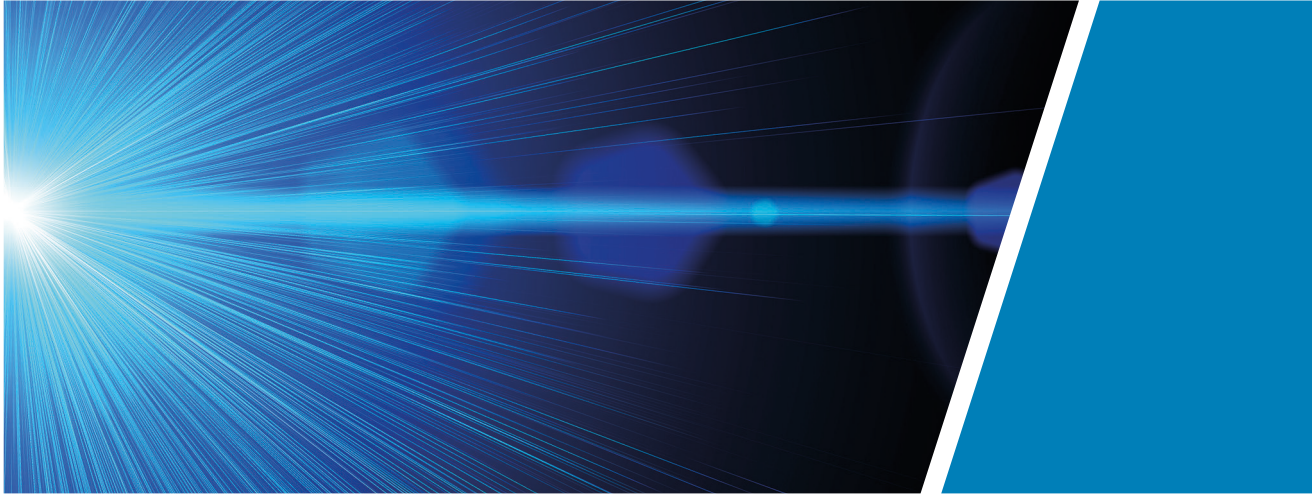


Rapport d'expert



Brasage sans contact par faisceaux laser

Les alliages et les flux contenus dans les fils jouent un rôle essentiel

Brasage sans contact par faisceaux laser

Le brasage laser s'est imposé au cours des dernières années comme le processus de brasage point par point qui remplace le plus fréquemment les procédés conventionnels. Cependant, le brasage laser est toujours considéré comme coûteux et ses nombreux avantages sont encore trop souvent contrebalancés par des inconvénients qui ne sont plus forcément justifiés.

En effet, l'utilisation d'une nouvelle technologie laser appropriée a permis de maîtriser les coûts et d'éliminer la plupart de ces inconvénients. À cet égard, l'utilisation de fils d'étain avec des flux dédiés pour le brasage laser joue un rôle essentiel.

Dans l'industrie électronique d'aujourd'hui, plusieurs procédés de brasage sélectif sont utilisés.

Il est important de faire la différence entre les procédés de brasage sélectif basés sur l'utilisation d'un bain de brasure et les procédés de brasage point par point basés sur l'apport de fil d'étain.

Les principaux procédés de brasage point par point actuellement utilisés sont:

- *le brasage manuel,*
- *le brasage par induction et*
- *le brasage laser.*

Alors que les fers sont très majoritairement utilisés en brasage manuel, ils sont souvent remplacés sur les postes automatiques par les deux procédés de brasage sans contact que sont l'induction et le laser.

Lors d'un brasage par induction, les deux pièces à braser sont chauffées directement par un champ magnétique haute fréquence.

Mais il faut faire attention car le brasage par induction n'est pas vraiment adapté pour les composants électroniques, les circuits imprimés, ni pour des petits joints de brasage. Les boucles d'induction sont souvent trop grandes pour des pièces de petites dimensions, et à cela s'ajoute un risque lié au rayonnement du champ magnétique qui peut endommager les composants électroniques actifs et les couches internes des circuits imprimés.

