

ZnO 微小光共振器における共振器ポラリトン状態の高感度観測

High-sensitive observation of cavity-polariton states in a ZnO microcavity

兵庫大院物質理¹, 阪市大院工² °長谷川尊之¹, 岸本 良¹, 川瀬稔貴², 金 大貴², 中山正昭²Grad. Sch. Mat. Sci., Univ. Hyogo¹, Dept. Appl. Phys., Osaka City Univ.²,°T. Hasegawa¹, R. Kishimoto¹, T. Kawase², D. Kim², and M. Nakayama²

E-mail: t_hase@sci.u-hyogo.ac.jp

半導体微小光共振器において、励起子に共鳴した光を共振器内に閉じ込めることで、励起子と光子の強結合が生じ、共振器ポラリトンが形成される。共振器ポラリトン特有の光学応答は、新規光機能デバイスへの応用が期待されている。近年では、励起子の安定性が高い ZnO を励起子活性層とした微小光共振器が、室温動作デバイスの観点から注目を集めている[1]。一方、ZnO 微小光共振器では、ZnO 中の3種類の励起子(A, B, C 励起子)それぞれが光子と結合するため、複雑な共振器ポラリトン構造を形成するという特徴がある。そこで我々は、共振器ポラリトン状態に対して高感度な偏光変調反射分光法を開発し、ZnO 微小光共振器特有の光学応答を詳細に調べた。

試料は、HfO₂/SiO₂ 多層膜から成る分布ブラッグ反射鏡(DBR)を並行に配置し、その間に ZnO を配置した構造である。偏光変調反射分光では、分光器で単色化したクセノンランプの光を偏光子で直線偏光に調節し、ポッケルスセルを用いて偏光軸を微小に変調した後、試料に照射した。反射光の変調成分は、ロックインアンプを用いて検出した。試料温度は、5 K に調節した。

図1の丸印は、偏光変調反射スペクトルの光入射角度依存性を示す。図中の縦破線は励起子のエネルギーを示しており、シンボルは4種類の共振器ポラリトン状態の信号を分類している。従来用いられてきた反射分光法では、DBR の反射応答が、大きな背景信号となり、共振器ポラリトン状態の定量的評価の妨げになっていた。偏光変調反射分光法は、DBR の反射率の偏光依存性が、共振器ポラリトンのものと比較して小さいことを利用することで、共振器ポラリトン状態を選択的に観測することができる。図中の実線は、励起子特性、及び共振器構成要素を繰り込んだ伝達行列計算によって求めたスペクトルを示す。形状フィッティングから、共振器ポラリトン状態のエネルギーに加えて、遷移振動子強度や不均一幅などの物理量を評価することができた。さらには、価電子帯の対称性に起因した、励起子遷移の異方性の影響についても調べることができた。

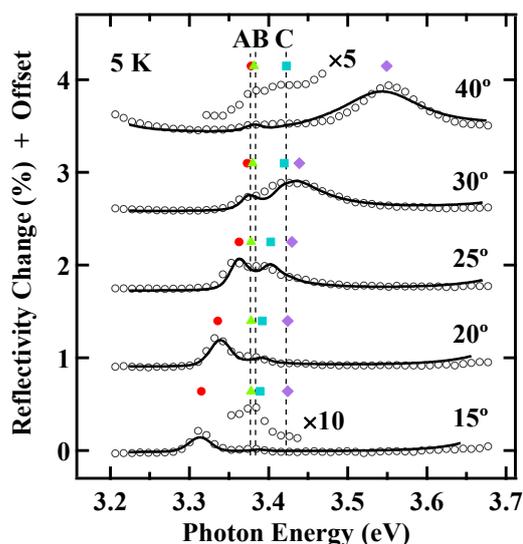


図 1: ZnO 微小光共振器における偏光変調反射スペクトルの光入射角度依存性。

[1] T. Kawase, K. Miyazaki, D. Kim, and M. Nakayama, J. Appl. Phys. **112**, 093512 (2012).