**Engineering exciton-polaritons at room temperature with halide perovskite based metasurface**

Abstract:

Exciton-polaritons are elementary excitations arising from the strong light-matter interaction between cavity photons and excitons of semiconductors. Inheriting the best features of both photons and excitons, exciton-polaritons represent a promising platform for studying quantum fluids of light and realizing prospective all-optical devices. This thesis studied perovskite metasurface as a novel design to demonstrate and engineer exciton-polaritons at room temperature. We have experimentally revealed the strong coupling between guided resonances of 2D subwavelength lattices and exciton resonances of PEPI perovskite. Consequently, exciton-polaritons were created, observed at room temperature, exhibiting remarkable binding energy of around 200 meV in all our samples. More importantly, we showed the rich ability to tailor the dispersions of exciton-polaritons using the subwavelength metasurface. By tuning the photonic Bloch mode to which perovskite excitons are coupled, the polaritonic dispersion can be engineered to exhibit linear, parabolic and multi-valley dispersions. Additionally, the polariton Bound State in the Continuum (BIC) is created and studied by mixing perovskite excitons and photonic BICs. In an approach towards the realization of large-scale, low-cost polaritonic devices, we fabricated a large surface perovskite metasurface (a few millimetres square) via nano-imprinting which displayed exciton-polaritons with ballistic propagation up to a hundred micrometres. Our results suggest a new approach to study exciton-polaritons and pave the way toward large-scale and low-cost integrated polaritonic devices operating at room temperature.

Key words: Exciton-polaritons, polaritonic devices, halide perovskites, metasurface, nanophotonics.

**Ingénierie des polaritons excitoniques à température ambiante avec une métasurface à base de perovskites halogénées**

Résumé :

Les polaritons excitoniques sont des excitations élémentaires résultant de la forte interaction lumière-matière entre photons de cavité et excitons des semi-conducteurs. Héritant des meilleures caractéristiques des photons et des excitons, les polaritons excitoniques représentent une plateforme prometteuse pour étudier les fluides quantiques de la lumière et réaliser des dispositifs tout-optiques. Cette thèse concerne l’étude de métasurface de pérovskite et leur utilisation pour démontrer et développer les polaritons excitoniques à température ambiante. Nous avons révélé expérimentalement le fort couplage entre les résonances guidées des réseaux sub-longueur d'onde 2D et la résonance excitonique de la pérovskite PEPI. Par conséquent, des polaritons excitoniques, présentant une énergie de liaison remarquable d'environ 200 meV dans tous nos échantillons, ont été créés et observés à température  ambiante. Plus important encore, nous avons montré la grande capacité à adapter les dispersions des polaritons excitoniques en utilisant de telle métasurface sub-longueur d'onde. En adaptant le mode Bloch photonique auquel les excitons de pérovskite sont couplés, la dispersion polaritonique peut être conçue pour présenter une dispersion linéaire, parabolique et multi-vallées. De plus, des états lié dans le continuum (Bound state in the continuum – BIC) polaritoniques ont été créés et étudiés en combinant des excitons de pérovskite et des BIC photoniques. Dans une approche visant à la réalisation de dispositifs polaritoniques à grande échelle et à faible coût, nous avons fabriqué une métasurface de pérovskite de grande surface (quelques millimètres carrés) par nano-impression qui a présenté un exciton-polariton avec une propagation balistique sur une centaine de micromètres. Nos résultats suggèrent une nouvelle approche pour étudier les excitons-polaritons et ouvrent la voie à des dispositifs polaritoniques intégrés à grande échelle et à faible coût fonctionnant à température ambiante.

Mots clés : Polaritons excitoniques, dispositifs polaritoniques, pérovskites halogénées, métasurface, nanophotonique.