



HAL
open science

Mise au point d'un dépôt HMDS sur la plaque OBDUCAT QS V 200 BM

Séverine Vivies, Adrian Laborde, Julien Joneau, Laurent Mazonq, Hugues
Granier

► **To cite this version:**

Séverine Vivies, Adrian Laborde, Julien Joneau, Laurent Mazonq, Hugues Granier. Mise au point d'un dépôt HMDS sur la plaque OBDUCAT QS V 200 BM. [Rapport Technique] LAAS-CNRS. 2018. hal-02572420

HAL Id: hal-02572420

<https://hal.science/hal-02572420v1>

Submitted on 13 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Mise au point d'un dépôt HMDS sur la plaque OBDUCAT QS V 200 BM 200°C



THERMIE : Filière pour la conception et le développement de nouveaux nanomatériaux et nanostructures réactifs pour la fabrication d'initiateurs pyrotechniques sécurisés de nouvelles générations

Date : juillet 2018

Auteurs : S. VIVIES, A. LABORDE, J.
JONEAU, L. MAZENQ, H. GRANIER

Table des matières

Introduction.....	3
1 : Mise au point du procédé.....	4
1-1 Présentation du programme de dépôt d'HMDS.....	4
1-2 Plan d'expérience	5
1-3 Analyse des résultats	5
2 : Validation programme « HMDS standard »	6
3-1 Mesures de reproductibilité	6
3-2 Mesures de tenue dans le temps.....	6

Introduction

La réalisation de micro-pyrosystèmes demande des étapes de mise en forme des matériaux déposés notamment par voie PVD. Cette mise en forme se fait par des procédés de photolithographie eux-mêmes décomposés en diverses étapes. Parmi ces étapes l'enduction de résines photosensibles est essentielle. Afin d'obtenir une qualité et une reproductibilité du meilleur niveau cette opération d'enduction est précédée par un traitement de surface qui augmente l'adhérence de la résine. Ce rapport présente les résultats des études menées sur le système de dispense de HMDS dont la référence est Obducat QS V 200 BM 200°C

Avant de procéder au dépôt de la résine, la surface de la plaque de silicium est préalablement traitée pour améliorer l'adhérence de la résine. Ce traitement permet de prévenir les problèmes de pénétration du développeur à l'interface silicium/résine. Ainsi une fine couche d'oxyde de silicium est généralement présente en surface. Cet oxyde, fortement hydrophile, va alors attirer les molécules d'eau présentes dans l'air pour former des hydroxydes (Si-OH) en surface et rendre cette dernière fortement hydrophile et limiter l'adhérence pendant l'étape de développement. Un traitement avec de l'HMDS, abréviation d'hexméthylsilazane ((CH₃)₃Si-NH-Si(CH₃)₃), va permettre de remplacer les groupements hydrophiles de la surface par des groupements hydrophobes. Une partie des molécules d'HMDS va réagir avec la surface pour former des liaisons du type Résine-O-Si avec le substrat.

Pour la mise au point du procédé,

- le plasma de pré-nettoyage a été réalisé au DIENER plasma O2,
- la mesure de l'angle de contact a été réalisée au DIGIDROP.

1 : Mise au point du procédé

Pour avoir une bonne adhérence de la résine photosensible, l'angle de contact doit être compris entre 45° et 65° avec un optimum à 60° . Le but de ces essais est donc d'obtenir un dépôt HMDS avec un angle de contact proche de 60° .

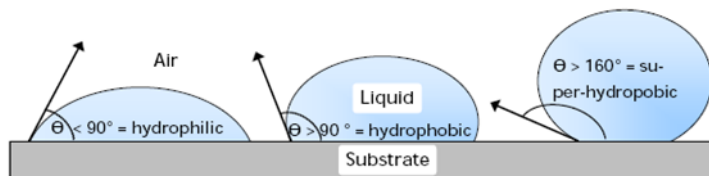


Fig. 1 : L'angle de contact est l'angle entre le substrat et la tangente de la goutte d'eau posée sur le substrat.

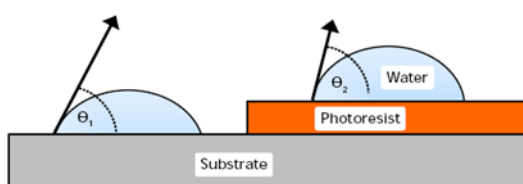


Fig. 2 : L'angle de contact peut être mesuré sur un substrat vierge ou un substrat enduit avec de la résine.

L'angle de contact est conforme quand :

$$45 < \theta_1 \text{ et } \theta_2 < 65^\circ$$

1-1 Présentation du programme de dépôt d'HMDS

Le programme de dépôt sur la plaque OBUDUCAT se décompose en 4 paliers :

- 1^{er} palier : réalisation du vide dans l'enceinte. L'équipement a un temps donné pour arriver à la pression désirée (actions sur la pression et le temps).
- 2^{ème} palier : L'équipement se met à la pression de travail dans un temps défini. La pression du palier 1 et du palier 2 peut être différente (actions sur pression et le temps).
- 3^{ème} palier : dépôt d'HMDS (action sur le temps).
- 4^{ème} palier : purge avant ouverture.

