

高密度ポラリトン凝縮系の強結合状態によるレーザー発振:(1) 実験

Lasing in highly-excited exciton polaritons under strong-coupling condition: (1) experiment

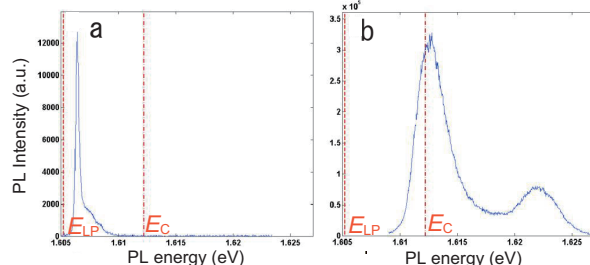
国立情報学研¹, 東大², スタンフォード大³, 東大ナノ量子機構⁴,
阪大理⁵, 分子研⁶, Wurzburg Univ.⁷

○堀切智之^{1,2,3}, 山口真⁵, 上出健仁^{4,5}, 松尾康弘^{1,2}, Andreas Löffler⁷,
Sven Hofling⁷, 鹿野豊⁶, 小川哲生⁵, Alfred Forchel⁷, 山本喜久^{1,2,3}

NII¹, Univ. Tokyo², Stanford Univ.³, NanoQuine Univ. Tokyo⁴,
Osaka Univ.⁵, IMS⁶, Wurzburg Univ.⁷.

○T. Horikiri^{1,2,3}, M. Yamaguchi², K. Kamide^{4,5}, Y. Matsuo^{1,2}, A. Löffler⁷, S. Hofling⁷, Y. Shikano⁶, T. Ogawa², A. Forchel⁷, Y. Yamamoto^{3,4,5} E-mail: tomoyuki-horikiri@nii.ac.jp

ピコ秒程度の短い共振器寿命から予想される非平衡性にも関わらず半導体マイクロ共振器中量子井戸で生成される励起子ポラリトン凝縮は、これまで熱平衡にある事を示唆する実験結果も示しており BEC として扱われてきた。励起レーザーを強めて、閾値に到達し凝縮体になると、ポラリトン崩壊の結果として共振器外に放出される光成分は閾値下と比較して非線形増強を示す。このポラリトンレーザーは、従来のレーザーと異なり反転分布を必要としない特徴がある。非平衡の代表的な物理系であるレーザーには、反転分布に達しない低励起密度のポラリトン凝縮から励起を高め反転分布条件に達した時に移行すると考えられており、その熱平衡から非平衡への移行がこれまでいくつかの実験で PL 強度測定にて観測されてきた。このレーザー転移には、電子 - 正孔のクーロン力によるペアリング (励起子) 崩壊による電子-正孔プラズマ化が付随すると考えられている。しかしながら最近の理論研究によると、高励起密度においては強い光成分によって実効的に電子-正孔ペアリングが生じ、その光子媒介による励起子-共振器光の強結合が励起子飽和密度より上でも維持され、その結果従来型レーザーとは異なる新しい相 (BCS-coupled lasing) が現れると予想されている [1,2]。共振器 - エミッター強結合系において、共振器光強度が増加したときに予想されるのは共振器内の光子数増加に伴う Mollow triplet のようなスペクトルだが、半導体多体効果によって高励起密度領域では高エネルギーサイドバンドがより強く発光する事が理論的に導き出されている [3]。本講演では、一連の研究により得られた高密度励起子ポラリトン系における強結合状態からのレーザー発振に関して、実験を中心に説明する [3]。パルス励起により高励起領域まで到達した時刻を時間分解分光する事で、フォトルミネッセンスの高エネルギーサイドバンドピーク観測結果を示し、新しい相として予想される理論結果との比較も示す。



図：ポラリトン凝縮体からの発光スペクトル:
(a) 低密度, (b) 高密度。

[1] M. Yamaguchi *et al.*, New J. Phys. **14**, 065001 (2012).

[2] M. Yamaguchi *et al.*, arXiv:1301.4838 (2013).

[3] T. Horikiri, M. Yamaguchi, K. Kamide, Y. Matsuo, T. Byrnes, N. Ishida, A. Löffler, S. Hofling, Y. Shikano, T. Ogawa, A. Forchel, and Y. Yamamoto, in preparation.