

# LA PRÉPARATION D'ÉCHANTILLONS MÉTALLOGRAPHIQUES

En analyse de défaillance ou en caractérisation des matériaux, il peut arriver un moment où les analyses non destructives ne sont pas suffisantes pour bien comprendre les phénomènes physiques ou métallurgiques. Il peut s'avérer nécessaire de bien visualiser les structures internes et les différentes interfaces pour estimer la qualité des produits. On doit alors se tourner vers des techniques destructives telle la préparation mécanique d'échantillons. Cette technique nous permettra de bien visualiser un défaut, de mieux comprendre une problématique ou d'effectuer un examen en métallographie.

Avec l'évolution constante des matériaux, la préparation mécanique des échantillons est devenue plus complexe et dans certain cas un art. Dans l'industrie de la microélectronique, les défis sont principalement causés par les combinaisons de matériaux avec des propriétés bien différentes dans un même échantillon.

En microélectronique, les principales étapes lors d'une préparation d'échantillon métallographique sont :

1. **La localisation de l'endroit d'intérêt** : Il n'est pas rare que nous cherchions à localiser un défaut qui est caché dans le module. Il est alors important de localiser la zone d'intérêt et cela peut se faire à l'aide de plans, d'images rayons X, de microscopie acoustique, de « probing » ...
2. **La préparation de l'échantillon pour la coupe.** : Généralement, nous devons procéder à un dégrossissage de la pièce pour mieux la travailler. Nous devons alors prendre toutes les précautions nécessaires afin que cette étape ne cause pas de dommages sur l'échantillon.
3. **L'enrobage** : L'échantillon sera monté dans une résine afin d'en faciliter les manipulations. Il existe diverses techniques d'enrobage, mais nous utilisons principalement une résine époxy.

4. **Le polissage grossier** : Cette étape est manuelle et sert à se rapprocher le plus possible de la zone d'intérêt. Le travail s'effectue sous forme d'étapes successives et pour chacune d'elles, il faut tenir compte des déformations possibles et tenter de les minimiser. L'avance se fait généralement à l'aide de papiers de carbure de silicium sur meule rotative.



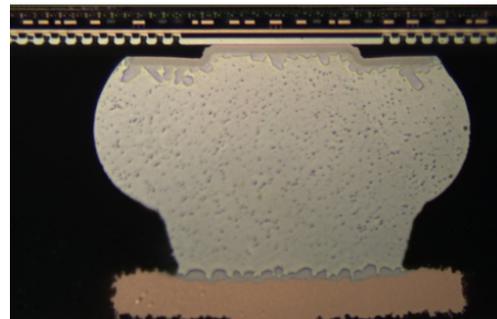
*Technique de polissage manuel*

5. **Le polissage final** : L'objectif du polissage final est d'enlever toutes déformations causées par le polissage grossier. Il s'agit aussi d'étapes successives qui s'effectuent sur différents tapis de polissage en mode automatique. Le diamant synthétique est généralement utilisé comme abrasif.



*Polisseuse automatique Tegramine de Struers*

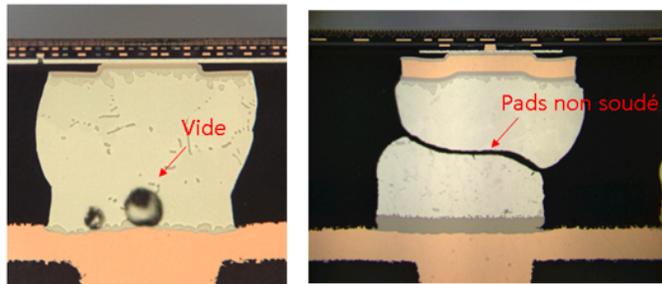
6. **L'observation** : Microscopie optique, SEM, etch chimique... Une fois le travail de préparation terminé, plusieurs techniques peuvent être utilisées afin de bien démontrer l'élément d'intérêt.



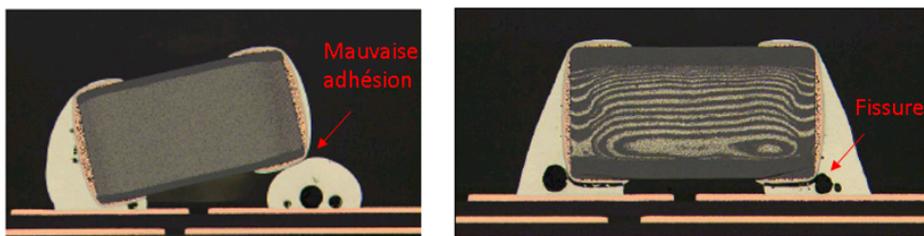
Le but ultime de la préparation est d'obtenir un échantillon qui correspond aux critères suivants:

- L'échantillon doit être sur un seul plan pour en faciliter l'observation.
- La surface doit être exempte de déformations et présenter ses éléments structurels les plus intacts possible.
- Aucun matériau étranger ne doit contaminer la surface de l'échantillon.

Il est primordial d'avoir conscience des impacts potentiels de chacune des étapes choisies, et ce, afin d'éviter de faire des observations erronées en fonction d'artéfacts causés par la préparation. Le choix des techniques de préparation doit être fait en connaissance des composantes de l'échantillon et peut varier selon ce que l'on cherche à mettre en évidence. Chacune de ces étapes vise à se rapprocher le plus possible de l'état initial de la composante une fois rendue à l'endroit visé.

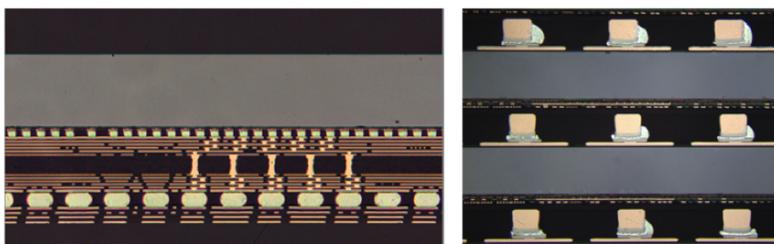


*Divers défauts observés dans un joint de soudure.*



*Divers défauts observés dans un condensateur*

Outre les méthodes utilisées, la partie la plus importante du travail de préparation en microélectronique consiste à se rendre dans un endroit très précis (le plus souvent dans l'ordre du micron) et ainsi, une bonne partie du travail repose sur la qualité de l'avance en mode manuel. Aucune machine sur le marché n'est capable d'aller chercher la même précision sur d'aussi grandes surfaces que ce que nous pouvons faire. Il est donc clair que cela requiert une excellente dextérité manuelle ainsi qu'une capacité de visualisation spatiale pour accomplir cette partie du travail. On peut alors compter sur la grande expérience des gens du C2MI.



*Module multi-couche : chaque couche est sur un même plan.*