

鉛ペロブスカイト $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbCl}_3$ 単結晶における光誘起屈折率変化

Photo-Induced Refractive-Index Change in Perovskite $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbCl}_3$ Single Crystals

京大化研, [○]半田 岳人, 田原 弘量, 阿波連 知子, 金光 義彦

ICR, Kyoto Univ. [○]Taketo Handa, Hirokazu Tahara, Tomoko Aharen, and Yoshihiko Kanemitsu

E-mail: handa.taketo.86r@st.kyoto-u.ac.jp

ハロゲン化鉛ペロブスカイトは、溶液プロセスで作製できる上に本質的に優れた光電特性を示す [1]。これまでに、鉛ペロブスカイト材料をベースにした太陽電池や発光ダイオードの研究が活発に行われ、従来の無機半導体デバイスに匹敵する性能が実現されつつある。光電変換デバイス応用に加え、我々のグループでは最近鉛ペロブスカイト $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ (MAPbBr_3) 単結晶を用いた光位相変調を実現した [2]。 MAPbBr_3 中に光キャリアを励起にした際に生じる屈折率変化を利用することで、光の偏光状態を直線偏光から円偏光まで任意に制御可能であることを示した。この結果は、優れた発光特性を有するハロゲン化金属ペロブスカイト材料が、光位相変調・スイッチング技術へも応用できる新たな可能性を示すものである。一方で、 MAPbBr_3 のバンドギャップは室温で 2.35 eV (527 nm) であり、緑から青領域の光は透過しない。そこで本研究では、よりワイドギャップな MAPbCl_3 単結晶を用いることで、青-赤の波長域における位相および偏光状態制御を実現した。

本研究では、antisolvent vapor-assisted crystallization (AVC)法を用いて、 MAPbCl_3 単結晶 ($3.8 \times 2.9 \times 2.2 \text{ mm}^3$) を作製した。AVC 法により、表面散乱の影響を抑えた良質な結晶が得られた。青-赤の波長域における位相変化を観測するために、白色ピコ秒パルス光をバンドパスフィルタで単色化した光を光源としたレーザー干渉計を作製した。ポンプ光には 750 nm (1.65 eV) のフェムト秒レーザー光を用い、2 光子励起に伴う位相シフトを計測した (MAPbCl_3 は室温で 3.15 eV のバンドギャップをもつ [3])。位相差のモニターに 450 nm の光を用いたところ、ポンプ光強度の増加に伴う位相シフトが大きくなり、本実験では最大 2π 程度の位相シフトが得られた。さらに、モニターする光の波長を変えることで、450 nm から 680 nm の波長域で、位相シフトを制御することに成功した。これらの結果は、青-赤の波長域において、光誘起位相シフトを利用した偏光制御が可能であることを示している。講演では、観測された光誘起位相シフトのメカニズムをあわせて議論する。

本研究の一部は、JST-CREST(JPMJCR16N3)、日本学術振興会(17J09650)、JSPS 科研費 (18K13481) の援助による。

References

- [1] Y. Kanemitsu, J. Mater. Chem. C 5, 3427 (2017).
- [2] H. Tahara, T. Aharen, A. Wakamiya, and Y. Kanemitsu, Adv. Opt. Mater. 6, 1701366 (2018).
- [3] T. Yamada, T. Aharen, and Y. Kanemitsu, Phys. Rev. Lett. 120, 057404 (2018).