

Structuration par laser de circuits de connexion sur supports en céramique

Les céramiques, du fait de leur grande stabilité dimensionnelle, sont souvent utilisées comme supports de circuits dans le domaine de la microélectronique. La réalisation de ces supports, comme pour les circuits intégrés, se fait par métallisation, photolithographie et dissolution. Si cette technique permet un traitement collectif des circuits, elle se limite principalement aux substrats plans et requiert un volume de production suffisant pour amortir le coût du masque de photolithographie. Une autre solution pour créer des motifs électroniques est le micro-usinage laser (ou ablation laser), qui consiste à graver directement le métal par un faisceau laser sans étape de masquage. Cette méthode, très adaptée au prototypage rapide, présente l'avantage d'être souple à mettre en œuvre et permet aussi de réaliser des circuits d'interconnexion 3D pour le packaging des composants de microélectronique.

Pascal Métayer

Jacquelot

Damien Lagrange

Microcertec SAS

info@microcertec.com

Lasers à solide et ablation laser sur céramique

En raison de leurs performances, les lasers à solide sont les plus utilisés en micro-usinage du fait de leur faible taille de spot qui accroît la précision, de leur vitesse qui leur donne leur pouvoir ablatif et de leur longueur d'onde dans l'UV qui permet une meilleure sélectivité de la gravure. Ainsi, le laser Nd:YAG que nous utilisons permet de graver sans problème des couches minces de métallisation d'épaisseur atteignant 5 µm afin d'obtenir des pistes de 100 µm de large avec une résolution latérale de quelques microns.

L'ablation laser produit les pistes de connexion directement sur le substrat. Elle nécessite donc une bonne connaissance des métaux à graver et du substrat pour graver les couches minces sans attaquer la céramique, réduire l'impact thermique de part et d'autre des pistes et établir des procédures de nettoyage efficaces mais inoffensives pour les pistes de connexion. Elle permet alors de graver des motifs très rapidement et de programmer sans limite des parcours de faisceau, avec pour seul outillage le montage utile à la préhension des pièces. Les coûts et délais de mise en

route, comme ceux de masquage, sont ainsi réduits et rendent le procédé adapté au prototypage rapide. Cependant, la technologie d'ablation laser permet d'aller encore plus loin et d'obtenir des conceptions impossibles à fabriquer avec une technologie de gravure chimique : comme le montre la *figure 1*, il est possible de réaliser des supports céramiques sur lesquels les pistes de connexion relient plusieurs faces entre elles, créant ainsi un véritable circuit pour l'intégration de composants microélectroniques.

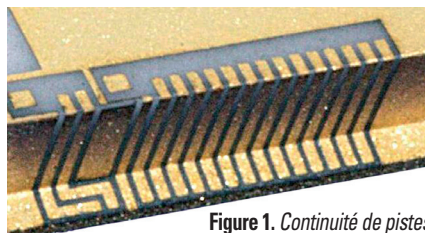


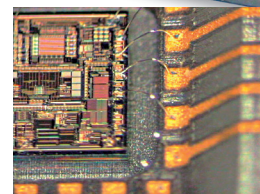
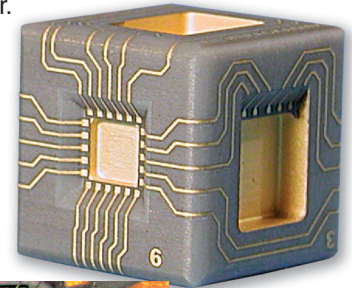
Figure 1. Continuité de pistes de connexion sur plusieurs faces.

Applications

L'utilisation de la structuration par laser de circuits de connexion sur supports en céramique s'étend aujourd'hui aux applications militaires, médicales et optoélectroniques car elle permet de réaliser des packagings électroniques miniaturisés, en rassemblant des fonctions mécaniques et électriques sur un même support (*figures 2*). Elle permet également d'arranger des composants microélectroniques dans l'espace les uns par rapport aux autres ou de trouver une solution simplifiée de remplacement de composants hybrides et se prête à la réalisation de composants en séries, jusqu'à

plusieurs milliers par mois. La définition par le client de la géométrie du support et du schéma du circuit de connexion permet à l'utilisateur final de disposer d'un « support circuit » sur lequel il reporte ses composants microélectroniques (capteur, calculateur, puce, LED...) et de faire le câblage selon son propre schéma de connexion. Le support en céramique présente de plus une stabilité dimensionnelle et une isolation électrique élevée.

La gravure des motifs, qu'ils soient différents ou complexes sur chacune des faces, ne représente que du temps de programmation et non des coûts de masques supplémentaires. L'avènement des technologies de pompage par diode laser et des lasers à fibre ont permis d'obtenir des faisceaux laser de très bonne qualité avec des tirs nanosecondes à très haute cadence (> 100 KHz). Et ces nouvelles technologies ont le potentiel pour améliorer encore la qualité, la finesse et le rendement de l'ablation laser.



Figures 2. Circuit d'interconnexion tridimensionnelle (CI3D) et exemple d'intégration.