



Photonique quantique sur silicium

Développement de composants intégrés pour les communications et le calcul quantiques

Qu'est-ce que la photonique quantique ?

La photonique quantique garantit une transmission des données ultra-sécurisée. Elle offre également un fort potentiel pour le calcul quantique.

Le déploiement d'applications quantiques nécessite une intégration à grande échelle. À cette fin, le CEA-Leti s'appuie sur sa plateforme photonique Si et SiN de pointe pour construire une technologie quantique à faibles pertes.

L'institut développe plus spécifiquement des composants et des circuits photoniques quantiques intégrés pour la génération, l'encodage rapide, la manipulation cohérente et la détection des qubits photoniques. Ces composants sont compatibles avec les approches dites de variables discrètes ou continues.

Applications

La plateforme de photonique quantique du CEA-Leti permet de développer des technologies de nouvelle génération pour de nombreux domaines applicatifs :

- Finance
- Santé
- Énergie
- Télécommunications
- Défense

L'objectif

Le CEA-Leti contribue à la miniaturisation de systèmes de communications quantiques ultra-sécurisées, fibrés ou en espace libre, en développant des circuits transmetteurs et récepteurs quantiques intégrés répondant aux spécifications des protocoles de communication quantique les plus avancés, à l'instar des protocoles indépendants des composants utilisés pour la mesure.

La plateforme du CEA-Leti peut également servir au développement de processeurs quantiques photoniques intégrés s'appuyant par exemple sur les protocoles de calcul quantique basés sur la mesure, avec la perspective de développer non seulement le cœur du processeur quantique programmable, mais aussi la génération d'un grand nombre de photons intriqués et leur détection ultra-efficace sur la même puce.

Nos technologies

Les experts du CEA-Leti développent des composants et des circuits intégrés destinés à l'implémentation de protocoles de distribution de clés quantiques avancés et de calcul quantique :

Génération de photons uniques

- Lasers hybrides III-V/Si délivrant des impulsions cohérentes de faible intensité^[1]
- Résonateurs en anneau à haut facteur de qualité générant des photons uniques annoncés (taux actuel MHz, taux visé GHz)^[2]

Manipulation cohérente des photons uniques et encodage rapide

- Déphaseurs thermo-optiques sans perte
- Déphaseurs rapides reposant sur la dispersion plasma des porteurs libres
- Perspective : déphaseurs à effet Pockels rapides et à faibles pertes

Détection de photons uniques

- Photodétecteurs à avalanche HgCdTe^[3] avec une vitesse record de comptage des photons, particulièrement adaptée à la détection d'états photoniques mésoscopiques
- Matériau NbN optimisé^[4] pour réaliser des détecteurs de photons uniques à nanofils supraconducteurs ultra-efficaces avec un très faible bruit d'obscurité.

Faits et chiffres

Des capacités de pointe

- Conception de composants, intégration sur substrats SOI 200/300 mm, test sur substrats, packaging de puces

Plateforme polyvalente

- Bibliothèque complète de composants matures à 1310 et 1550 nm
- Intégration de nouveaux matériaux (NbN, LiNbO₃...)

Pertes optiques record

- Guides d'onde Si : 0,2 à 1,1 dB/cm
- Guides d'onde SiN : 0,05 dB/cm

Publications

1. C. Agnesi et al., Hong-Ou-Mandel interference between independent III-V on silicon waveguide integrated lasers, *Opt. Exp.* 44, 271 (2019)

2. H. El Dirani et al., Low-loss silicon technology for high-Q bright quantum source, *proc. of IEEE Group IV Photonics Conference* (2019)

3. J. Rothman et al., Meso-photon detection with HgCdTe APDs at high-count rates, *J. of Electron. Mat.*, <https://doi.org/10.1007/s11664-020-08461-8>, 2020

4. R. Rhazi et al., Improvement of critical temperature of niobium nitride deposited on 8-inch silicon wafers thanks to an AlN buffer layer, *Superconduct. Sc. and Technol.* 34, 045002 (2021)

Cette technologie vous intéresse ?

Contact :

Eleonore Hardy

eleonore.hardy@cea.fr

04 38 78 26 39

CEA-Leti, technology research institute

17 avenue des Martyrs, 38054 Grenoble Cedex 9, France
cea-leti.com

   @CEA-Leti

