

Postdoc « Sources laser en microcavité à base de GeSnOI »

L'un des principaux défis de la photonique est de parvenir à une technologie entièrement compatible avec le silicium pour l'émission de lumière. Malheureusement, le silicium et le germanium, qui sont les principaux éléments du groupe IV, sont pénalisés en raison de la nature indirecte de leur structure de bande électronique. Notre groupe au C2N a réussi à transformer la structure de bande du germanium en une bande interdite directe par l'application d'une contrainte mécanique de traction ou par l'alliage du Ge avec l'étain, ce qui permet d'obtenir des émetteurs beaucoup plus efficaces [1]. Il est également possible de combiner la contrainte de traction avec l'alliage pour ce permettre encore plus de degré de liberté dans le but d'obtenir la bande interdite directe.

L'objectif du projet est d'exploiter ces matériaux du groupe IV à bande directe dans des micro-résonateurs optique afin de renforcer encore plus l'efficacité d'émission dans un effet laser. Au cours de son projet, le (la) candidate sera impliqué(e) dans le design, la fabrication et l'analyse de ces sources en micro-cavités. Nous exploiterons une plateforme photonique de GeSnOI (GeSn-on-Insulator) récemment développée dans le groupe [2] pour explorer de nouvelles architectures de cavités optique à émission verticale, telles que des microdisques avec des réseaux de diffraction (fig 1) et de cristaux photonique, par structuration périodique de la couche active de GeSn. Le chercheur sera accompagné par les ingénieurs, technicien et chercheurs technologues, dans la réalisation des dispositifs à l'aide des outils de micronano-fabrication en salle blanche et réalisera l'ensemble de caractérisation optique et les modélisation nécessaire à l'aide d'outils numérique de type FDTD et des codes maison.

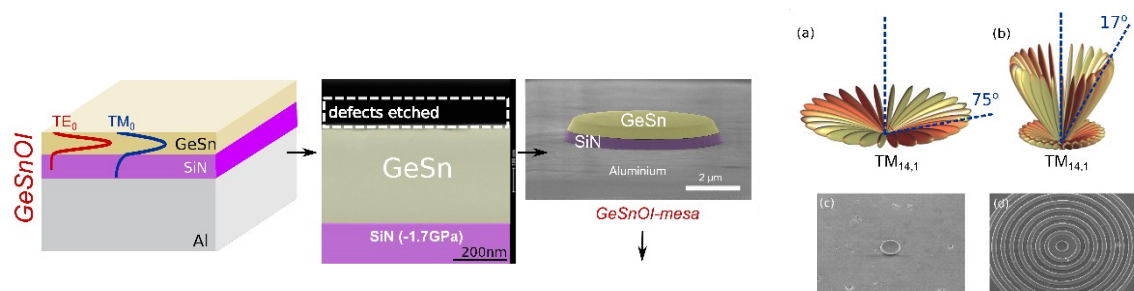


Figure 2 . GeSnOI platform that will be used to design complex wavefront engineering of emission from GeSn microdisk. The GeSnOI takes advantage of i) improved material quality thanks to interface defects removal ii) improved optical confinement thanks to high optical index contrast between the GeSn active layer and the SiN cladding. The left is a first proof of radiation pattern control of lasing whispering gallery mode from a GeSnOI laser disk mesa. Similar GeSnOI platform will be used for 2D – Photonic crystal structures.

Mots clefs : sources optiques en microcavité, GeSnOI, silicium, photoniques, microdisks, cristaux photonique

References

[1] Elbaz, A., Buca, D., von den Driesch, N. *et al.* Ultra-low-threshold continuous-wave and pulsed lasing in tensile-strained GeSn alloys. **Nat. Photonics** **14**, 375–382 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41566-020-0601-5>

[2] Wang B, Sakat E, Herth E, Gromovyi M, Bjelajac A, Chaste J, Patriarche G, Boucaud P, Boeuf F, Pauc N, Calvo V, Chrétien J, Frauenrath M, Chelnokov A, Reboud V, Hartmann JM, El Kurdi M. *GeSnOI mid-infrared laser technology*. **Light Sci Appl.** **10**, 232 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41377-021-00675-7>

