

Projet MACAO

MACAO est un projet européen dans le cadre du programme Clean Sky Horizon 2020. Ce projet est une collaboration entre quatre partenaires : CNRS Strasbourg, INSA Toulouse, Tronico et In'Air Solutions.

MACAO a pour objectif la réalisation, à partir de techniques de microfabrication, de trois éléments constitutifs d'un analyseur de COVs, à savoir un préconcentrateur, une micro-colonne de chromatographie et une cellule de détection UV, qui seront couplés les uns aux autres.

On trouvera ci-après plus de détails sur le processus de fabrication de chaque élément.

1. Préconcentrateur

Le préconcentrateur, qui doit contenir un adsorbant, se compose de deux wafers, silicium-verre ou silicium-silicium, assemblés selon le schéma de la figure 1.

Travail à réaliser au LAAS

Le wafer 1 (partie basse) doit être un wafer en silicium double-face. Les dimensions du dispositif sont de 25 mm x 15 mm (l'épaisseur dépendra des wafers double-face).

Sur la face 1 du wafer 1, le design visible en Figure 2 doit être gravé anisotropiquement avec une profondeur de l'ordre de 200-300µm en utilisant la DRIE.

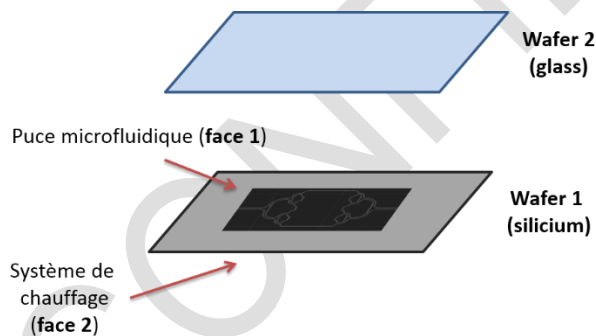


Figure 1. Schéma d'ensemble du préconcentrateur

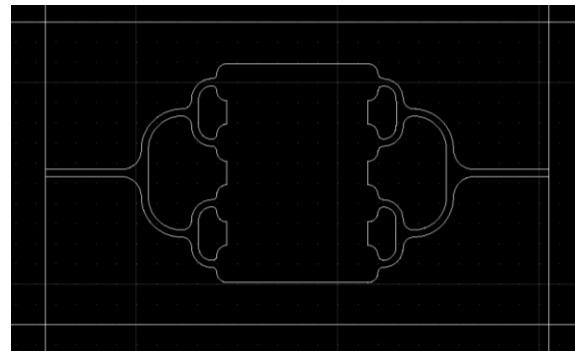


Figure 2. Motif gravé sur le wafer 1 par DRIE

Une fois le motif du préconcentrateur réalisé, on peut continuer de deux façons différentes :

- Le wafer 1 est uni par bonding anodique au wafer 2 pour obtenir un dispositif qui sera rempli d'adsorbant manuellement au laboratoire.
- Un dépôt d'un matériau faisant office d'adsorbant (par exemple un métal poreux ou du PDMS) est réalisé sur une partie des zones gravées (centre de la puce). Ensuite, le wafer 1 est uni par bonding anodique au wafer 2.

Travail à réaliser à Strasbourg

Sur la face 2, un système de chauffage est fabriqué par dépôt métallique de titane et d'argent sur un dépôt préalable de SiO_2 . Pour cela, une couche de SiO_2 jouant le rôle d'isolant électrique sera déposée sur la face 2 du wafer. Ensuite, les motifs choisis pour les éléments chauffants et les sondes de température seront transférés au wafer en utilisant la photolithographie suivi d'un dépôt métallique. Ces dépôts successifs de 100 nm d'épaisseur chacun seront en titane pour les résistances et en argent pour les connecteurs.

Une fois le système de chauffage fini, il sera finalement recouvert d'une fine couche isolant (SiO_2) qui protégera toutes les résistances excepté au niveau des connecteurs qui seront alimentés ensuite en 12 ou 24 V par soudure de fils électriques.

2. Microcolonne de séparation

De la même façon que pour le préconcentrateur, la microcolonne est composée de deux wafers silicium-verre ou silicium-silicium, assemblés entre eux comme le schématise la Figure 3. Les dimensions du dispositif sont 50 mm x 50 mm (l'épaisseur dépendra des wafers double-face disponibles).

Travail à réaliser au LAAS

Le wafer 1 (partie basse) doit être un wafer double-face en silicium.

Sur la face 1, le design visible en Figure 4 doit être gravé anisotropiquement avec une profondeur de l'ordre de 200-300µm en utilisant la DRIE.

