

走査型近接場光学顕微鏡による有機無機ペロブスカイト微結晶の形状および吸光特性

Morphology and optical absorption properties of organic-inorganic perovskite microcrystals using a scanning near-field optical microscope

徳島大理工¹, 徳島大 pLED² ○(M1)小林 卓登^{1,2}, (M1)赤木 裕一郎^{1,2}, 片山 哲郎^{1,2}, 古部 昭広^{1,2}

Tokushima Univ.¹, pLED² ○Takuto Kobayashi^{1,2}, Yuichiro Akagi^{1,2}, Tetsuro Katayama^{1,2}, Akihiro Furube^{1,2}

E-mail: c612036012@tokushima-u.ac.jp

研究背景 近年、光機能性材料は工学、医学など様々な分野で活用されており、そのナノ領域での特性評価は様々なデバイスへの応用へむけ大切である。その中でも基礎物性として光吸収、発光特性の評価は重要であり、光学顕微鏡により観察することが出来る。超解像空間分解能とプローブによるナノスケール表面凹凸計測を同時に達成する顕微鏡として、走査型近接場光学顕微鏡が挙げられる。

今回の実験対象の有機物であるメチルアンモニウムと無機物であるハロゲン化鉛から形成される有機無機ペロブスカイト半導体は光電変換素子としてのみならず、良好な発光を示す半導体としても研究が進んできている。この有機無機ペロブスカイト微結晶を顕微鏡観察し、その光吸収と発光イメージを表面形状と関連付けて評価することを目的とする。

実験 100mg/mL に調製した酢酸鉛溶液をガラス基板に垂らし、60℃で30分乾燥した後、5mg/mL に調製した臭化メチルアンモニウム/イソプロパノール溶液に沈め、デシケーター内に乾燥窒素雰囲気下で22℃、20時間保持しペロブスカイト微結晶試料を作製した。[1]

本研究では、共焦点レーザー顕微鏡を用いた CCD 画像、共焦点レーザー顕微鏡像、走査型近接場光学顕微鏡を用いた光学像、表面形状の観察、測定を行った。また、本装置ではレーザー光をカットするノッチフィルターを挿入することで蛍光像の観察も可能である。

結果 図1の(a)は走査型近接場光学顕微鏡を用いた532nmレーザーに対する透過光学像、(b)は表面形状を観察したものである。図2は図1中の下部分に存在する微結晶の断面図を示しており、(a)は透過光強度の断面図、(b)は表面形状の断面図である。観察結果より観察した微結晶は厚さ約1.5μmであり、結晶端付近では干渉縞になっていることが分かった。

考察 レーザー波長 λ : 532nm、干渉縞部分の幅 850 nm、縞が5本なので一つあたり170nmとなり、 $n_1 = \lambda / (2 \times 170)$ で屈折率を求めると、 $n_1 = 1.56$ となりこれは参考文献での酢酸鉛の屈折率と一致するため、干渉縞部分は酢酸鉛である。(ペロブスカイト結晶の屈折率 $n = 1.8$) [2]

また、実験結果から透過率は0.027未満であることがわかった。既知のペロブスカイトの吸光係数 $\alpha = 6.69 \times 10^4 \text{cm}^{-1}$ から、ランベルト-ベールの法則を用いると、発光を無視した場合、ペロブスカイトの膜厚 L は $L = OD / \alpha = -\log 0.027 / (6.69 \times 10^4 \text{cm}^{-1}) = 234 \text{ nm}$ と予測される。

以上のように、干渉縞や透過光強度の解析からペロブスカイト微結晶の構造が酢酸鉛との2層構造であることが推測できた。

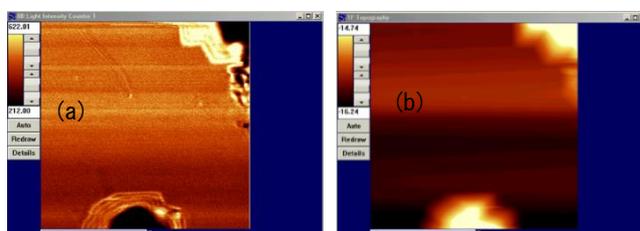


Fig. 1 (a) Optical image (b) Surface profile of Scanning near-field optical microscope

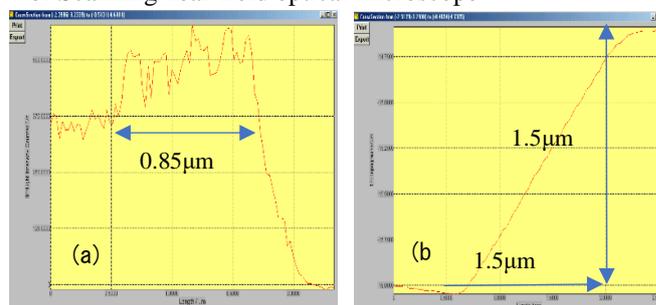


Fig. 2 (a) cross-section of transmitted light intensity and (b) cross-section of surface profile

参考文献

- [1] X-Y. Zhu *et al.* *Nature Mater.* 4, 636-643 (2015)
[2] OPTICS EXPRESS, 24, 16591, 2016