

弱励起ポンプ・プローブ法を用いた $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3\text{Cl}_{3-x}$ 混晶における時間分解ダイナミクス

Time-Resolved Differential Transmissivity in $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3\text{Cl}_{3-x}$ Thin Films

福井大工 伊藤竜一, 吉田清孝, 山崎裕斗, [○]牧野哲征

Univ. Fukui, R. Ito, K. Yoshida, Y. Yamazaki, and [○]T. Makino

E-mail: makino@fuee.u-fukui.ac.jp

$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ (MAI)は発光材料や太陽電池の光捕集層としての応用が期待されて、その研究が精力的に展開されている。MAIに塩素を添加した混晶を光捕集層として太陽電池においてはさらに変換効率が上昇するとの報告がある[1]が、キャリアのダイナミクスの観点からは光電変換機構が明らかになっていない。再生増幅レーザーなどを用いた強励起条件下での実験例が多く、弱励起極限での研究はほとんど行われてない。

試料はFTOガラス基板上に電子輸送層としての TiO_2 、多孔質 TiO_2 を形成し、その上に光捕集層としてのMAIもしくは混晶を積層した。ポンプ光で生じる物質の透過率の変化をプローブ光で求めるという縮退型ポンプ・プローブ法により時間分解差分透過率($\Delta T/T$)を得た。すべての光測定は室温で行い、レーザー光のエネルギーはMAIのバンドギャップエネルギーに相当する1.65 eVとした。その結果、200 ps程度の時間遅延を伴った差分透過率の立ち上がり(ビルドアップ)が観測された。塩素の組成を変えたいくつかの混晶も同じような傾向を示した。このような立ち上がりを励起子におけるクーロンポテンシャルの遮蔽により解釈し、遮蔽効果を取り込めるHulthénポテンシャルに基づき実験結果を解析した。励起子 Bohr 半径を a_{ex} 、遮蔽波数に反比例する無次元パラメーターを g としてそのポテンシャルは以下のように表される

$$V_{\text{H}}(r) = -\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{2/ga_{\text{ex}}}{\exp\left(\frac{2r}{ga_{\text{ex}}}\right) - 1}, \quad (1)$$

$\Delta T/T = 0$ では $g = \infty$ となるが、240 psで $g = 2260$ まで変化していると求められた。このような差分透過率の立ち上がりはポンプ光の励起強度を十分小さくした結果、実測されたと考えられる。また混晶組成に対する依存性も求めた。講演当日はその詳細について報告する。

[参考文献]

[1] J. H. Heo and S. H. Im, *Nanoscale* **8**, 2554 (2016)

[2] L. Hulthén, *Astron. Fys.* **28A**, 1 (1942)