な光電変換膜材料として結晶セレン(crystalline selenium: c-Se)を信号読み出し回路上に積層した、高感度な撮像デバイスの開発を進めている[1]。蒸着したアモルファスセレン(amorphous selenium: a-Se)を加熱により結晶化する場合、膜剥がれ防止のため結晶核としてごく薄いテルル(tellurium: Te)を挿入する[2]。しかし、ごくわずかであっても、Se中にイオン半径の異なるTe原子が混入することで、結晶中にひずみが生じ、六方晶を構成するSe鎖の一部が切断される。この時発生したSe原子の未結合手は、結晶内部に欠陥準位を形成し、電子を捕獲するアクセプターとして振舞う。本報告では、Seに塩素(chlorine: Cl)を添加し未結合手を終端することで、撮像デバイスにおける暗電流の要因となる欠陥準位を低減できることについて、分析評価の結果をもとに示す。

【実験】

評価素子として、ガラス基板上にTe結晶核を成膜した後に、a-Seを成膜し加熱することでc-Seを作製した。各試料の構造は(a) Te: 0.2nm、ノンドープ c-Se: 2μm (b) Te: 3nm、ノンドープ c-Se: 2μm (c) Te: 0.2nm、Cl: 50ppm 添加 c-Se: 2μm とした。作製したc-Seは、低温カソードルミネッセンス(Cathodoluminescence: CL)法による発光スペクトルから、膜内の欠陥準位の評価を行った。

【結果・考察】

図1にはTeの導入時に形成されたSe原子の未結合手が、添加されたClによって終端される様子を示す。また、図2には上記(a)、(b)、(c)各試料の低温CL測定で得られた発光スペクトルを示す。発光スペクトルは、バンド端発光を示すピーク(P₁)とバンド内欠陥準位からの発光を示すピーク(P₂)とに分離され、ピーク強度比(P₂/P₁)で試料の結晶性を評価する(P₂/P₁が小さい程、結晶性が高いとする)。(a)、(b)の比較より、結晶核であるTeの量が増加するとSe内の欠陥が増加しP₂/P₁が大きくなる。次に(a)、(c)を比較すると、Clの添加により欠陥となるSe鎖端が終端され、欠陥準位が減るためP₂/P₁は小さくなる。このことからClの添加は、Teの導入によって低下したSeの結晶性改善に有効であることがわかった。

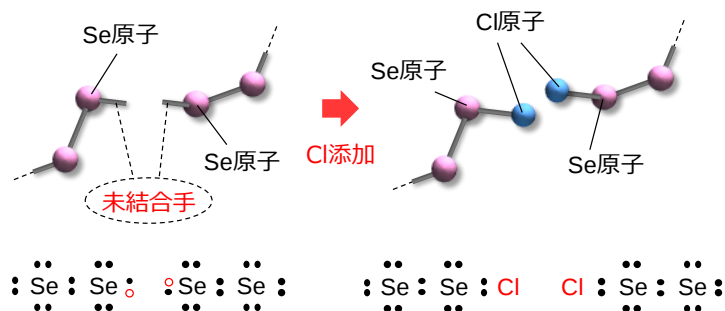


Fig. 1 The schematic of Cl-termination of dangling bonds in hexagonal Se.

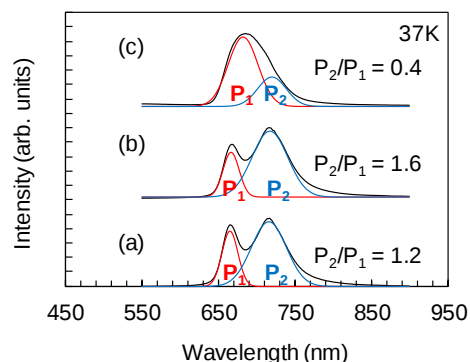


Fig. 2 CL spectra of 2-μm-c-Se films with different Cl-doping concentration and different Te thickness.

[1] S. Imura et al., IEEE Trans. Electron Devices, **63**, 86 (2016)

[2] 為村 他, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 20a-PB4-6 (2018)