

Décharge à Barrière Diélectrique : vers un contrôle actif de l'injection de l'énergie

Le contrôle de l'injection d'énergie est un point crucial pour le développement d'un procédé de dépôt de couches minces. En effet, l'énergie de la décharge permettra de dissocier le ou les précurseurs et conduira à la formation d'un dépôt en surface du substrat. Dans le cas d'une décharge filamentaire, l'injection d'énergie est temporellement et spatialement très localisée. En effet, la durée d'une micro-décharge est d'environ 10 ns et le diamètre est d'environ 100 μm . La forte densité électronique (10^{14}cm^{-3}) dans la micro-décharge conduit à une forte dissociation du précurseur et à la formation d'une grande quantité de radicaux. Ceci conduit à la formation de traînées visibles sur le substrat qui sont liées à l'écoulement ainsi qu'à la formation d'un dépôt souvent « poudreux » (Figure 1). Au contraire, avec une décharge homogène l'injection d'énergie se fait sur la totalité de l'électrode et sur un temps plus long (typiquement qq 100 μs). Ceci conduit à une dissociation du précurseur plus lente et à la formation d'un dépôt plus dense et plus homogène (Figure 1).

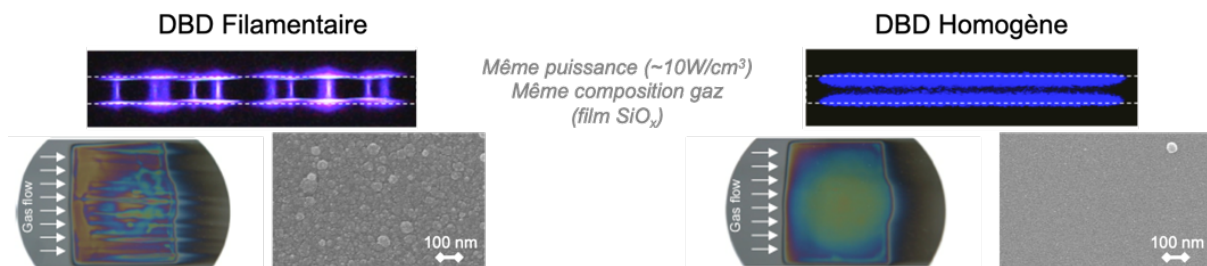


Figure 1: Comparaison décharge filamentaire vs décharge homogène pour le dépôt de couches minces

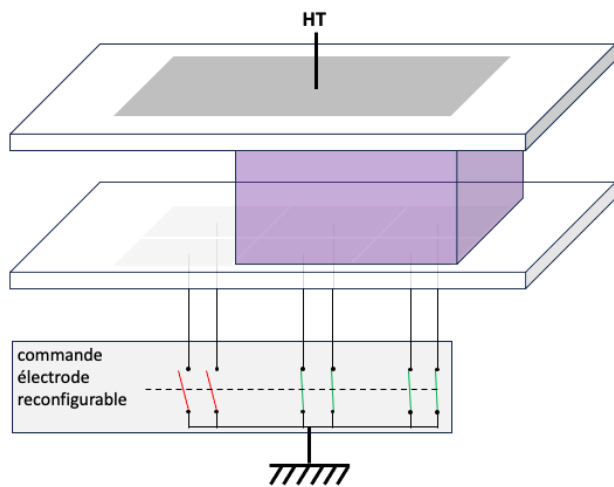


Figure 2: Principe de l'électrode reconfigurable

Le contrôle local de l'injection d'énergie dans une décharge à barrière diélectrique (DBD) constitue un défi majeur pour le développement de procédés de dépôt. Cela nécessite une compréhension approfondie des mécanismes à l'origine de la transition vers un régime filamentaire. Des travaux antérieurs, portant sur le développement d'une alimentation en courant optimisant le transfert de puissance et d'un diagnostic électrique innovant à résolution spatiale, ouvrent la voie à un nouveau type de DBD.

L'objectif est de concevoir une DBD composée de plusieurs zones alimentées de manière indépendante, afin de maîtriser la répartition spatiale de l'énergie dans la décharge.

Un premier volet de cette thèse consistera en la mise en œuvre et l'exploitation d'une électrode reconfigurable, dont les zones pourront être alimentées séparément ou simultanément, selon les besoins du procédé. Un second volet visera à alimenter ces zones non plus par une seule source, mais par deux types d'alimentation distincts (source de courant, de tension, pulsée, etc.). Cela permettra de préioniser ou de générer des espèces réactives dans une zone, puis de les utiliser dans une zone adjacente, une fois transportées par un flux de gaz.

Ces deux approches permettront, dans un premier temps, de mieux comprendre les mécanismes physiques en jeu, grâce à des caractérisations électriques et/ou optiques de la décharge.

Outre les défis scientifiques associés à la caractérisation de la décharge et à la compréhension des mécanismes physiques, il s'agira également de relever des défis technologiques. En effet, il faudra réaliser une électrode fractionnée avec une résolution spatiale la plus élevée possible, et mettre en place

un système de commutation avec sa commande afin de connecter ou non les différentes zones. Les travaux s'appuieront sur les moyens humains et techniques des plateformes du laboratoire, en collaboration avec d'autres groupes de recherche.

Compétences : goût pour le travail expérimental et les sujets pluridisciplinaires, compétences en électronique de puissance, des compétences en physique des plasmas constituent un atout.

Encadrement : N. Naudé – naude@laplace.univ-tlse.fr et A. Belinger – belinger@laplace.univ-tlse.fr