

Virgil Guillon

Développement des dépôts de condensateurs MIM en couches minces par ALD

Résumé en français :

L'objectif de ce travail de thèse est de développer un matériau diélectrique pour réaliser des condensateurs MIM, pour Métal – Isolant – Métal, de découplage et à haute densité de charge. Ceux-ci sont par exemple utilisés pour atténuer les fluctuations des tensions des alimentations continues, essentielles au bon fonctionnement de composant tel que les microprocesseurs.

En microélectronique, ces hautes densités de charge doivent être atteintes avec un encombrement réduit. Ainsi, ceux-ci sont actuellement réalisés dans des structures en haut facteur d'aspect, et non plus plane, afin de maximiser la surface disponible par rapport à cet encombrement. Cependant, les limites des matériaux utilisés pour les réaliser, comme le Si_3N_4 , tant par ces performances électriques que par sa technique de dépôt associée, la LPCVD, semblent atteintes. Ainsi, il est nécessaire de les remplacer afin d'augmenter la densité des condensateurs et ainsi poursuivre les efforts de miniaturisation.

Des oxydes présentant de plus hautes permittivités (Al_2O_3 , ZrO_2 etc...) peuvent être réalisés afin d'augmenter la capacité de ces condensateurs. Cependant, il est nécessaire d'utiliser des procédés de dépôts conformes dans les structures haut facteur d'aspect. Le procédé ALD, pour *Atomic Layer Deposition*, fut nouvellement introduit dans les centres de production de l'industrie microélectronique. Il permet de réaliser des dépôts très conformes, avec un contrôle sub-nanométrique en épaisseur et de réaliser des structures complexes de multiples oxydes.

Ce manuscrit présente ainsi le développement d'un matériau diélectrique avec une constante diélectrique accrue, déposé de façon conforme par ALD dans des structures à haut facteur d'aspect afin de réaliser des condensateurs avec un comportement électrique approprié aux applications de découplage.

Mots clés : Condensateur, ALD, MIM, Couche mince

Summary:

The aim of this thesis work is to develop a dielectric material to produce MIM (Metal – Insulator – Metal) decoupling capacitors with high charge density. These are used, for example, to attenuate fluctuations in DC power supply voltages, essential for the proper operation of components such as microprocessors.

In microelectronics, these high charge densities (Al_2O_3 , ZrO_2 etc...) must be achieved in a small footprint. As a result, they are now produced in high aspect ratio structures, rather than flat ones, to maximize the available surface area in relation to the available space. However, the limits of the materials used to produce them, such as Si_3N_4 , both in terms of its electrical performance and its associated deposition technique, LPCVD, seems to have been reached. As a result, it is necessary to replace them to increase capacitor density and thus continue miniaturization efforts.

Oxides with higher permittivity can be developed to increase the capacitance of these capacitors. However, it is necessary to use conformal deposition processes in high aspect ratio structures. The ALD process, for Atomic Layer Deposition, has recently been introduced to production centers in the microelectronics industry. It enables highly conformal deposition, with sub-nanometric thickness control, and the creation of complex structures of multiple oxides.

This manuscript thus presents the development of a dielectric material with enhanced dielectric constant, conformally deposited by ALD in high aspect factor structures to realize capacitors with electrical behavior suitable for decoupling applications.

Keywords: Capacitor, ALD, MIM, Thin film