Ce procédé est par contre très intéressant pour du brasage filaire.

L'avantage de la technologie laser est que les plus petits joints pourront toujours être brasés. L'apport en fil d'étain de diamètre 0,3 mm est facilement utilisable. Pour ces petits diamètres de fil compris entre 0,1 et 0,3 mm, la société Wolf a développé un dérouleur de fil spécifique constitué d'éléments piézoélectriques.

Le procédé typique du brasage laser est divisé en trois étapes:

- Étape 1** Le laser préchauffe les deux éléments à assembler de la manière la plus uniforme que possible. Cela fait fondre le bout du fil d'étain qui est positionné sous le faisceau laser (fig. 1).
- Étape 2** Le fil d'étain est déroulé et fusionne avec les surfaces des éléments à braser préalablement préchauffés (fig. 2).
- Étape 3** Un ménisque de brasure se forme avec un volume correspondant exactement à la quantité de fil déroulé.

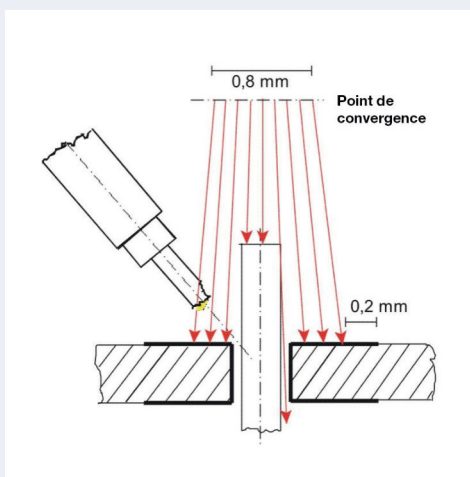


Figure 1: Le positionnement correct du faisceau laser est essentiel lors du préchauffage du point de brasage. Le bout du fil d'étain ne doit pas être refondu trop fortement.

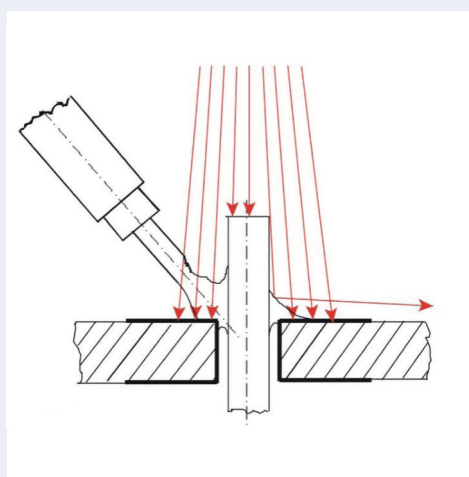


Figure 2: La gestion de l'apport de fil est particulièrement importante. La qualité du brasage dépend fortement de la vitesse de distribution du fil et de sa mouillabilité sur la plage d'accueil et le picot.

Depuis 20 ans, la société Wolf conçoit et fabrique à Freudenstadt en forêt noire des systèmes de brasage laser qui sont utilisés pour des applications les plus variées en production de grande série.

Leur retour d'expérience a montré que quatre difficultés majeures peuvent perturber la bonne utilisation d'un moyen de brasage laser :

- *des brûlures qui se produisent sur le dessus du circuit imprimé, résultant de réflexions du rayon laser sur la surface du ménisque en fusion. (fig. 3)*
- *des brûlures qui apparaissent sous le circuit imprimé, et qui sont causées par le passage du faisceau laser entre le picot et le trou métallisé de la carte. (fig. 4)*
- *des coûts de fonctionnement supplémentaires liés à la durée de vie limitée des diodes laser*
- *des défauts de brasures causés par des problèmes d'apport automatique de fil d'étain*

Les trois premiers points caractérisent le brasage laser; le quatrième point est une problématique commune à tous les procédés de brasage robotisés où est utilisé un apport automatique de fil.

