ペロブスカイト半導体バルク結晶の作製と微小共振器への応用

Fabrication of perovskite semiconductor bulk crystals and application to microcavities

京都工芸繊維大学 [1], 筑波大学 [2] ○(M1)森下 順喜 [1], (M1)森山 裕太 [1], (M2)上田 悠介 [1],
山下 兼一 [1], 山本 洋平 [2]

Kyoto Institute of Technology[1], University of Tsukuba[2], °Junki Morishita[1], Yuta Moriyama[1],
Yusuke Ueda[1], Kenichi Yamashita[1], Yohei Yamamoto[2]

E-mail: m1621049@edu.kit.ac.jp

【はじめに】キャビティポラリトンは微小共振器中での光子と励起子の強結合によって形成される準粒子であり、有効質量が励起子に比べて非常に小さい・ボーズ粒子性を有するという性質を持つ。これらの性質により、反転分布を必要としない低閾値でのレーザ発振を室温で実現できる可能性があり、ポラリトン凝縮体を用いた量子演算の実現も期待されている。量子演算の実現に向けての実験を行うためには、凝縮体が伝搬できる均一な状態と、空間的な加工が可能な程度の面積を持つ微小共振器が必要である。そこで、本研究では優れた活性層材料である $CsPbBr_3$ を用いた微小共振器を ITC(逆温度結晶化)法[(1)]の最適化により作製した。

【実験・結果】まず、ITC 法をバルク結晶成長に適用した。結晶は、CsBr と $PbBr_2$ を DMSO に溶解し、CyOH・DMF を加えた後に 0.05℃/min で加熱を行うことにより作製した。ITC 法の最適化のために作製した結晶は、CsBr と $PbBr_2$ の mol 比が 1:1、1:2、1:3、1:4 の 4 パターンである。Fig. 1 に ITC 法によって作製した $CsPbBr_3$ 単結晶、Fig. 2 に作製した結晶における発光スペクトル(355nm パルス光励起)を示す。まず 1:1 の結晶は、明らかに他の結晶と異なる色をしている。また、1:4 の結晶は粒径が非常に小さいこと、発光波長が 555nm 辺りにも確認できていることから、これらの条件においては純粋な $CsPbBr_3$ 単結晶は得られていないと考えられる。一方、1:2、1:3 の結晶は、結晶形状・発光波長から $CsPbBr_3$ の結晶であると判断でき、より粒径が大きい 1:3 を最適化条件に決定した。この 1:3 の条件により、2 枚のＤＢＲミラーを用いて微小共振器を作製した。Fig. 3 から、微小共振器中に $CsPbBr_3$ の結晶が確認でき、ITC 法による微小共振器の作製に成功した。

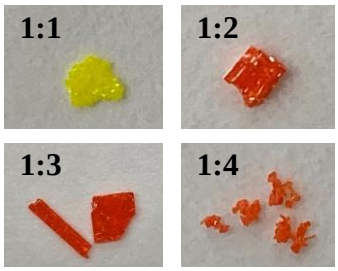

Fig. 1:$CsPbBr_3$ single crystals

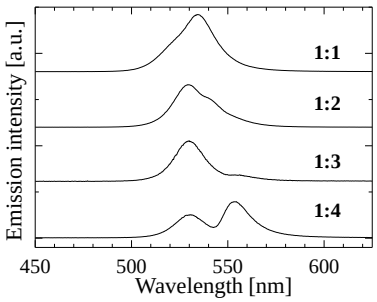

Fig. 2:Emission spectrum of $CsPbBr_3$

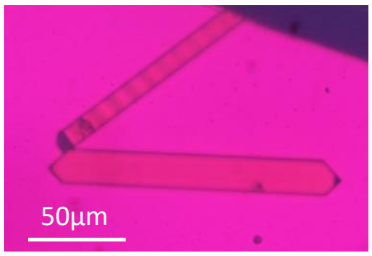

Fig. 3: $CsPbBr_3$ in microcavity

【参考文献】

(1) Dmitry N. Dirin *et al*., “Solution-Grown CsPbBr3 Perovskite Single Crystals for Photon Detection”, Chem. Mater., vol. 28, No. 23, pp. 8470-8474 (2016).