Cet équipement est « une plaque chauffante » ; les dépôts d'HMDS peuvent être réalisés à chaud (action sur la température).

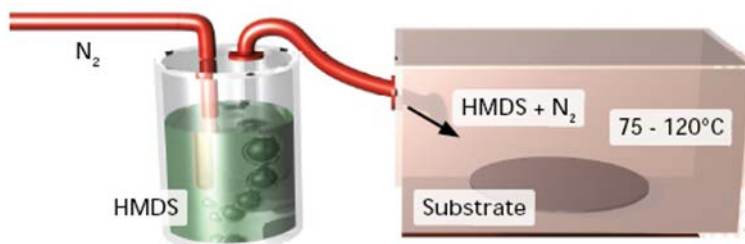


Fig. 3 : La solution d'HMDS est appliquée sur les substrats chauds en phase gazeuse via un bulleur.

1-2 Plan d'expérience

Les paramètres dans le programme pouvant avoir une influence sur le dépôt HMDS sont :

- la température de la plaque
- la pression dans l'enceinte pendant le dépôt
- la durée du dépôt HMDS

Pour le plan d'expérience, ce sont ces paramètres qui vont être modifiés et leurs valeurs seront :

- Tps : durée du dépôt HMDS : 15s et 60s
- T : température de la plaque : 90°C et 120°C
- P : pression de l'enceinte pendant le dépôt : -350mBar et -600mBar

Le plan d'expérience mis en place est présenté dans le tableau 1.

Programme	Tps	T	P
Prog 1	15	90	-600
Prog 2	15	120	-350
Prog 3	60	90	-350
Prog 4	60	120	-600

Tableau 1 : Plan d'expérience

Chaque programme va être réalisé sur un wafer de silicium vierge ayant subi un plasma O₂ de pré-nettoyage de 5 minutes à 800W. A la fin du dépôt HMDS, une mesure de l'angle de contact sera réalisée.

1-3 Analyse des résultats

Une mesure d'angle de contact a été réalisée sur un wafer vierge (sans aucun traitement, seulement un plasma de 5 minutes à 800W), celui-ci était de 19.5°.

Les résultats des mesures de l'angle de contact réalisées après chaque programme du plan d'expérience sont regroupés dans le tableau 2.

Programme	Wafer	Angle de contact (°)
Prog 1	SiP 261	59.8
Prog 2	SiP 265	61.8
Prog 3	SiP 272	67.6
Prog 4	SiP 269	64

Tableau 2 : Mesures angle de contact – Plan d'expérience

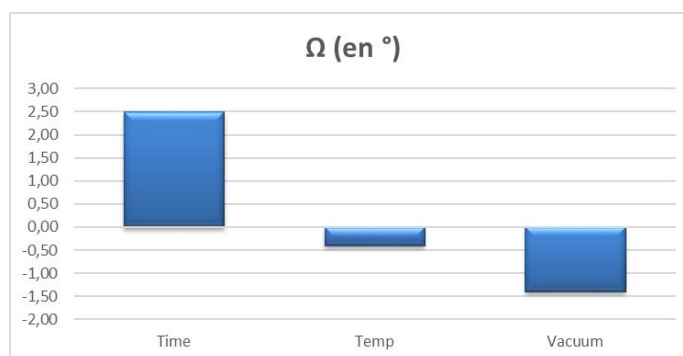


Fig. 4 : Analyse des paramètres sur l'angle de contact

Après analyse du plan d'expérience (Fig.4), nous observons que le temps de dépôt d'HMDS est le paramètre le plus influent sur l'angle de contact (2.5). La valeur du vide (-1.4) modifie également l'angle alors que la température a peu d'impact (-0.4).

D'après les mesures des angles de contact et le plan d'expérience, pour avoir un angle de contact de 60°, les paramètres du programme sont :

Tps=25s, T=120°C et P=-600mBar.

Ce programme sera appelé « **HMDS standard** »

2 : Validation programme « HMDS standard »

3-1 Mesures de reproductibilité

Un dépôt HMDS a été réalisé sur 4 wafers en silicium ayant subi un plasma O₂ de 5 minutes à 800W en suivant le programme « HMDS standard ». A la suite du dépôt, les mesures de l'angle de contact ont été réalisées. Les résultats se trouvent ci-dessous.

Wafer SiP267: angle contact 63.8°

Wafer SiP268: angle contact 58°

Wafer SiP273: angle contact 59.5°

Wafer SiP275: angle contact 60°

Ces mesures montrent une variabilité de $\pm 4.3\%$ autour de la valeur moyenne de l'angle qui est de 60.3°. Cette valeur inférieure à 5% est tout à fait acceptable.

