

Sujet de stage

Titre: *Assemblages hybrides de verres avec verres, métaux ou semi-conducteurs par impulsions laser ultracourtes ; modélisation et simulation.*

Contexte :

Le soudage des verres par laser est considéré comme l'une des techniques les plus prometteuses car il ne requiert pas de couche intermédiaire (pas d'additif) et offre l'avantage d'une grande vitesse d'exécution, d'une grande précision et d'une forte intensité de soudage.

De fait, de nombreuses recherches sont actuellement en cours de développement ou d'optimisation pour aboutir à la réalisation de nombreux dispositifs et produits tels que: les ampoules médicale à sceller, les emballages hermétiques de dispositifs médicaux, les vitrages isolants, les packagings des MEMS.

Les verres proposés pour cette étude sont des verres sodocalciques ou borosilicatés. Il s'agit ici de déterminer et d'utiliser les phénomènes d'optique non linéaire (ONL) dus aux pulsations femto secondes pour souder des verres plans avec d'autres verres, des métaux ou des semi-conducteurs.

En effet, la fusion localisée basée sur l'absorption multi-photonique, rendue dominante du fait de la maîtrise les impulsions ultra-courtes, permet une très grande sélectivité spatiale grâce aux propriétés de localisation du phénomène d'absorption non linéaire.

IREPA LASER dispose de sources laser femto seconde (320 fs) émettant @ 1030 et @ 343 nm et pouvant monter à de hautes fréquences de répétition. Aujourd'hui, IREPA LASER souhaite aller plus loin dans sa connaissance et sa maîtrise de ces procédés en étant notamment capable de les qualifier et de modéliser les phénomènes en présence.

Objectifs du stage :

L'objectif premier de ce stage est de modéliser, simuler et qualifier les interactions lumières matières, dans le domaine femto seconde, intervenant lors de soudures de verres avec des verres des métaux et des semi-conducteurs, ceci en vue de l'optimiser le procédé pour de futures utilisations dans la conception de dispositifs servant notamment dans les domaines du médical (scellage hermétique pour packaging), de la microélectronique (MEMS), de l'électronique grand public (smartphone, écrans plats) ou encore de l'aérospatial.

Ces outils théoriques développés à l'IPP permettront une meilleure prise en compte des paramètres expérimentaux à travers :

- la quantification de l'apport thermique,
- la morphologie des joints réalisés,
- la quantification, la topologie et l'orientation des contraintes résiduelles,
- l'évaluation de l'influence de conditions expérimentales telles que le bridage.

Les modèles développés permettront de directement adresser les performances des procédés de soudage avec les paramètres laser (puissance, fréquence de répétition, profile du faisceau, etc.) et opératoires (force de compression, vitesse de balayage, etc.).

Tâches principales :

- 1) Faire un état de l'art technico-économique de l'interaction laser verre en vue de souder des verres
- 2) Modéliser et simuler les interactions lumières matières via des outils logiciels et des modèles théoriques et expérimentaux à développer
- 3) Améliorer la technologie actuelle de soudage de matériaux verriers d'IREPA LASER
- 4) Caractériser les performances des soudures .

Résultats attendus : ce stage devrait permettre :

1. La réalisation d'un état de l'art sur la thématique du soudage de verre par laser
 - types d'interaction lumière matière possibles
 - technologies concurrentes
 - marchés en présence
 - dispositifs porteurs
2. Une meilleure compréhension du procédé de soudage : modèles théoriques et simulations
3. La mise en place d'une procédure de caractérisation avant, après et voire pendant le procédé
4. La réalisation de démonstrateurs de soudage pour des échantillons verre/verre et verre/silicium

Encadrement

Le stage se déroulera dans les locaux de l'IREPA LASER en collaboration avec l'équipe IPP de l'ICube

L'équipe IPP (Instrumentation et Procédé Photonique) du Laboratoire ICube et IREPA LASER centre de valorisation des technologies laser, tous deux collaborent de longue date sur le développement et la compréhension de procédés laser innovants.

A IREPA LASER, la thématique de la réalisation de micro assemblages des matériaux transparents par voie laser en utilisant des sources d'impulsions ultra brèves est une activité de recherche et développement considérée à fort potentiel. Ces sources permettent en effet le traitement laser à des résolutions sub-micrométriques dans des conditions compatibles avec des contraintes industrielles.

De son côté, pour l'équipe IPP, la modélisation de l'interaction lumière matière pour l'optimisation d'un procédé laser permettant la réalisation de micro-instrument est un sujet de recherche au cœur de ces centres d'intérêt. Il s'articule parfaitement avec les trois thématiques de l'équipe : la modélisation et simulation électromagnétiques, les procédés laser et l'instrumentation micro- nano-photonique.