Figure 3 : L'approche conceptuelle suivante a été choisie pour réduire les phénomènes de brûlures.

Le brasage est effectué non plus avec un seul faisceau laser mais avec six faisceaux qui ont chacun avec un angle d'attaque différent. Cette méthode permet de réduire par six l'intensité du faisceau laser à l'origine de brûlures potentielles.

La technicité du bloc optique laser est naturellement plus forte puisque qu'il doit gérer individuellement les six angles d'attaque du laser. Les optiques doivent aussi être conçues de façon à ce qu'elles puissent être calibrées les unes par rapport aux autres.

Malgré ces contraintes, ces 6 faisceaux laser ont pu être intégrés dans un module de brasage compact (fig. 5).

Avec le module LLW 03, les 6 faisceaux lasers individuels peuvent désormais être parfaitement ajustés en fonction de la dimension et de la géométrie du joint à braser.

Les six faisceaux étant générés à partir de 6 sources laser indépendantes d'une puissance maximum de 10 W chacune, une puissance totale de 60 W est disponible pour le brasage.

Ces sources laser optoélectroniques à basse puissance ont une durée de vie dix fois plus longue que les diodes laser traditionnelles à haute puissance. En fonction de l'application de brasage, le MTBF (durée moyenne entre 2 pannes) peut atteindre 250 000 heures de fonctionnement. Il en résulte que les coûts de fonctionnement d'un moyen de brasage laser sont inférieurs à ceux d'un moyen de brasage au fer, étant donné que les pannes de fer s'usent et génèrent des dépenses importantes.

Des sources laser avec le double de puissance sont également disponibles pour des applications spécifiques.

Afin de protéger les éléments optiques de tout encrassement, des vitres de protection interchangeables sont fournies avec le module.

La fréquence de nettoyage de ces vitres dépend en premier lieu de la qualité du flux présent dans le fil d'étain.

Les fumées et les éclaboussures de flux peuvent générer un fort encrassement, et par conséquent obligent à définir un fréquentiel de maintenance.

L'un des avantages d'avoir 2 apports de fils est qu'il est très peu probable qu'il y ait un manque de flux simultanément dans les 2 bobines. Si l'un des 2 fils venait à manquer de flux, cela signifierait qu'il resterait encore 50 % de flux dans le deuxième fil, et l'expérience a démontré que pendant un laps de temps limité, cela n'impactait pas forcément la réalisation de brasures de qualité.

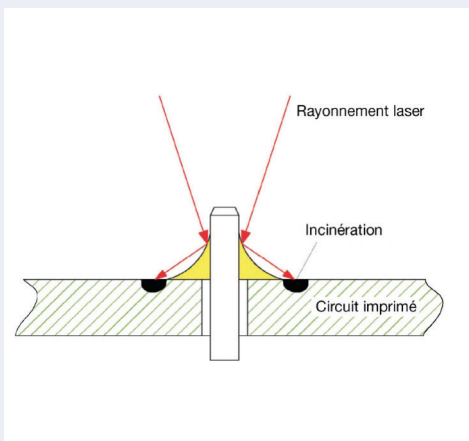


Figure 3:
Les brûlures apparaissent principalement de façon aléatoires, et sont fonction de la vitesse et de la forme du ménisque en fusion.

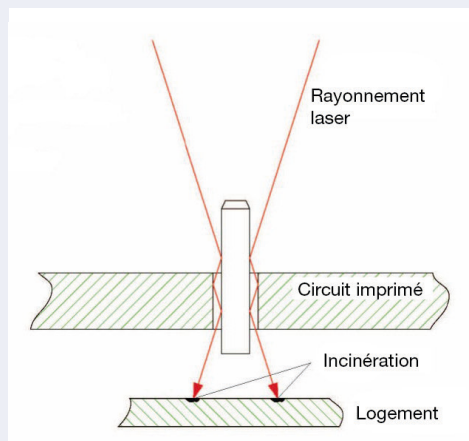


Figure 4:
Le passage du faisceau laser sous la carte peut être minimisé en réduisant l'espace entre le trou métallisé et la broche, mais ne sera jamais complètement éliminé.