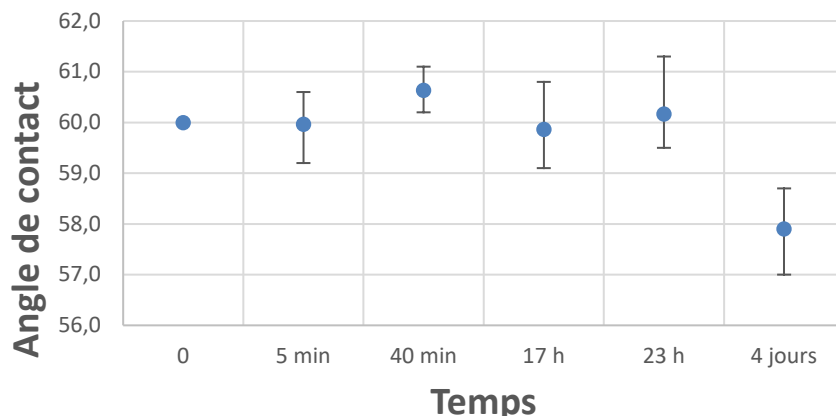
3-2 Mesures de tenue dans le temps

3-2-1 : Détermination du délai maximum entre le traitement HMDS et le dépôt de la résine

Le dépôt HMDS a été réalisé sur le wafer en silicium SiP275 en suivant le programme « HMDS standard ». Des mesures d'angle de contact ont été réalisées à différents intervalles de temps. Ces mesures ont pour but de suivre l'évolution d'un même dépôt afin de déterminer le temps maximum d'attente entre le traitement HMDS et le dépôt de la résine. Les résultats des mesures sont regroupés dans le tableau 3.

Temps	Angle de contact (°)		
	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3
t=0	60	-	-
t=5 min	60.6	59.2	60.1
t=40 min	60.2	61.1	60.6
T=17 h	60.8	59.7	59.1
T=23 h	59.5	59.7	61.3
T=4 jours	58	58.7	57

Tableau 3 : Mesures angle de contact sur un même dépôt



Graph 1 : Evolution de l'angle de contact sur un même dépôt

Au vu des résultats, pour avoir une bonne adhérence de la résine, celle-ci doit être déposée dans la journée qui suit le dépôt HMDS.

3-2-2 : Etude du vieillissement de la solution d'HMDS

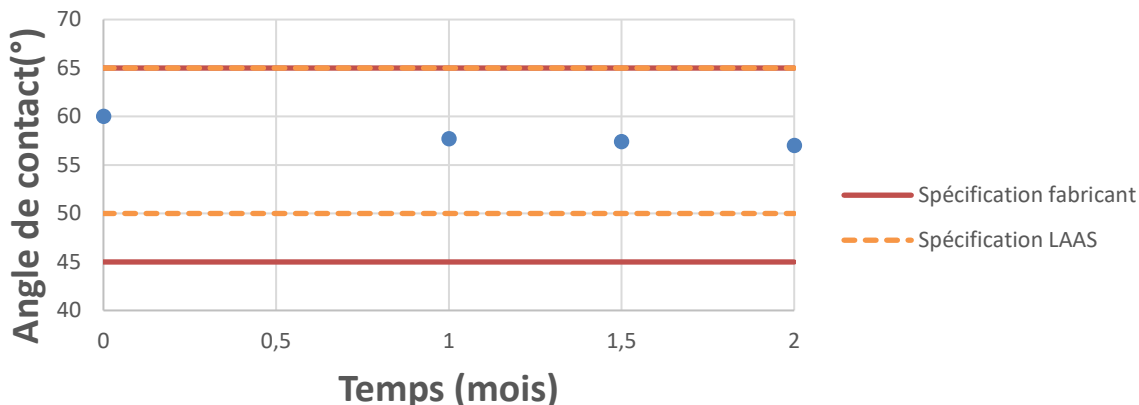
La solution d'HMDS évolue en fonction du temps. Pour avoir une bonne adhérence de la résine photosensible, l'angle de contact doit être compris entre 45° et 65° avec un optimum à 60°. Afin de suivre son vieillissement, un dépôt a été réalisé sur différents wafers en silicium à intervalle régulier. A la suite des dépôts, l'angle de contact a été mesuré. Les résultats sont regroupés dans le tableau 4.

Temps	Angle de contact (°)
t = 0	60
t = 1 mois	57.7
t = 1.5 mois	57.4
t = 2 mois	57

Tableau 4 : Mesures angle de contact – Tenue dans le temps

L'évolution de la solution d'HMDS dans le temps se traduit par une baisse d'environ 4% sur l'angle de contact en 1 mois.

Pour éviter une éventuelle dérive, la solution d'HMDS sera changée si la mesure de l'angle de contact est en dehors de la plage de tolérance 50° - 65°. Des mesures supplémentaires de tenue dans le temps sont en cours de réalisation pour établir le moment où l'angle de contact est inférieur à 50° afin d'établir le moment où la solution doit être changée.



Graph 2 : Evolution de l'angle de contact avec le vieillissement de la solution