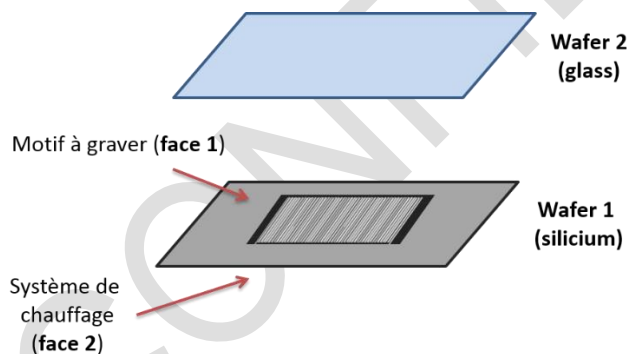


Figure 3. Schéma d'ensemble de la micro-colonne

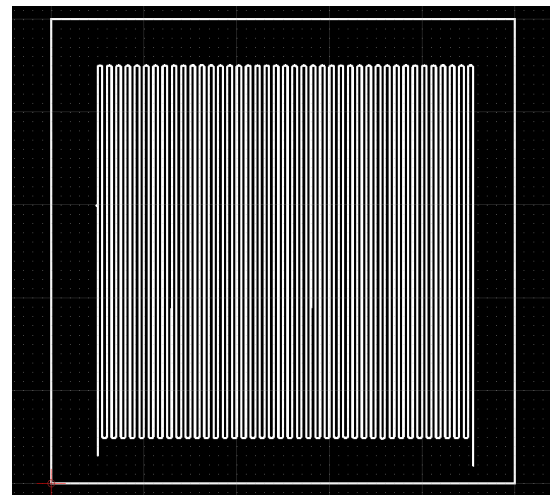


Figure 4. Motif gravé sur le wafer 1 par DRIE

Une fois le motif de la figure 4 réalisé par DRIE, on peut poursuivre de deux façons différentes :

- Le wafer 1 est uni par bonding anodique au wafer 2 pour obtenir un dispositif qui sera rempli d'adsorbant manuellement au laboratoire.
- Un dépôt d'un matériau faisant office d'adsorbant (par exemple un métal poreux ou du PDMS) est réalisé sur une partie des zones gravées (centre de la puce). Ensuite, le wafer 1 est uni par bonding anodique au wafer 2.

Travail à réaliser à Strasbourg

Sur la face 2, un système de chauffage est fabriqué par dépôt métallique de titane et d'argent sur un dépôt préalable de SiO_2 . Pour cela, une couche de SiO_2 jouant le rôle d'isolant électrique sera déposée sur la face 2 du wafer. Ensuite, les motifs choisis pour les éléments chauffants et les sondes de température seront transférés au wafer en utilisant la photolithographie suivi d'un dépôt métallique. Ces dépôts successifs de 100 nm d'épaisseur chacun seront en titane pour les résistances et en argent pour les connecteurs.

Une fois le système de chauffage fini, il sera finalement recouvert d'une fine couche isolant (SiO_2) qui protégera toutes les résistances excepté au niveau des connecteurs qui seront alimentés ensuite en 12 ou 24 V par soudure de fils électriques.

3. Cellule UV

La cellule UV est quant à elle composée idéalement de deux wafers en quartz assemblés par bonding. Les dimensions du dispositif sont de 50 mm x 15 mm (l'épaisseur dépendra des wafers disponibles mais il doit être de l'ordre de 5 mm environ).

Travail à réaliser au LAAS

Sur le wafer 1 (partie basse), deux canaux sont gravés avec une profondeur de 200-300µm environ. Ces canaux seront ultérieurement recouverts avec une fine couche d'aluminium de 50nm. Le wafer 1 doit permettre une transmission de la lumière à 254 nm. Dans le cas contraire, il faudra prévoir d'intégrer des fenêtres en quartz à chaque extrémité des canaux afin de servir de « fenêtres optiques ».

Sur le wafer 2 (partie haute), un dépôt d'aluminium de 50nm d'épaisseur sera effectué sur la partie qui recouvrira les canaux.

Les deux wafers seront ensuite alignés et assemblés pour former deux canaux de section carrée, recouverts d'un « coating » en aluminium sur leurs quatre parois.

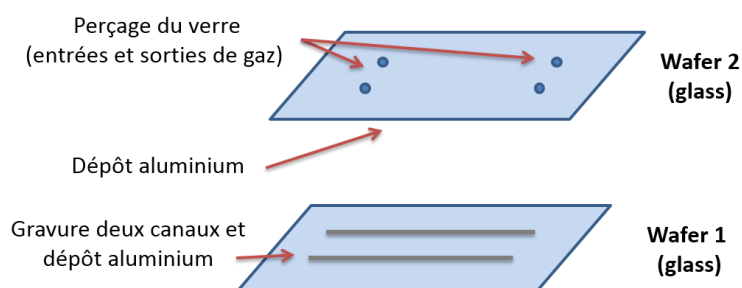


Figure 5. Schéma d'ensemble de la cellule de détection UV-visible

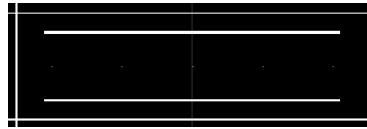


Figure 6. Motif gravé par DRIE dans un wafer en quartz

Pour terminer, voici quelques aspects dans lesquels on aura besoin de votre expertise :

Questions par rapport au préconcentrateur et à la micro-colonne :

- Quels sont le type de connectiques plus adéquats ? Nos idées sont faire une gravure d'un canal dans le silicium pour introduire un capillaire qu'on fixera avec une résine résistante à la température ou percer le verre et introduire un capillaire qui arrive au canal gravé.

Remarque : cette étape du processus n'a pas été décrit dans le document car c'est une étape encore à discuter

Questions concernant la cellule de détection :

- Quelle est la technique plus adaptée pour graver dans le quartz?
- A quelles valeurs de profondeurs on peut arriver en utilisant cette technique?