

溶液分散型 CdSe ナノプレートレット微小共振器における ポラリトンの室温発光特性

Room-temperature photoluminescence properties of cavity-polaritons formed in a microcavity containing liquid-dispersed CdSe nanoplatelets

九工大院工¹, 愛媛大院理工² ◯小田勝¹, 大和千晃¹, 江頭潤哉¹, 中石勝之介¹, 近藤久雄²

Kyushu Inst. of Tech.¹, Ehime Univ.² ◯M. Oda¹, K. Yamato¹, J. Egashira¹, K. Nakaishi¹, H. Kondo²

E-mail: odamasa@mns.kyutech.ac.jp

光の波長程度の間隔で配置した2枚の誘電体多層膜鏡 (DBR) の間に半導体活性層を入れた微小共振器 (Fig. 1) では、光と物質の強結合状態である共振器ポラリトンが形成されることがある。このポラリトンは閾値の無いレーザー発振への利用が期待されており、応用上の観点から、長年、室温でポラリトン形成できる半導体薄膜の探索がなされてきた。その結果、多くの無機半導体薄膜では、励起子の振動子強度と結合エネルギーの不足から室温での形成が困難と判明している。一方で最近、薄膜では困難なポラリトンの室温形成や発振が、ナノ結晶を用いることで可能になるとの報告があり注目されている[1, 2]。ただし、ナノ結晶を高密度に含む活性層が必要であり、そのような活性層を、高性能な共振器構造とともに作製するには高い作製技術が必要とされる。

そこで我々は、ナノ結晶を含む活性層の作製法として一般的な、ナノ結晶をポリマーやガラス薄膜中に分散する方法ではなく、ナノ結晶の分散溶液を活性層として用いる簡便な作製法を考案し、その作製に取り組んでいる。昨春の講演会では、半導体ナノ結晶の一種である CdSe ナノプレートレット (NPL) の分散溶液を入れた微小共振器の作製法を示すと同時に、その反射・発光特性の測定結果から、この共振器でもポラリトンが室温で形成されることを実証した。

今回の講演では、共振器性能の指標である Q 値が、前回講演時より約3倍高い $Q = 100$ の微小共振器を作製し、その反射・発光特性を測定した結果を示すと同時に、その結果に基づき、溶液分散型ナノ結晶微小共振器で形成されるポラリトンの特性について議論する。Fig. 2 は、この共振器の発光スペクトルの出射角度依存性である。既存のナノ結晶系共振器と同様に、下枝ポラリトンによる発光が、出射角度の減少に伴い低エネルギー側にシフトする様子が確認できた。一方、既存の共振器とは異なり、特定角度 (Fig. 2 の 57° と 50°) で他の角度より強い発光が観測された。解析の結果、これらの角度での発光エネルギーは、NPL の励起子エネルギー (E_{ex}) から、LO フォノンエネルギー (E_{LO}) の整数倍分だけ小さいことが明らかになった (Fig. 2 赤破線)。この結果は、液体分散型のナノ結晶系共振器におけるポラリトンの発光緩和過程に、LO フォノンが大きく影響することを示す。講演ではその原因についても議論する。

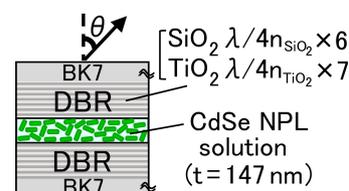


Fig. 1: Microcavity structure.

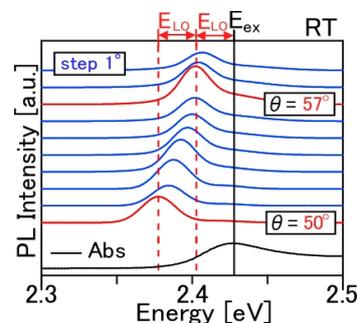


Fig. 2: PL spectra at different angles of the microcavity (MC). The black line shows the absorption spectrum of the CdSe NPLs.

[1] L. Flatten et. al., *Nano Lett.* **16**, 7137 (2016). [2] H. Yang et al., *Adv. Sci.* **9**, 2200395, (2022).