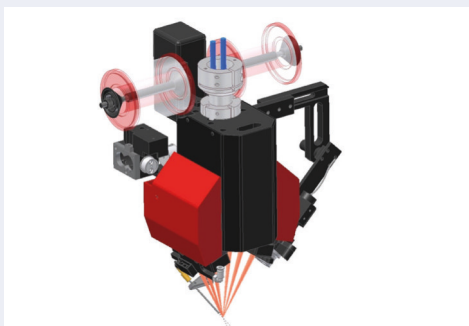
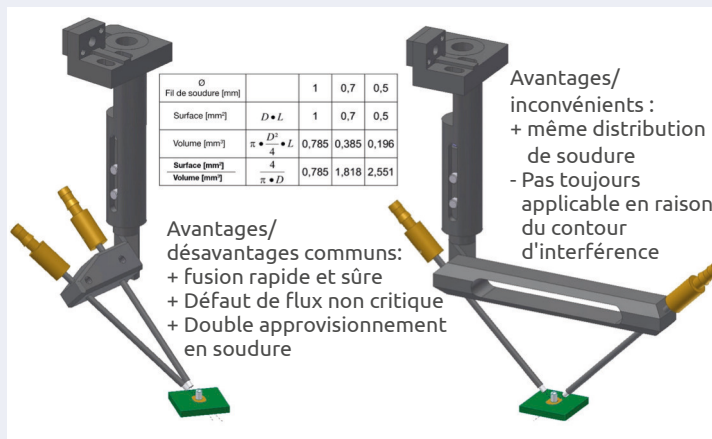


Figure 5:
Schéma de la tête de brasage laser LLW03 récemment développée avec six sources laser, une double alimentation de fil en bobine et une puissance de 60 W pour une longueur d'onde de 940 nm. Les diodes laser sont refroidies par des éléments Peltier, le refroidissement à eau n'est pas nécessaire.

Figure 6:
Au lieu d'un fil à souder d'un diamètre, en général, de 0,7 mm, deux fils à souder de 0,5 mm de diamètre sont alimentés en parallèle.



Les autres avantages importants sont:

Chaque fil aura une surface de contact identique pour fusionner, ceci pour un volume de brasure deux fois plus petit, ce qui permettra au faisceau laser de faire refondre la brasure plus rapidement.

Suivant le produit à braser, les alimentations de fils peuvent être disposées face à face sur les 2 côtés opposés de la plage d'accueil. Cela permet d'améliorer la régularité de la distribution de l'étain et de réduire le temps de cycle.

Cependant dans certains cas, en particulier pour des petits brasages, la double alimentation en fil n'est pas envisageable car il n'y a pas suffisamment de place pour les arrivées de fils sur la plage d'accueil.

Il est alors essentiel que dans les fils utilisés :

- la présence des activateurs de flux et
- leur homogénéité soient garanties du premier au dernier cm de la bobine de fil.

Le nouvel outil de brasage est un composant des appareils de brasage laser Wolf qui ont généralement quatre axes programmables (fig. 7).

Cette nouvelle unité de brasage laser est un module utilisé dans les machines de brasage laser Wolf. Elle est généralement montée sur une robotisation à quatre axes numériques programmables (fig. 7).

Les spécificités de ces équipements de brasage sont l'intégration d'outils tels qu'une caméra avec un système de correction du positionnement XY du laser avant brasage, d'une autre caméra de contrôle automatique des joints brasés et d'un pyromètre de surveillance de la température de brasage.

L'intégration de ces outils a grandement permis d'améliorer cette technique de brasage.



Figure 7:
Le module de brasage laser est positionné au dessus du point de brasage sur une potence à quatre axes numériques pilotés par des servomoteurs.

Dr. Wolf,
gérant de la société

Wolf Produktionssysteme GmbH & Co. KG