

Usinage photochimique (PCM - PhotoChemical Machining)

Julien Duvillet

Responsable Méthodes & Développement, CMT Rickenbach SA,
Bd. de la Liberté 59-61, CH-2300 La Chaux-de-Fonds, (j.duvillet@cmtrickenbach.com)

Abstract

L'usinage photochimique, souvent méconnu, est un procédé de fabrication assez ancien. Il est utilisé de manière industrielle depuis les années 50, ce qui coïncide avec le début du développement de la photolithographie dans l'industrie du circuit imprimé. L'usinage de matière par attaque chimique en voie humide existe depuis des centaines d'années. On peut citer l'utilisation d'un acide à base de vinaigre associé à une huile de graine de lin comme masquage pour la gravure décorative d'armure en acier au XV siècle. Avec l'avènement de la photographie, au XIX siècle, les premières résines photosensibles ont fait leur apparition. On retrouve un premier brevet datant de 1852 décrivant le procédé d'usinage photochimique pour la gravure de cuivre à l'aide de perchlorure de fer. Depuis les formulations de photoresist ont beaucoup évolué. Ces siècles d'innovation ont permis à l'usinage photochimique d'atteindre le niveau de performance qui suit.

Les deux éléments principaux du procédé d'usinage photochimique sont les solutions d'attaques chimiques et les résines photosensibles (ou photoresist). De manière simplifiée, cette méthode de fabrication peut être décomposée en quatre phases : la préparation de surface qui consiste à optimiser la surface du matériel afin d'obtenir la meilleure adhérence avec le photoresist. Ensuite vient l'opération de photolithographie suivie de la phase de gravure chimique. Et enfin la dernière partie, le stripage, consiste à retirer le photoresist et assurer le nettoyage final des pièces. On retrouve, principalement, dans l'industrie, deux méthodes de travail, la plus répandue est la méthode de travail en plaque et la seconde, plutôt adaptée aux très gros volumes, la méthode « reel to reel » (de rouleau à rouleau). L'usinage photochimique permet la fabrication de pièces dans quasiment tous les métaux mais également dans certains matériaux comme par exemple le verre ou le polyimide. Appliquée à des matériaux de faibles épaisseurs (inférieur à 0.1mm) et combinée à la précision de la photolithographie cette méthode assure la production de pièces avec des formes géométriques très complexes aux tolérances serrées. Généralement les tolérances données pour des pièces en usinage photochimique sont de +/- 10% de l'épaisseur du matériel usiné.

Cette méthode de fabrication doit être une solution prise en compte pour la conception de pièces plates d'épaisseur inférieure à 2 mm. Celle-ci peut être très avantageuse, notamment au niveau de ses faibles coûts d'outillages. Les différentes combinaisons et associations avec d'autres technologies comme la galvanotechnique ou le laser offrent des possibilités importantes. Ce procédé a su convaincre de nombreuses industries de pointe tel que l'aérospatial ou bien encore le médical. Ce qui témoigne d'une grande force tant en matière d'innovation que de performance et assure ainsi la pérennité de cette méthode de fabrication.