

RESUME:

Ce travail concerne l'étude d'un réacteur plasma basse pression R.F. utilisé pour le dépôt, à partir d'un mélange argon – oxygène – tétraméthylétain, de couches minces d'oxyde d'étain aux propriétés physico-chimiques, optiques et électriques contrôlées. L'étude de la phase plasma à l'aide d'une modélisation cinétique, réactionnelle et énergétique et par spectroscopie d'émission souligne le caractère hors équilibre de la décharge (température électronique: 4 eV, température de vibration: $N_2(C)$ [3500 K] et $N_2(X)$ [900K] et température de rotation: OH de 350 K). D'autre part, la spectrométrie de masse montre dans les conditions optimales de dépôt, la forte décomposition de précurseur organométallique (>90%) donnant lieu à la formation d'espèces carbonées et hydrocarbonées. Le fort pouvoir oxydant de la décharge conduit à la formation d'espèces oxydées de type CO, CO₂, H₂O, C_xH_yO_z. Nous obtenons ainsi des couches exemptes de carbone ayant une forte conductivité électrique ($90 \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$). L'étude de la synthèse de composés mixtes SnO₂-fluor montre qu'une incorporation trop importante de fluor (sous forme de SF₆) engendre une dégradation des propriétés physico-chimiques de la couche par des processus de gravure et de fonctionnalisation du film avec création de liaisons Sn-F. Cependant, un dopage des couches est obtenu caractérisé par l'augmentation de la conductivité électrique ($125 \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) dans le cas de très faibles teneurs de SF₆. Les composés mixtes SnO₂-antimoine sont des couches d'oxyde d'étain contenant des îlots métalliques d'antimoine obtenus par pulvérisation d'une cathode d'antimoine. L'augmentation du pourcentage d'oxygène dans la décharge engendre la chute de la pulvérisation mais favorise l'oxydation du film conduisant à des couches exemptes de carbone.

Mots clefs: Plasma basse pression, PACVD, oxyde d'étain, couches minces, conductivité électrique, spectroscopie d'émission, spectrométrie de masse, fluor, antimoine, dopage, modélisation.

SUMMARY:

This work concerns the study of a low pressure R.F. plasma reactor used argon–oxygen–tetramethyltin mixture for the deposition of thin tin oxide layers with controlled physico - chemical, optical and electrical properties. The study of phase plasma carried out by a kinetic, reactional and energetic modeling and by optical emission spectroscopy permit to underline the non equilibrium character of the discharge (electronic temperature: 4 eV, $N_2(C)$ and $N_2(X)$ vibrational temperature: (3500 and 900 K) and OH rotational temperature: 350 K). On the other hand, the mass spectrometry study showed the strong decomposition of the organometallic precursor (>90%) leading to the formation of carbon and hydrocarbon species. The oxidizing character of the discharge gives rise to the formation of oxidized species such as CO, CO₂, H₂O and C_xH_yO_z. The carbon free deposited layers showed a strong electric conductivity ($90 \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$). The study of the mixed SnO₂ - Fluorine compound showed that a high incorporation of fluorine (introduced in the discharge by the precursor SF₆) generates a deterioration of the physico - chemical properties of the layer by sputtering and fonctionalisation processes with creation of Sn-F bonds. For very weak contents of SF₆, the increase of the electric conductivity ($125 \Omega^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$) showed the doping effect of fluorine on SnO₂ films. Mixed SnO₂ - Antimony compounds composed by tin oxide layers containing metallic clusters of antimony obtained by the pulverization of an antimony cathode. The increase of the oxygen percentage induced a fall of the sputtering mechanisms but increased the oxidization of the film and the carbon elimination.

Keys words: Low pressure plasma, PACVD, tin oxide, thin layers, electrical conductivity, optical emission spectroscopy, mass spectrometry, fluorine, antimony, doping, modeling,.