

INFLUENCE DU MODE DE DECHARGE PLASMA SUR LES PROPRIETES OPTIQUES ET PASSIVANTES DU $\text{SiN}_x\text{:H}$ DEPOSE PAR PECVD A PRESSION ATMOSPHERIQUE

Rémy Bazinette^{a,b}, Jean-François Lelièvre^a, Françoise Massines^a

^a PROMES CNRS, UPR 852, Tecnosud, Rambla de la thermodynamique, 66100 Perpignan, France

^b Université de Pau et des Pays de l'Adour, SIAME, Bâtiment des Sciences, BP 1155, 64013 PAU Cedex, France

Contact e-mail : jean-francois.lelievre@promes.cnrs.fr

RÉSUMÉ

Le coût des cellules solaires industrielles en silicium pourrait être grandement réduit par le développement et la mise en place d'un réacteur de dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma fonctionnant à la pression atmosphérique (PA-PECVD) pour le dépôt de la couche antireflets en nitrure de silicium hydrogéné ($\text{SiN}_x\text{:H}$). Afin d'optimiser un tel équipement sans système de pompage, une profonde compréhension du mode de décharge plasma doit être entreprise. Ce travail se concentre sur le contrôle d'une large gamme de conditions d'excitation du plasma (fréquence, puissance, modulation...) afin d'obtenir des décharges à barrière diélectrique (DBD) homogènes à la pression atmosphérique, et réaliser ainsi des couches de SiN denses et uniformes. Les différentes sources plasma vont de la décharge lumineuse (GlowDBD - $f < 200\text{kHz}$) jusqu'au plasma radiofréquence (RFDBD - $f > 3\text{MHz}$), conduisant à différentes densités de puissance de décharge (voir Figure 1-a). En outre, une source nano-impulsionnelle répétitive (NRP-DBD) a été testée en parallèle, produisant des impulsions de haute tension pendant des temps très courts (5ns à 50ns) avec des fréquences de répétition allant de 1 à 30kHz. Les décharges NRP-DBD et RF-DBD permettent d'atteindre des densités de puissance plus élevées, ce qui est corrélé à une vitesse de dépôt plus importante (jusqu'à $80\text{ nm}\cdot\text{min}^{-1}$ - voir Figure 1-b). Quelles que soient les conditions d'excitation plasma, des couches minces de SiN denses et homogènes sont obtenues, et leurs propriétés optiques et passivantes sont subséquemment optimisées. De bonnes propriétés optiques sont obtenues dans tous les cas sur des substrats de silicium polis. Sur des substrats texturés, une conformité de dépôt acceptable est atteinte avec la source nano-impulsionnelle répétitive (NRP-DBD) et avec une décharge lumineuse modulée avec un court cycle d'application (GDBD 200kHz ; $t_{\text{on}}/(t_{\text{on}}+t_{\text{off}})=30\%$). Ces mêmes conditions d'excitation conduisent aux meilleurs résultats de passivation de surface, équivalents aux procédés PECVD à basse pression. Ces résultats montrent que le challenge de déposer des couches minces de SiN denses et uniformes par plasma à pression atmosphérique peut être résolu en optimisant le mode de décharge plasma et en trouvant l'équilibre entre dissociation des radicaux et réaction de surface.

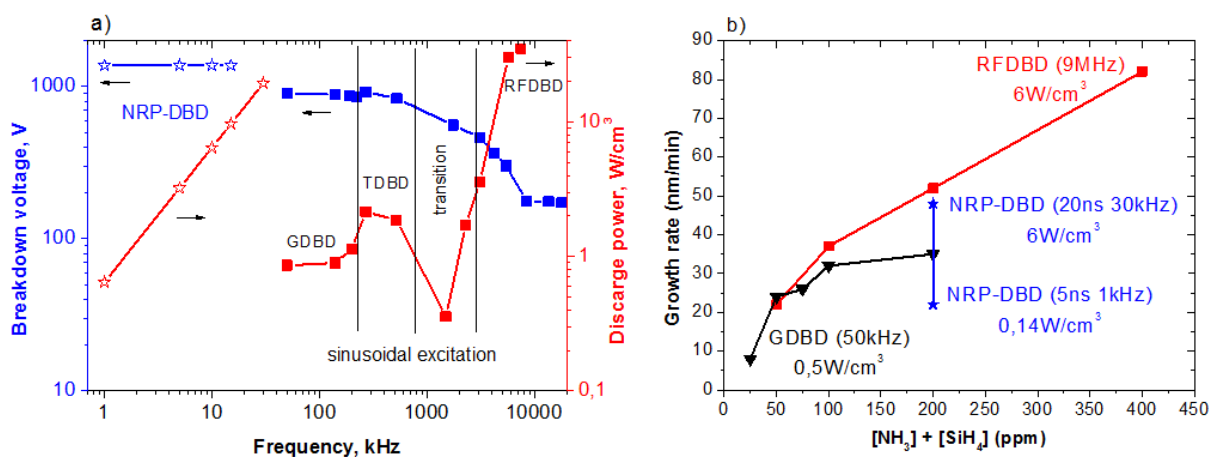


Figure 1: (a) Tension de claquage et densité de puissance maximale en fonction de la fréquence de dépôt PA-PECVD. (b) Vitesse de dépôt du SiN en fonction de la concentration totale de précurseurs avec $R=[\text{NH}_3]/[\text{SiH}_4]=2$ pour différents modes de décharge PA-PECVD.

Mots Clés : nitrure de silicium; couche antireflets et passivante; décharges plasma à pression atmosphérique; décharge à barrière diélectrique (DBD)