

Stage de M2

Développement de diodes Lasers à base de Tamm plasmon

Les composants micro-photoniques sont actuellement de plus en plus présents dans notre société car ils peuvent être intégrés dans des systèmes compacts (téléphones portables, systèmes de détection, télécommandes, souris d'ordinateur...). Cependant, les micro-lasers sont actuellement limités pour de nouvelles applications par leur polarisation, leur directionnalité, leur intégration ou encore leur taille. L'équipe Matériaux et Nanostructure Photonique de l'Institut Lumière Matière est leader en matière de sources lasers Tamm Plasmon (TP).^{1,2} Ces sources photoniques possèdent un très fort potentiel pour la réalisation de lasers compacts et performants car elles allient les avantages des cavités semi-conductrices III-V et de la plasmonique pour contrôler des émissions optiques grâce à des structurations de surface. Cependant, l'effet laser à base de Tamm Plasmon a pour l'instant été démontré uniquement sous pompage optique (i.e à l'aide d'un laser secondaire). En vue d'une application industrielle, l'enjeu majeur est maintenant la réalisation de sources lasers TP à injection électrique.

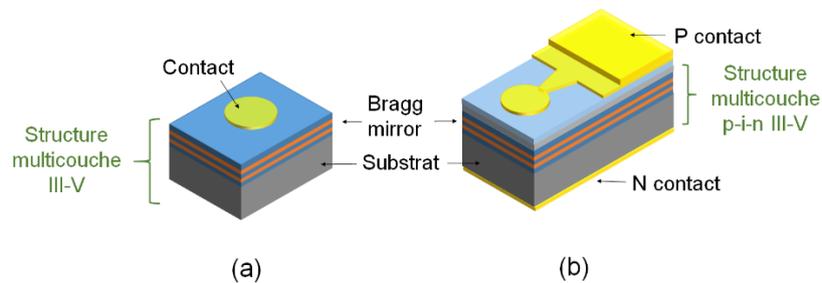


Figure 1 : Lasers TP a) à pompage optique; b) ou électrique

La Figure 1 présente les différences de structure type pour un laser TP à pompage optique (Figure 1-a) ou électrique (Figure 1-b). Par opposition au pompage optique actuellement étudié,¹ une structure laser à pompage électrique utilise deux contacts métalliques : un contact n sur le substrat et un contact p en surface. Grâce à nos collaborateurs du Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies (C2N) de Paris, une première structure à base de multicouches III-V a été épitaxiée en vue de développer des lasers Tamm à injection électrique. L'objectif de ce stage est donc de réaliser la mise en forme technologique de ces couches III-V grâce aux moyens technologiques de la plateforme NanoLyon. Une première phase de dessin des masques de lithographie pourra être réalisée pour définir les dimensions des composants à fabriquer. Les composants seront ensuite élaborés en salle blanche (lithographies, métallisations, microsoudures...). Les caractérisations électro-optiques seront effectuées grâce à un microscope équipé d'une station sous pointe et d'un spectromètre. La réalisation de ces composants représentera un pas important vers l'application de ces structures Tamm pour de nouvelles sources de lumière.

- (1) Symonds, C.; Azzini, S.; Lheureux, G.; Piednoir, A.; Benoit, J. M.; Lemaitre, A.; Senellart, P.; Bellessa, J. High Quality Factor Confined Tamm Modes. *Sci. Rep.* **2017**, *7*, 3859.
- (2) Symonds, C.; Lheureux, G.; Hugonin, J. P.; Greffet, J. J.; Lavedant, J.; Brucoli, G.; Lemaitre, A.; Senellart, P.; Bellessa, J. Confined Tamm Plasmon Lasers. *Nanoletter* **2013**.

Date de parution de l'offre : 24/09/2018

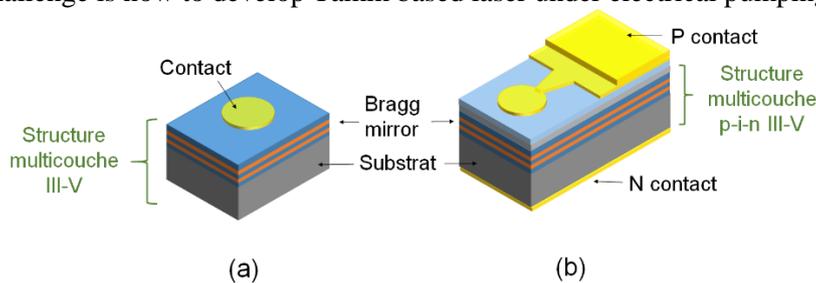
Equipe: Matériaux et Nanostructures Photoniques

Coordonnées contacts : alban.gassenq@univ-lyon1.fr, joel.bellessa@univ-lyon1.fr

M2 Internship

Tamm plasmon based laser diode development

Micro-photonics devices are currently widely used for many applications (cellphone, sensing, computing...). However, nowadays micro-lasers are limited for several new fields by the controls of the polarization, size, the direct integration or either the directionality. The MNP (Materials, Nanostructure Photonics) team at the ILM (Institute Light Matter) are specialists and leader in the development of Tamm mode based lasers.^{1,2} Such lasers have a high potential in order to build compact and efficient lasers since they merge the advantages of the III-V semiconductor and surface plasmon to control the light emission. However, Tamm laser effect has been demonstrated only under optical pumping (i.e. using a second laser for the carrier injection). For industrial application, the main challenge is now to develop Tamm based laser under electrical pumping using laser diode



design.

Figure 1: Tamm based lasers a) under optical or; b) electrical pumping

Figure 1 presents the design differences between optically pumped (Figure 1-a) and electrically pumped (Figure 1-b) Tamm lasers. Compared to the optical pumped laser usually studied,¹ a Tamm laser diode uses two electrical contacts: a bottom contact on the substrate and a contact on the top surface. Thanks to our collaborators at the C2N (Centre de Nanosciences et de Nanotechnologies) in Paris, a first III-V structure has been grown for this purpose. The internship objective is thus to develop the device processing of this new layer stack using the Nano-Lyon facilities. In this work, the contact mask for the processing will be first developed to define the suitable studied dimensions. The components will be then fabricated in clean room (lithography, metallization, micro-soldering...). Finally, opto-electrical micro-characterizations will be performed with electrical probes under an optical microscope and in a N₂ cooled cryostat. The development of such new laser source represents a major step for the future industrial applications of these research.

- (1) Symonds, C.; Azzini, S.; Lheureux, G.; Piednoir, A.; Benoit, J. M.; Lemaitre, A.; Senellart, P.; Bellessa, J. High Quality Factor Confined Tamm Modes. *Sci. Rep.* **2017**, *7*, 3859.
- (2) Symonds, C.; Lheureux, G.; Hugonin, J. P.; Greffet, J. J.; Laverdant, J.; Brucoli, G.; Lemaitre, A.; Senellart, P.; Bellessa, J. Confined Tamm Plasmon Lasers. *Nanoletter* **2013**.

Date : 24/09/2018

Research Team: Materials Nanostructures Photonics

Contacts : alban.gassenq@univ-lyon1.fr, joel.bellessa@univ-lyon1.fr