

Elaboration et caractérisation des couches minces d'oxyde de zinc (ZnO) pur et dopés au plomb (Pb).

Les oxydes semi-conducteurs en couche mince envahissent de plus en plus le monde en raison de l'extraordinaire apport qu'ils procurent et la possibilité d'utiliser des matériaux en dimensionnalités nanométriques dont l'intérêt majeur réside dans la modification de leurs propriétés d'origine par des effets de confinement quantique. Dans ce contexte, une recherche vaste a été développée pour l'utilisation de semi-conducteurs de taille nanométrique. Sous forme de couches minces, ces derniers ont permis l'intégration de milliers de composants conduisant ainsi à la miniaturisation des dispositifs utilisés dans des applications technologiques tel que les diodes électroluminescentes, les dispositifs laser, et les cellules photovoltaïques

Parmi ces oxydes, l'oxyde de zinc (ZnO) est largement utilisé dans diverses applications. C'est un composé chimique dont la structure cristalline est hexagonale (Wurtzite). Il a une bande interdite directe de 3,37eV à température ambiante et une énergie de liaison de l'exciton libre de l'ordre de 60 meV. Il a également une conductivité élevée, résultant de la présence de sites vacants d'oxygène et d'excès du Zn en interstitiel, et une transmission élevée (transparence élevée) dans la région du visible proche infrarouge.

Dans ce travail, nous avons élaboré, par la méthode sol-gel, des couches minces d'oxyde de zinc (ZnO) dopé au plomb (Pb) avec différents rapports de masse (10%, 5%, 2%, 1%, 0,5%, 0%) sur des lames de verre en utilisant la technique de dépôt appelée dip-coating.

Cette recherche vise à étudier l'effet du taux de dopage au plomb (Pb) sur la modification des propriétés structurales, morphologiques et optiques des films d'oxyde de zinc (ZnO).

L'élaboration, donc, d'une couche mince est une étape très importante et délicate, elle consiste dans notre cas à une succession d'étapes qui résultent à la formation du ZnO en couches minces. Les méthodes utilisées imposent la préparation d'une solution dite précurseur, à la déposer par une technique de dépôt appropriée sur un substrat adéquat et

préalablement choisi et nettoyer, enfin à appliquer des traitements thermiques pour cristalliser la couche et former le ZnO. La solution est préparée par dissolution de 0.7 g d'acétate de Zinc dans 30 ml de 2-méthoxyethanol. La solution obtenue est sous agitation magnétique à 60°. La solution obtenue est de couleur blanche. On ajoute 6 ml de monoethanolamine pour quelle devienne transparente. Après on la laisse au repos pendant 24 h. les couches de ZnO pures et dopées au Pb sont déposées par la technique de dip coating avec une vitesse de tirage de 10 mm/h. Les couches obtenues subissent un recuit d'une heure à 500°C. Ensuite, ces couches sont caractérisées structurellement (par DRX, FTIR et Raman), morphologiquement (par AFM et MEB) et optiquement (par spectroscopie UV-visible et photoluminescence)

La caractérisation structurale a permis de confirmer la formation du ZnO de structure hexagonale (wurtzite) et l'introduction du plomb dans la couche de ZnO. Donc, les diffractogrammes des rayons sur les couches minces de ZnO pures et dopées au plomb ont montré que ces couches sont tous polycristalline et qui présentent une orientation préférentielle selon le plan (002). La taille des cristallites formant ces couches a été estimée en utilisant la formule de Scherrer. Il se trouve que ces tailles sont nanométriques.

Les spectres FTIR et Raman des couches minces de ZnO pures et dopées au plomb ont confirmé la formation de ZnO et l'introduction du plomb dans le ZnO.

Les images MEB montrent que les surfaces sont denses. Les cristallites ont une forme sphérique et que leurs tailles sont nanométrique. L'énergie dispersive X a confirmé la formations des couches minces de ZnO et que le plomb les couches

Les images AFM indiquent que les couches pures et dopées au plomb sont de structure granulaire. Ces images montrent aussi que ces couches présentent une diminution de la rugosité de la surface (RMS) avec l'augmentation du taux de dopage (de 12,39 à 3,33 nm). On remarque aussi que la taille des particules est nanométrique.

Les spectres UV-visible montrent que les couches sont transparente dans le domaine du visible et présente une forte absorption dans le proche ultra violet avec l'apparition d'une large bande d'absorption centrée autour de 3.5 eV.

L'élargissement de la bande peut s'expliquer par la présence d'une dispersion de tailles des cristallites de ZnO à l'intérieur des couches.

Le gap optique déterminé par la méthode de Tauc. On remarque que le gap augmente avec l'augmentation du taux de dopage. Cela signifie que le dopage du ZnO par le plomb retarde la croissance du semiconducteur. Contrairement à l'augmentation du gap optique, la queue d'Urbach diminuent avec l'augmentation du taux de dopage au plomb.

Les spectres de photoluminescence des couches minces de ZnO pures et dopées au plomb présentent le même allure. On observe sur ces spectres deux bandes d'émission. L'une située autour de 2.88 eV (430 nm) pour toutes les couches. Alors que la seconde bande, elle située autour de 1.95 eV (635 nm) à l'exception de la couche de ZnO dopé 10% Pb où la bande se trouve à 1.8 eV (688 nm). L'émission violette est due à la transition bande à bande alors que la rouge est due aux centres profonds.