

Titre : Optimisation et manipulation d'une source de photons uniques par des structures photonique 2D & 3D à base de matériau polymère à température ambiante.

Mots clés : Boîte quantique colloïdale ; source de photons uniques ; polymère ; structure photonique ; LOPA DLW.

Résumé : Cette thèse a été consacrée à l'étude théorique et expérimentale du couplage contrôlé d'une source de photons uniques (SPS) à des structures photoniques, et ce par l'utilisation de la méthode dite écriture directe par laser (DLW) par absorption ultra-faible à un photon (LOPA). La thèse est constituée des trois parties suivantes :

La première partie concerne la caractérisation et l'optimisation des nanocristaux (NCx) colloïdaux CdSe/CdS. La dépendance de leur émission avec la longueur d'onde d'excitation a été étudiée. En utilisant une excitation à 532 nm, l'excitation du coeur est favorisée et l'ionisation du NC réduite. Cette approche permet d'obtenir la suppression du scintillement résiduel et une source de photons uniques très stable à température ambiante. Afin d'obtenir une meilleure performance des NCx sur une longue période, nous avons ensuite étudié l'influence du milieu dans lequel les NCx sont insérés sur leurs propriétés optiques. En intégrant les QDs dans les matrices de polymère SU-8, nous avons montré que l'environnement polymère permet non seulement de conserver de bonnes caractéristiques des NCx avec une photostabilité élevée, mais également de nous

offrir une excellente accessibilité à la fabrication de structure en polymère contenant une particule individuelle.

Dans la deuxième partie, la technique LOPA DLW est utilisée pour le couplage des NCx individuels dans diverses structures photoniques. Deux dispositifs, une antenne de type "pilier diélectrique" sub-longueur d'onde et une membrane formant un réseau circulaire (cavité de type "bulleye"), ont été étudiés théoriquement et expérimentalement pour améliorer l'émission d'un NC individuel (directionnalité de l'émission, taux d'émission spontanée).

Dans la troisième partie, la manipulation d'une SPS est obtenue via le couplage d'un NC individuel à des structures magnéto-photoniques multidimensionnelles. À l'aide d'un champ magnétique externe, le mouvement contrôlable d'un seul NC a été mise en évidence dans un environnement fluïdique. En jouant sur l'amplitude et l'orientation du champ magnétique externe, la position et l'orientation de la SPS sont contrôlables. Les propriétés optiques, magnétiques et mécaniques des dispositifs magnéto-photoniques hybrides ont été examinées pour illustrer les capacités multifonctionnelles de telles structures.

Title : Optimization and manipulation of single photon source in 2D & 3D polymer-based photonic structures at room temperature.

Keywords : Colloidal quantum dot ; single photon source ; polymer ; photonic structures ; LOPA DLW.

Abstract : The thesis has been devoted to study the controlled coupling of a colloidal quantum dot (QD) based single photon source (SPS) into multidimensional polymeric photonic structures by using low-one photon absorption (LOPA) direct laser writing (DLW) technique. The thesis consists in three main parts :

The first part addresses the characteristic optimization of the CdSe/CdS based SPS. The excitation wavelength dependence of the QD's fluorescence was investigated. By using 532 nm, only the core of the QD is excited with the suppression of the Auger effects. Thus, this approach allows to obtain the suppression of fluorescence intermittency and a stable single photon emission at ambient conditions. In order to obtain the long-term high fluorescence quality of the QDs, we then studied the influence of the local dielectric medium on the optical properties of the QDs. By incorporating the QDs into a photoresist (SU-8), we demonstrated that the polymer not only enables the long-term preservation of the QD with high photo-

stability but also provides us an excellent accessibility to fabricate polymeric structures containing SPS.

In the second part, the LOPA-based DLW is employed for the coupling of single QDs into various photonic structures. Two devices including submicropillar dielectric antenna and 3D membrane bulleye cavity are theoretically and experimentally investigated to enhance the fluorescence emission of the single QD in terms of far-field angular radiation pattern and spontaneous radiative rate.

In the third part, the manipulation of SPS is demonstrated by coupling the single QD into multidimensional magneto-photon structures. With the aid of an external magnetic field, the controllable movement of the coupled QD was performed in the fluidic environment. The position and orientation of the SPS coupled in the structure were manipulated on demand. The mechanical, magnetic and optical properties of the device are investigated showing the multifunctional capabilities of these magneto-photon structures.

