

# Source photons

## Nanoantennes plasmoniques à émetteur unique de type "patch" et caractérisation automatique de celles-ci

### MARCHE

- Le succès des communications quantiques avancées repose sur des sources de lumière non classiques capables d'émettre des photons uniques indiscernables, avec un flux élevé et une grande pureté. Pour développer ces technologies, il faut positionner précisément les nanoémetteurs et fabriquer des nanostructures adaptées.
- Les méthodes de fabrication conventionnelles, telles que la microscopie électronique à balayage ou la lithographie optique, exposent directement — et de manière destructive — l'émetteur au faisceau d'électrons ou au laser.
- Deux nouveaux procédés de fabrication non destructifs ont été développés avec succès.

### TECHNOLOGIE

Nanostructures plasmoniques (ou photoniques) dans lesquelles les nanoémetteurs sont placés de manière déterministe et non destructive exactement à l'endroit où le champ électromagnétique résonant est maximal.

- Lithographie électronique déterministe à partir d'images de microscopie en fluorescence**

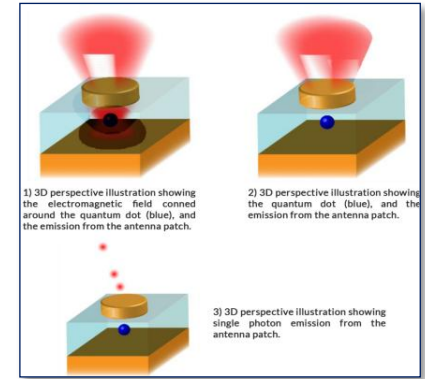
L'invention combine la lithographie optique et électronique, en utilisant des images de microscopie en fluorescence pour définir les motifs d'exposition du faisceau d'électrons. Les émetteurs fluorescents (individuels ou en agrégats) sont d'abord imagés par microscopie en fluorescence, et des marqueurs d'alignement sont créés autour d'eux par lithographie optique sur une bicouche de résine couvrant les émetteurs. Cette bicouche protège les émetteurs fluorescents des dommages causés par le faisceau d'électrons.

- Lithographie optique alignée avec des modes laser spatialement façonnés**

En générant et en utilisant des modes laser spatialement façonnés, comme les modes "donut", l'invention évite le problème du blanchiment des émetteurs et permet une lithographie optique centrée sur un ou plusieurs émetteurs fluorescents, sans les endommager.

- Caractérisation automatique des émetteurs uniques**

Un appareillage et une méthode logicielle ont été développés pour déterminer les paramètres pertinents des émetteurs, tels que l'intensité spectrale, la durée de vie et le g2.



### PI

- Famille de brevets « Optical Lithography » déposée en 2017 (EP3583469) - EP, US, JP, CA, délivrés
- Famille de brevets « Electron Beam » déposée en 2017 (EP3583468) - EP, US, JP, CA, délivrés
- Protection logicielle et savoir-faire, déposée en 2025

### NIVEAU DE DEVELOPPEMENT

- Démonstrateur TRL4 : nanoantennes plasmoniques de type "patch" à émetteur unique, avec une taille de patch contrôlée et des formes circulaires ou elliptiques.
- Système de détection automatique de 10 sources de photons uniques à la fois.

### STRATEGIE DE VALORISATION

Startup / Licensing

# Photon Source

## Single emitter plasmonic patch nanoantenna & automatic characterization thereof

### MARKET

- The success of advanced quantum communication relies on non-classical light sources emitting single indistinguishable photons at high flux rates and purity. Controlled positioning of nanoemitters and fabrication of nanostructures are necessary to realize such technologies.
- Conventional fabrication methods like scanning electron microscopy or optical lithography involve exposing the emitter directly and destructively to the electrons / laser of the writing beam. Two novel nondestructive manufacturing processes have been successfully developed.

### TECHNOLOGY

Manufacturing of plasmonic (or photonic) nanostructures in which the nano emitters are deterministically and nondestructively placed exactly at the position for which the resonant electromagnetic field is maximum.

#### • Deterministic electron-beam lithography using fluorescence microscopy images

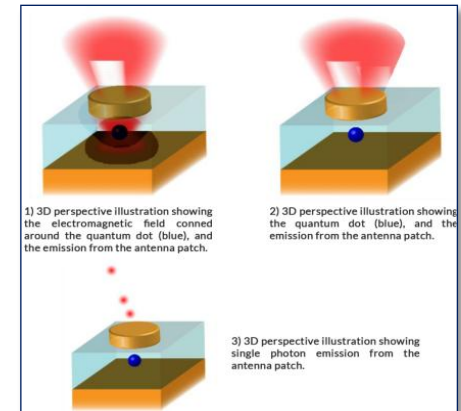
Combination of optical and electron-beam lithography associated with fluorescence microscopy images to draw electron-beam exposure patterns. Fluorescent emitters (individual or aggregates) are imaged by fluorescence microscopy and at the same step alignment markers are created around them by means of optical lithography on a resist bi-layer covering the emitters. This bi-layer prevents the electrons of the beam from damaging the fluorescent emitters.

#### • Deterministically aligned optical lithography with spatially shaped laser modes

By generating and utilizing spatially shaped laser modes like donut laser modes, the invention circumvents the problem of emitter bleaching and performs optical lithography centered over a single or aggregates of fluorescent emitters without causing any harm to the emitter.

#### • Automatic characterization of single emitters

An apparatus and a software method were developed to determine the relevant parameters of the emitters (intensity distributed in wavelength, life-time and g2)



### IP

- Patent family « Optical Lithography » filed in 2017 (EP3583469) - EP, US, JP, CA, granted
- Patent family « Electron Beam » filed in 2017 (EP3583468) - EP, US, JP, CA, granted
- Software protection and know-how, filed in 2025

### DEVELOPMENT STATUS

- Demonstrator TRL4: single emitter plasmonic patch antennas with a controlled patch size and circular or elliptical shapes.
- Apparatus for automatic and simultaneous characterization of 10 sources.

### VALORISATION STRATEGY

Licensing / Startup