

FICHE 44

MICRO-FABRICATION

► DESCRIPTIF/DÉFINITION

Dans un monde, où l'on cherche à avoir des composants de plus en plus petits, la micro-fabrication et les techniques associées se développent énormément. Elle se caractérise par le fait de fabriquer des pièces de taille millimétrique à micrométrique issues des techniques destinées à l'horlogerie, la bijouterie, la mécanique et l'électronique. La micro-fabrication a permis d'aller vers la nano-fabrication désormais très utilisée dans l'industrie des semi-conducteurs.

Principales applications de ces technologies : la micro-fabrication représente un challenge technique et scientifique dans de nombreux domaines : électronique grand public, aéronautique (électronique de mesure embarquée, pression en cabine...), automobile, médical (chirurgie oculaire, échographie, *lab-on-chip*, implants, dispositifs médicaux), procédés industriels. Les métiers de l'horlogerie, la bijouterie, la mécanique et l'électronique sont de grands consommateurs historiques de ces technologies.

Principaux segments technologiques concernés : *desktop factory* (micro-usines de la taille d'un bureau), micro-assemblage, micro-décolletage, micro-fabrication multi-fonctions, micro-formage des tôles, micro-logistique et micro-transitique, micro-moulage par injection, micro-moulage multimatières, micro-poinçonnage, micro-plier et micro-emboutissage, micro-soudage laser, micro-usinage, micro-usinage chimique, nano et micro extrusion de films plastiques, micro-thermoformage, contrôle des épaisseurs de films multicouches nanométriques, contrôle des procédés et des pièces plastiques micro, nano-électroérosion.

ENJEUX (AVANTAGES)

Sur le plan économique

- La micro-fabrication répond aux besoins de miniaturisation, de compacité et d'allègement exprimés dans de nombreux marchés pour notamment ajouter des capteurs ou des actionneurs, augmenter l'intelligence de ces composants ou encore réduire l'encombrement total.
- La micro-fabrication permet d'augmenter les cadences de production grâce notamment aux techniques de formage de feuillards, de tôles ou de bandes très minces sur des pièces métalliques.
- Le faible coût d'une micromachine est un élément important, sa petite taille également, dès lors que l'usine se trouve sur une zone où le foncier est cher.

Sur le plan technologique

- À fonction équivalente, les microsystèmes apportent un gain en volume et en masse. Inversement, ils permettent de réaliser plus de fonctions dans le même volume.
- Faibles masses mises en jeu et développement de nouveaux modes d'actionnement (électrostatique par exemple).
- Proposer de nouveaux produits non réalisables par les techniques traditionnelles.
- Augmenter la robustesse par rapport aux pièces équivalentes macroscopiques par leur faible taille et par l'utilisation de matériaux proportionnellement beaucoup plus robustes (car monocristallins par exemple).

Sur le plan de la transformation de l'entreprise

- On observe une transformation/mutation de certains usiniers vers la micro-fabrication.
- Afin d'envisager un remplacement de l'usine dans la ville, celle-ci doit être peu polluante, faible consommatrice d'énergie et facilement reconfigurable.

FICHE 44

MICRO-FABRICATION

- La Chine devrait devenir un des marchés principaux spécialisés sur les micro-technologies dans ces prochaines années.
- Davantage de flexibilité sur les équipements de production.
- Développement de solutions de visualisation 3D pour la micro-fabrication de MEMS.
- Amélioration des performances des asservissements des machines de micro-usinage.

Sur le plan environnemental, sociétal

- Réduction de la consommation de matière et d'énergie grâce à la micro-fabrication. En effet, la micro-fabrication permet d'économiser les matières premières utilisées dans la fabrication de certaines pièces.
- Réduction de la consommation d'énergie dans la mesure où la consommation des microsystèmes est souvent inférieure à celle du système équivalent.

► LES CLÉS DE LA RÉUSSITE

Au niveau technologique

- Maîtrise de nouveaux outils permettant d'aller sur des secteurs variés : micro-outils de coupe, préhension de pièces micromécaniques, micro-usinage 5 axes, micro-soudage et micro-usinage laser, assemblage, montage, micro-décolletage, micro-moulage par injection, nano-électroérosion, machines de micro-fabrication multifonctions, micro-formages des tôles : micro-poinçonnage, micro-plier et micro-emboutissage.
- Utilisation croissante du laser comme outil de micro-fabrication (découpe, soudure, usinage, marquage, texturation).

Au niveau numérique

- Adaptation de logiciel de FAO et développement de solutions de CNC adaptés aux dimensions.

► MATURITÉ DE L'OFFRE

Au niveau des compétences à mobiliser, des connaissances et de la formation

- Outillage spécifique et main d'œuvre qualifiée pour la manipulation.
- Familiariser les opérateurs au fait de spécialiser les machines sur un faible nombre d'opérations plutôt que de disposer de machines encombrantes capables de tout faire.
- Maîtriser les phénomènes physiques à l'échelle micro ou nanométrique.
- Bonne connaissance des nombreuses techniques de micro-fabrication.

Les questions à se poser

- Rôle de la fabrication additive dans la fabrication de micro-composants.
- L'aspect un peu gadget des machines de desktop factory peut rebuter certains utilisateurs.
- Même si les technologies de l'ordre du micro sont connues, les risques industriels et sanitaires que pourraient engendrer les nanotechnologies sont encore mal évalués.
- Adaptation au changement d'échelle (en particulier, problématique de préhension des pièces ou impact sur la qualité de la pièce).

Émergent

Laboratoire

Prouvé

Mature

Fréquent

Pervasif