光熱ベンディング分光法により評価した $CH_3NH_3PbI_3$ 薄膜における光吸収スペクトルのアニール効果

Thermal annealing effect of optical absorption spectra in $CH_3NH_3PbI_3$ thin films estimated by photothermal bending spectroscopy

岐阜大工 °(M1)冨田 恭弘, (M1)伊藤 昌彦, 廣田 雄大, 傍島 靖, 吉田 憲充*
Gifu Univ. °Yasuhiro Tomida, Akihiko Ito, Yuta Hirota, Yasushi Sobajima, Norimitsu Yoshida*
***E-mail: n-yoshi@gifu-u.ac.jp**

有機無機ペロブスカイト材料は低温、非真空プロセスで作製可能であり、高いエネルギー変換効率を有する太陽電池を実現するための材料候補の 1 つである。現在、24.2%の効率が報告されており[1]、さらなる効率の向上およびコスト削減が期待されている。 しかし、 ペロブスカイト太陽電池が高い変換効率を実現できる詳細な基礎物性の多くは未だ明らかになっていない。本研究では、欠陥に起因するサブギャップ領域の光吸収スペクトルを真空中で測定できる共振型光熱ベンディング分光法（Resonant PBS)[2] により、$CH_3NH_3PbI_3$ (以後 $MAPbI_3$)薄膜における光吸収スペクトルのアニール効果を評価した。

$CH_3NH_3PbI_3$ 薄膜は、基板温度 ~80 ℃にてスピンコーティング法を用いて 2 段階製膜法[3]により製膜した。基板には大きさ 2 mm × 20 mm、厚さ 0.1 mm の無水合成石英ガラスを用いた。膜厚は ~500 nm であった。

Resonant PBS による $MAPbI_3$ 薄膜における光吸収スペクトルの測定では、試料を光学クライオスタット中に保持し、光源にはハロゲンランプを分光したものを用い、試料の曲げを検出するためのプローブ光には He-Ne レーザを用いた[2]。試料の温度を変化させるために、クライオスタット中の試料ホルダーにヒーターを設置し、温度コントローラにより温度を制御した。温度設定値 130℃にて 1.5 時間アニール後、室温に戻してから光吸収スペクトルの測定を行った。

Figure に resonant-PBS で測定した $MAPbI_3$ の光吸収スペクトルを示す。Figure よりバンドギャップ付近である $h\nu$ =1.4~1.5eV で光吸収端が観測されていることがわかる。一方、$h\nu \lesssim 1.4$ eV のサブギャップ領域にも微弱な光吸収が見られ、結晶欠陥による局在準位に起因する光吸収を観測したものであると考えられる[4]。また、サブギャップ領域の光吸収係数が、アニール回数とともに増加することがわかった。$MAPbI_3$ は約57℃以上で正方晶から立方晶へと相転移することが知られている[5]。今回の結果の一因として、アニール時の相転移による結晶欠陥の増加が考えられる。

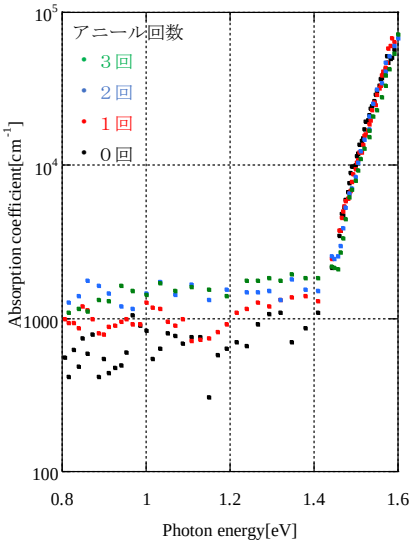

Figure アニール回数に対する $CH_3NH_3PbI_3$ 薄膜における光吸収スペクトルの変化.

[1] https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html.
[2] T. Kunii *et al.*, Review of ScientificInstruments, 74 (2003) 881.
[3] Burschka *et al.*, Nature, 499 (2013) 316.
[4] Y.Hirota *et al.*, Jpn.J.Appl.Phys., 57 (2018) 080RE07.
[5] T.Baikie *et al.*, J.Mater.Chem.A, 1 (2013) 5628.

© 2019年 応用物理学会