

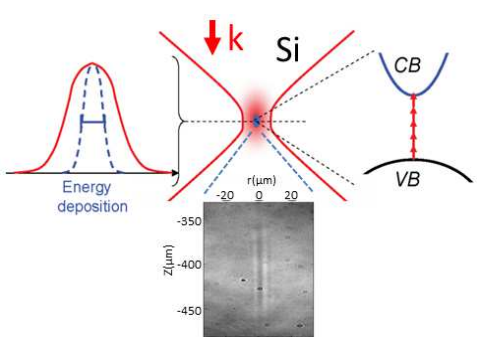
Spécialité de Master « Optique, Matière, Plasmas »

Stage de recherche (4 mois minimum, à partir de début mars)

Proposition de stage (ne pas dépasser 1 page)

Date de la proposition : 04/12/2014

| | | | |
|--|---|----------------------|--------------------------|
| Responsable du stage / internship supervisor: | | | |
| Nom / name: | GROJO | Prénom/ first name : | David |
| Tél : | 06.79.99.33.11 | Fax : | 04.91.82.92.89 |
| Courriel / mail: | grojo@lp3.univ-mrs.fr | | |
| Nom du Laboratoire / laboratory name: | | | |
| Code d'identification : | UMR 7341 | Organisme : | CNRS/Aix-Marseille Univ. |
| Site Internet / web site: | www.lp3.univ-mrs.fr | | |
| Adresse / address: | LP3, 163 Av. de Luminy, C917, 13288 Marseille Cedex 9 | | |
| Lieu du stage / internship place: | Laboratoire LP3, Campus de Luminy, Marseille | | |

| | | | |
|---|---|--------------------------------|---|
| Titre du stage / internship title: Microfabrication 3D dans le silicium par lasers impulsions infrarouges | | | |
| <p>La fabrication et l'évaluation non-invasive des systèmes à semi-conducteurs s'appuient toujours aujourd'hui sur des techniques optiques. Néanmoins, comme le silicium et les matériaux semi-conducteurs sont opaques de l'UV jusqu'au proche infrarouge, il s'agit de technologies de surface. Le laboratoire LP3 s'appuie sur les propriétés uniques qui sont associées à l'utilisation d'impulsions laser infrarouges fortement focalisées pour contourner cette limitation et travailler directement dans le volume.</p> <p>Les expériences sont réalisées avec différentes sources laser délivrant des impulsions de durées allant de la nanoseconde jusqu'à 50 femtoseconde à des longueurs d'onde supérieures à 1.3 μm (0.95 eV). A cette longueur d'onde, le silicium - avec une bande interdite de l'ordre de 1.1 eV- est parfaitement transparent. Cependant lorsque ces impulsions brèves sont focalisées à l'intérieur du matériau, l'intensité au point focal est suffisante pour initier une absorption multiphotonique de la lumière transférant les électrons de la bande de valence vers la bande de conduction [1]. La nature très fortement non-linéaire de la formation du plasma et du dépôt d'énergie confine le processus d'interaction dans la région focale. Lorsque des impulsions ultrabrèves (femtoseconde) sont utilisées, les microplasmas créés [2] (voir image) permettent de contrôler localement les propriétés électriques sur silicium pour le développement de technologies avancées en microélectronique. L'emballage thermique associé à l'utilisation d'impulsions plus longues (nanoseconde) permet d'obtenir localement la modification structurale des matériaux. Ceci ouvre la possibilité de fabriquer directement des microdispositifs 3D intégrant des fonctions optiques et électroniques dans un même substrat en silicium.</p> <p>Dans le cadre de ce projet, l'étudiant abordera des questions scientifiques à toutes les échelles de temps impliquées dans les interactions laser avec la matière condensée. L'étudiant contribuera à des travaux en cours sur les aspects fondamentaux de l'interaction des impulsions infrarouges dans le silicium. Ce travail s'appuie sur un dispositif expérimental permettant de réaliser de la microscopie infrarouge résolue en temps à l'échelle de la femtoseconde à l'intérieur du silicium (voir image). L'objectif des travaux est de comprendre et contrôler l'injection optique des porteurs libres, le claquage optique et les modifications permanentes du matériau. L'étudiant devra réaliser les expériences en utilisant un amplificateur paramétrique optique pompé par un laser femtoseconde ($< 50\text{fs}$) et une source compacte nanoseconde ($> 3\text{ns}$) pour une comparaison directe des réponses dynamiques du Si à la longueur d'onde de 1550 nm en fonction de la durée d'impulsion. L'étudiant sera également en charge de la conception et l'assemblage d'un dispositif optique utilisant un « axicon » pour répéter les investigations pour des faisceaux " non-diffractant" de Bessel. Ces faisceaux permettent d'envisager la formation de nano-canaux à forts rapports d'aspect dans le silicium. Une application potentielle est la fabrication de « Through Silicon Via » (TSV) pour les connexions 3D en microélectronique.</p> <p>[1] D. Grojo et al., Long-wavelength multiphoton ionization inside band-gap materials, Phys. Rev. B 88 (2013) 195135 [2] A. Mouskeftaras et al., Self-limited underdense microplasmas in bulk silicon induced by ultrashort laser pulses, Appl. Phys. Lett. 105 (2014) 191103</p> | | | |
|  | | | |
| Image IR d'un microplasma formé dans Si par ionisation multiphotonique avec un laser | | | |
| Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : Oui | | | |
| Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: ED (à candidater) | | | |
| Lasers, Optique, Matière | x | Lumière, Matière, Interactions | x |
| Plasmas : de l'espace au laboratoire | x | | |

| | | | |
|---|---|--------------------------------|---|
| Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? Possibility of a PhD ? : Oui | | | |
| Si oui, financement de thèse envisagé/ financial support for the PhD: ED (à candidater) | | | |
| Lasers, Optique, Matière | x | Lumière, Matière, Interactions | x |
| Plasmas : de l'espace au laboratoire | x | | |