

Copolymères à blocs pour la nanolithographie.

Christophe NAVARRO

Expert Scientifique

Directeur du programme nanomatériaux organiques pour l'électronique, ARKEMA

La lithographie est la technologie d'impression au cœur de l'industrie des semi-conducteurs. L'amélioration des performances des dispositifs ainsi que le modèle économique de cette industrie reposent sur la miniaturisation des composants. Selon un principe énoncé par G. Moore, la réduction des dimensions de la grille des transistors d'un facteur 2 tous les 18 mois, permet, génération après génération, d'augmenter les performances en augmentant le nombre de transistors par circuits, de réduire leur consommation d'énergie tout en réduisant les coûts de fabrication par fonction.

Jusqu'à ce jour, cette réduction d'échelle a été obtenue par des améliorations continues de la lithographie optique, notamment grâce à l'augmentation de l'ouverture numérique, la diminution de la longueur d'onde et l'amélioration des outils de conception. L'introduction d'étapes de procédé supplémentaires tels que la multiplication des expositions a permis d'augmenter la densité et la résolution des motifs au-delà des limites théoriques au détriment de la complexité et du coût d'intégration.

Cette stratégie reste dominante, comme en témoignent les efforts déployés par l'industrie pour le développement de la lithographie Extrême UltraViolet (EUV). Toutefois, face aux défis techniques liés au développement de sources lumineuses efficaces et stables et au développement de résines sensibles à cette longueur d'onde, la technologie EUV a été retardée. Même si les dernières percées sont prometteuses et que plusieurs acteurs clés ont annoncé qu'ils introduiront l'EUV au nœud 7 ou 5 nm, la technologie sera très/trop coûteuse et son application limitée. À partir de ces générations, le coût par transistor augmente à nouveau, mettant en danger le modèle économique.

Un saut technologique devient nécessaire et c'est dans ce contexte que s'inscrit le développement de la lithographie DSA par auto-assemblage dirigé de copolymères à blocs. Il s'agit non plus d'imprimer un motif sur une résine photosensible par photolithographie mais d'obtenir ce dernier par nanostructuration même de la résine. Le motif est maintenant contenu dans le matériau. La composition du copolymère définit le type de motifs (des lignes, des cylindres,...), la longueur des chaînes polymériques définit les dimensions critiques.

A travers l'exemple de la lithographie DSA, nous illustrerons donc comment la structure nanométrique des polymères, lorsqu'elle est bien contrôlée, participe à la fabrication de nano-composants.

Mots Clés : Copolymères à blocs, Nanolithographie, DSA: Directed Self Assembly, Microélectronique, EUV : Extrême UltraViolet