

Projet de thèse 2021

Laboratoire de Physique des Laser (directrice : Anne Amy-Klein)

Equipe Photonique Organique et Nanostructures

Directeur de thèse : Azzedine Boudrioua

Co-encadrant : Mahmoud Chakaroun

Collaborations : Patrice Genevet (CRHEA, Nice Sophia-Antipolis) et Nordin Felidj (Prems ITODYS Université de Paris).

1. Titre de la thèse

Contrôle de l'émission des OLED en utilisant des métasurfaces (Méta-OLED) : vers le développement de sources organiques cohérentes et directionnelles

2. Objet de la thèse

L'objectif de ce travail est de développer des méta-OLEDs (OLEDs associées à des méta-surfaces) afin de contrôler la directivité et la cohérence de leur émission. Cependant, les méta-surfaces nécessitent un éclairage spatialement cohérent et l'émission d'une OLED présente un profil lambertien à très faible cohérence spatiale. Aussi, il est proposé d'étudier d'abord des OLED superradiantes qui permettent de générer une lumière cohérente non lasante.

3. Descriptif de la thèse

Les OLED ont plusieurs intérêts majeurs : faible coût des matériaux organiques, faible consommation électrique, émission pouvant couvrir tout le spectre visible, possibilité d'utiliser un substrat flexible, etc. Le contrôle de la directivité et la cohérence de l'émission de ces sources devrait permettre le développement de nouveaux systèmes d'éclairage performants (fixes, mobiles ou embarqués) et rend la pixellisation plus efficace. Afin d'atteindre cet objectif, il est possible d'utiliser des métasurfaces associées à ces sources organiques et de développer des méta-OLEDs. Cependant, l'émission d'une OLED est de profil lambertien et n'est pas cohérente et les métasurfaces fonctionnent avec des sources cohérentes tels que les lasers. Aussi, jusqu'à présent, l'utilisation des métasurfaces avec une OLED (ou LED) nécessite d'associer celle-ci à une cavité pour augmenter la cohérence de son émission ce qui rend le dispositif complexe. Dans le cadre de ce travail, il est proposé d'étudier et de développer une OLED superradiante afin d'obtenir une source de lumière cohérente qui permet de s'affranchir de cette difficulté. Le phénomène de superradiance a été décrit pour la première fois par Dicke et a été largement étudié théoriquement et expérimentalement. Pour obtenir une superradiance, l'une des idées consiste à incorporer des nanoparticules plasmoniques au sein d'une source de lumière en régime de couplage fort et de déclencher et entretenir les phénomènes de synchronisation. Aussi, le premier objectif de ce travail est d'utiliser le régime de couplage fort entre des réseaux de nanoparticules (NPs) plasmoniques et les émetteurs organiques afin de contrôler les interactions entre les dipôles des émetteurs organiques et d'obtenir leur synchronisation, et la transition vers un état collectif spatialement cohérent (phénomène de superradiance). Le second objectif consiste à associer ces OLEDs superradiantes à des métasurfaces afin d'obtenir une lumière cohérente et directionnelle. L'objectif est de contrôler totalement l'émission d'une OLED avec une métasurface intégrée directement dans le dispositif. Les méta-surfaces sont des structures résonantes planaires qui peuvent contrôler les caractéristiques d'une onde optique : amplitude, polarisation, phase, fréquence, etc. Ainsi, un contrôle local de l'interaction lumière-matière permet de façonner la réponse totale des métasurfaces. On s'intéressera particulièrement aux métalentilles qui permettent de focaliser ou de collimater la lumière. En outre, les méta-surfaces diélectriques présentent un intérêt particulier car elles permettent des fonctionnalités uniques et elles présentent de faibles pertes ohmiques.

Obtenir des sources organiques cohérentes et directionnelle en utilisant le phénomène de superradiance et des métasurfaces est une approche originale qui devrait également permettre d'associer ces sources à une cavité pour étudier l'effet laser sous pompage électrique.

Contact : boudrioua@univ-paris13.fr