

CdSe ナノプレートレット微小共振器による共振器ポラリトンの室温形成

Room-temperature polariton formation in a microcavity containing CdSe nanoplatelets

九工大院工¹, 愛媛大院理工²松尾洋希¹, 永木健太¹, 中石勝之介¹, 藤井佳奈映¹, 河野結愛¹, 小田勝¹, 近藤久雄²Kyushu Inst. of Tech.¹, Ehime Univ.²H. Matsuo¹, K. Nagaki¹, K. Nakaishi¹, K. Fujii¹, Y. Kawano¹, M. Oda¹, H. Kondo²

E-mail: q111039h@mail.kyutech.jp

1. 背景 微小共振器は二枚の平面鏡を光の波長程度の間隔で対面させた光学素子であり、その中に光との相互作用の強い物質を入れると、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。この共振器ポラリトンは、閾値のないレーザー発振の動作に利用できると理論的に示されていることから、無損失レーザーへの応用が期待されている。これまで、様々な有機および無機半導体が物質として用いられ、共振器ポラリトンの形成が試みられてきたが、可視波長域で発光する無機半導体においては、振動子強度および励起子結合エネルギーの不足などにより、室温下での形成が困難な状況である。

我々は可視波長域での発光を示し、かつその極微小な二次元構造に由来して、振動子強度と励起子結合エネルギーの大きな CdSe ナノプレートレット (NPLs) を用いることで、共振器ポラリトンの室温形成と発振を目指している。前回の講演では、溶液に分散した NPLs を、TiO₂ と SiO₂ を 6 層ずつ積層させた 2 枚の誘電体多層膜平面鏡 (DBR) に入れた微小光共振器において、共振器ポラリトンの室温形成の可能性を示す光学特性を観測したとの報告を行った。

2. 目的 以前より NPLs 溶液の濃度を高めることで、光との相互作用をより強めた微小共振器を作製する。共振器ポラリトンの室温形成を実証するとともに、室温におけるその光学特性を探索する。

3. 結果と考察 図 1(a)と(b)は、今回作製した微小共振器の、室温における反射・発光スペクトルの角度依存性である。図 1(a)の、励起子とフォトンモードのエネルギーが一致する共鳴角 (54°) 付近において、共振器ポラリトン形成を示すエネルギー分裂 (反交差) が見られた。また、図 2 は、反射スペクトル中の 2 つのディップエネルギーの角度依存性 (分散曲線) を表す。これらのデータは、共振器ポラリトンの形成を仮定した式 (図 2 の Caption 参照) で良く再現ができた。また、光と物質の相互作用力の指標である真空ラビ分裂量が 34 meV と求まった。これらの結果から共振器ポラリトンが室温で形成できたと考えられる。講演では、発光寿命の測定結果を加え、室温における共振器ポラリトンの光学特性について議論する。

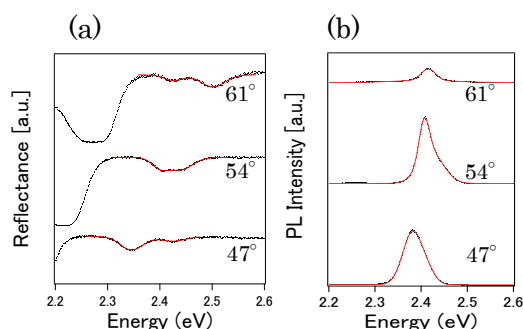


図 1 CdSe NPLs を入れた微小光共振器の(a)反射スペクトルと(b)発光スペクトルの出射角度依存性

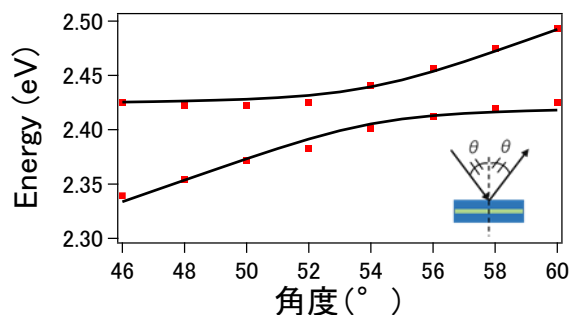


図 2 反射スペクトルのディップの分散関係。(フィッティングは以下の式を用いた。)

$$E_{ul}(\theta) = \frac{E_{ph}(\theta) + E_{ex}}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(E_{ph}(\theta) - E_{ex})^2 + (2V)^2}$$