Contact: moustafa.el-kurdi@c2n.upsaclay.fr

Opening postdoc “GeSnOI-based optical laser source microcavities”

One of the main challenges in photonics is to achieve a technology that is fully compatible with silicon for light emission. Unfortunately, silicon and germanium, which are the main group IV elements, are penalised for light emission due to the indirect nature of their electronic band structure. Our group at C2N has succeeded in transforming the band structure of germanium into a direct bandgap by applying a mechanical tensile stress or by alloying Ge with tin, resulting in much more efficient emitters [1]. It is also possible to combine tensile stress with alloying to allow for even greater degrees of freedom.

The objective of the project is to exploit these group IV direct band gap materials in optical micro-resonators to further enhance the emission efficiency with laser effect. During his project, the candidate will be involved in the design, fabrication and analysis of these micro-cavity sources. We will exploit a GeSnOI (GeSn-on-Insulator) photonic platform recently developed in the group [2] to explore new optical cavity architectures for vertical emission, such as microdisks with diffraction gratings (fig 1) and photonic crystals (by periodically patterning the GeSn active layer). The candidate will be accompanied by engineers, technicians and research technologists in the realization of the devices using micronano-fabrication tools in a clean room, he will be involved in the devices characterization and the modeling thanks to FDTD solver tools and inhouse codes.

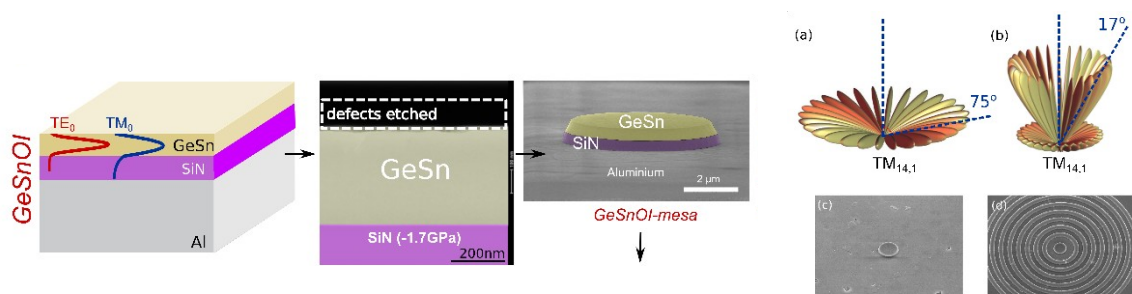


Figure 2 . GeSnOI platform that will be used to design complex wavefront engineering of emission from GeSn microdisk. The GeSnOI takes advantage of i) improved material quality thanks to interface defects removal ii) improved optical confinement thanks to high optical index contrast between the GeSn active layer and the SiN cladding. The left is a first proof of radiation pattern control of lasing whispering gallery mode from a GeSnOI laser disk mesa. Similar GeSnOI platform will be used for 2D – Photonic crystal structures.

Keywords: microcavity optical sources, GeSnOI, silicon photonics, microdisks, photonic crystals

References

[1] Elbaz, A., Buca, D., von den Driesch, N. *et al.* Ultra-low-threshold continuous-wave and pulsed lasing in tensile-strained GeSn alloys. **Nat. Photonics** **14**, 375–382 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41566-020-0601-5>

[2] Wang B, Sakat E, Herth E, Gromovyi M, Bjelajac A, Chaste J, Patriarche G, Boucaud P, Boeuf F, Pauc N, Calvo V, Chrétien J, Frauenrath M, Chelnokov A, Reboud V, Hartmann JM, El Kurdi M. **GeSnOI mid-infrared laser technology**. **Light Sci Appl**. **10**, 232 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41377-021-00675-7>

Contact: moustafa.el-kurdi@c2n.upsaclay.fr