

緒言

Ge に対してイオンビーム照射を行うことにより、基板表面にナノポーラス構造を作製することができる⁽¹⁾。ここでのナノ構造の形成は主として点欠陥の自己組織化によるものであり、照射条件の影響を受けてサイズや形態において変化することが分かっている。また、微細な構造は干渉や回折現象により呈色する⁽²⁾。その技術は光学デバイスや塗装などの分野での応用が期待されている。本研究では構造色が発現する微細構造を作製し、その構造評価及び情報処理の効率化のために人工知能を用いた色の識別を行った。

実験方法

単結晶 Ge を用いて基板表面にイオンビーム照射を行うことにより、ナノポーラス構造を作製した。照射には FIB (Focused Ion Beam, FEI 社製 QUANTA 3D200i) を用い、イオン種は Ga⁺である。スキャンモードでの全面照射及びスポット照射の二通りを行った。スキャンモードでの照射においては、加速電圧を 8–30 kV、照射量を 5×10^{19} – 1×10^{21} ions/m²、照射角度を 0°, 60°とした。スポット照射においては、加速電圧を 30 kV、電流値を 1 nA、照射面積 500 μm×500 μm とし、ピッチを 1–2.8 μm の範囲で変更した。構造評価には SEM (Scanning Electron Microscope, HITACHI 社製 SU8020) を用いた表面観察を行った。また、垂直方向からの白色照明を用いて光学顕微鏡 (OLYMPUS SZX7) による色観察を行い、デジタルカメラ (Nikon D5000) により撮影した。加えて、OpenCV による色の判定をした後、OWL-ViT⁽³⁾、YOLOv7⁽⁴⁾、OVSeg⁽⁵⁾を用いた人工知能による照射領域の検出と色識別を試みた。

結果と考察

いずれのサンプルにもナノ構造が形成され、光学顕微鏡観察において構造色が発現していることが確認できた。スポット照射による構造は、スキャンモードでの照射のものと比較して照射領域内の色が均一に発現した。また、ピッチサイズや観察角度に応じてわずかに色調や強度が変化しているように見られた。人工知能による色の識別については、YOLO や Zero-Shot learning である OWL-ViT および OVSeg を利用したが、照射領域のみを正しく検出できないなど実用できる程の精度・正確度がないことを確認した。

文献

- 1) I. H. Wilson, J. Appl. Phys. **53**, 1698-1705 (1982).
- 2) V. Garg, R. G. Mote, J. Fu, Adv. Mater. Technol. **3**, 1800100 (2018)
- 3) M. Minderer *et al.*, arXiv:2205.06230 (2022).
- 4) C. Y. Wang *et al.*, arXiv:2207.02696 (2022).
- 5) F. Liang *et al.*, arXiv:2210.04150 (2022).