

チューナブルなファブリー・ペロー型光共振器中の二次元半導体の光スペクトル

Optical spectra of two-dimensional semiconductors in tunable Fabry–Perot microcavity

筑波大物理¹, 物材機構² 片平 博夫¹, °久保 直人¹, 寺平 成希¹, 佐久間 芳樹², 池沢 道男¹

Tsukuba Univ.¹, NIMS², Hiroo Katahira¹, °Naoto Kubo¹, Naruki Teradaira¹, Yoshiki Sakuma²,

Michio Ikezawa¹

E-mail: s1510859@u.tsukuba.ac.jp

光共振器中の光と物質の強い結合によって生じるキャビティポラリトンがオプトエレクトロニクス応用の観点から興味を持たれている。遷移金属ダイカルコゲナイドや半導体ナノプレートレットなどの二次元半導体は大きな励起子束縛エネルギーを有するため、室温での強結合状態のための有力な材料と考えられ、実際にいくつかの報告例がある[1,2]。今回、二次元半導体中の励起子と光の強結合状態を詳しく研究するために、共振器長が可変なキャビティを作製し、いくつかの物質について光スペクトルを調べたので報告する。

スパッタ成膜によって石英ガラス基板上に $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ を交互に 14 層製膜して高反射率の誘電体多層膜ミラーを作製した。一方のミラーは低屈折率材料で終端するようにし、その表面に 2 次元半導体を配置した。4ML(1.2nm)の厚さの CdSe ナノプレートレットを文献[3]に従って化学的に合成し、ミラー上に滴下して乾かすことを繰り返して、適当な光学濃度の膜を形成した。

図(a)に膜の透過スペクトルを示す。514nm に Heavy-hole(HH) exciton による吸収ピークが見られる。この波長での透過率はおおよそ 95%程度である。もう一方のミラーを数ミクロン程度に近接して配置してファブリー・ペロー共振器を形成し、一方のミラーはドーナツ形のピエゾ素子に貼り付けてキャビティ間隔の微調整が出来るようにした。作製したキャビティは半導体を成膜する前はフィネスが約 40 であったが、成膜後はこれを下回った。

図(b)はピエゾ素子に印加する電圧を変化させてキャビティモードが励起子吸収を横切るようにした場合の各電圧での透過スペクトルである。励起子とキャビティモードの強い結合による反交差的な振る舞いが見られる。真空ラビ分裂幅は 40meV 程度と見積もられる。このような分裂はキャビティ間隔を大きくして結合を弱くすると観測されなくなった。

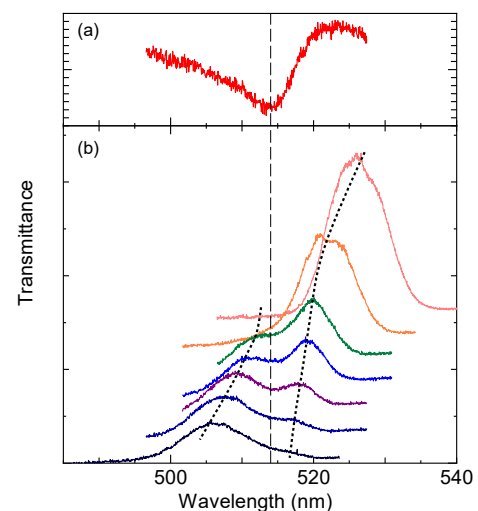
講演では、厚さの異なるナノプレートレット膜、および単層遷移金属ダイカルコゲナイドに関する結果についても報告する予定である。

【謝辞】本研究は、科学研究費補助金（課題番号 17H02909, 17H03241）の助成を受けて行われた。

[1] X. Liu *et al.*, Nat. Photonics **9**, 30 (2015).

[2] L. Flatten *et al.*, Sci. Rep. **6**, 33134 (2016); Nano Lett. **16**, 7137 (2016).

[3] S. Ithurrria *et al.*, Nat. Mater. **10**, 936 (2011).



図：(a) 4ML の CdSe ナノプレートレット膜の透過スペクトル。HH 励起子による吸収ピークが見られる。(b) キャビティ長を変化させた時の透過スペクトル。HH 励起子の波長近傍で反交差的振る舞いが見られる。