الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليـم العالـي والبحـث العلمـي

Sétif 1 University- Ferhat ABBAS
Faculty of Sciences
Department of Chemistry

Faculty of Sciences

MEMOIRE DE MASTER

DOMAINE : Chimie

FILIERE : Chimie fondamentale

SPECIALITE : Chimie Physique

Thème

Etude et caractérisation des nanostructures sur électrode d'ITO

Présenté Par : Djerboua Lidia **Encadré Par : Hamza Djamel Eddine**

Bouhafs Azdihar

Jury de Soutenance

Président : Madkour Youcef	**MCA**	**UFA, SETIF 1**
Encadreur : Hamza Djamel Eddine	**MCA**	**UFA, SETIF 1**
Examinateur 1: Kaboub Lakhmissi	**Prof**	**UFA, SETIF 1**

Promotion :2023/2024

Résume

Notre travail consiste en la synthèse et la caractérisation des films minces Cu_2Oet ZnO par la technique d'électrodéposition sur substrats ITO. Deux structures ont été formées. Cu_2O/ITO et ZnO /ITO. Nous avons étudié les mécanismes de l'électrodéposition du Cu_2O et ZnO en utilisant les techniques de la Voltamétrie cyclique (VC) et la chronoampérométrie (CA). Les mesures de CA de Cu_2O en fonction de temps de déposition et ZnO/ITO ont montré que des courants transitoires maximum i_{max} au potentiel de – 0.650 V pour Cu_2O et -1.3 V pour ZnO à T=70°C. L'analyse UV-Vis permet de déterminer les propriétés optiques des nanostructures du Cu_2O, ZnO telles que l'absorption, la transmission, l'énergie du gap. La mesure de mott-schottky permet de déterminer la nature des semi-conducteur n ou p pour chaque échantillon.. Ces dispositifs ont fait l'objet de caractérisation électrochimique, structurale, morphologique, optique et électrique. En somme, de telles structures trouvent plusieurs applications en énergie solaire photovoltaïque et capteurs.

Mots clés : ITO, ZnO, Cu_2O, Voltamétrie cyclique CV, chronoampérométrie CA, , , UV-Vis.

Summary

Our work consists of the synthesis and characterization of Cu2O and ZnO thin films by the electrodeposition technique on ITO substrates. Two structures were formed. Cu2O/ITO and ZnO/ITO. We studied the mechanisms of the electrodeposition of Cu2O and ZnO using the techniques of cyclic voltammetry (VC) and chronoamperometry (CA). CA measurements of Cu2O as a function of deposition time and ZnO/ITO showed that maximum transient currents imax at the potential of – 0.650 V for Cu2O and -1.3 V for ZnO at T=70°C. UV-Vis analysis makes it possible to determine the optical properties of Cu2O, ZnO nanostructures such as absorption, transmission, gap energy. The Mott-Schottky measurement makes it possible to determine the nature of the n or p semiconductor for each sample. These devices were the subject of electrochemical, structural, morphological, optical and electrical characterization. In short, such structures find several applications in photovoltaic solar energy and sensors.

Key words: ITO, ZnO, Cu2O, CV cyclic voltammetry, AC chronoamperometry, , , UV-Vis.

ملخص

يتكون عملنا من تركيب وتوصيف الأغشية الرقيقة لاكسيد النحاس و أكسيد الزنك بتقنية الترسيب الكهربائي على ركائز ITO. تم تشكيل هيكلين، Cu_2O / ITO و ZnO / ITO. لقد درسنا آليات الترسيب الكهربائي لـ Cu_2O و ZnO باستخدام تقنيات قياس الفولتميتر الدوري (VC) وقياس توتر الزمن (CA). أظهرت قياسات التيار المتردد لـ Cu_2O في أوقات ترسيب مختلفة و ZnO / ITO أقصى تيارات عابرة i_{max} بإمكانية 650V- لـ Cu_2O و 1.3V- لZnO عند T = 70 درجة مئوية. يتيح قياس Mott-Schottky تحديد طبيعة أشباه الموصلات n أو p لكل عينة. يعطي AFM صور وتقارير خشونة الرواسب. يتم إنتاج البنية غير المتجانسة ZnO / Cu_2O / ITO عند الإمكانات الثابتة ودرجات الحرارة الثابتة عن طريق قياس التوقيت عند E = -1.3 V. كانت هذه الأجهزة موضوعًا للتوصيف الكهروكيميائي والتشكيلية والبصرية و الكهرباء. باختصار ، تجد مثل هذه الهياكل العديد من التطبيقات في الطاقة الشمسية الكهروضوئية وأجهزة الاستشعار.

الكلمات المفتاحية : الترسيب الكهروكيميائي- أكسيد النحاس -أكسيد الزنك- درجة الحرارة -الخصائص الكهربائية.

Table des matières

Introduction générale ……...……1

Chapitre I : étude bibliographie.

I.1. Présentation générale de la Cuprite Cu_2O ……3

I.2. Généralités sur l'oxyde de cuivre ……..……3

I.3. L'élément de cuivre ……...……...4

I.4. Propriétés de l'oxyde cuivreux (Cu_2O)…….…..…….……4

I.4.1. Propriétés cristallographique…….....4

I.4.2. Propriétés physiques ……5

I.4.3. Propriétés électriques ……6

I.4.4. Propriétés optiques…….7

I.4.5 Propriété électronique…….7

I.5. Electrodéposition des couches minces de Cu_2O……...8

I.6. Applications du Cu2O.....9

I.6.1. Cellule photovoltaïque……...9

I.6.2. Capteur à gaz……...……10

I.6.3. Capteur biologique……..…….10

I.6.4. Les diodes électroluminescentes (LEDs)……...11

I.7 Présentation de l'oxyde de zinc (ZnO)……..11

I.7.1Propriétés de l'oxyde de zinc(ZnO) ……..…12

I.7.1.1 Propriété structurales du ZnO……..……..12

I.7.1.2Propriétés électriques du ZnO…….……...…….12

I.7.1.3Propriétés optiques du ZnO……..12

I.7.1.4 Propriétés physiques du ZnO……...…13

I.7.1.5 Propriétés catalytiques du ZnO…….13

I.8.Principe d'électrodéposition de l'oxyde de zinc (ZnO)……...14

I.9. Techniques de déposition des couches minces des oxydes métalliques……15

I.10. Généralité sur l'électrodéposition (déposition électrochimique)……...…15
I.10.1. Principes fondamentaux de l'électrodéposition…….16
I.10.1.1 Le transfert de masse……...….17
I.10.1.2 Le transfert de charge……..……17
I.10.1.3 La cristallisation (la germination et la croissance)……..……17

Références bibliographiques……..19

Chapitre II: Méthode d'élaboration et techniques de caractérisations.

II.1 Méthode expérimentale ……..……21
II.1.1 Dispositif expérimental utilisé **……..……21**
II.1.2 Préparation des substrats **…….……22**
II.1.3 Bain d'électrodéposition de Cu_2O et ZnO **……..23**

II.2 Techniques d'élaboration électrochimique ……...23
II.2.1 Voltamétrie cyclique (VC) **…….23**
II.2.2 Chronoampérométrie (CA) **…….24**

II.3. Techniques de caractérisations ……....25
II.3.1. Les mesures de Mott-Schottky (M-S) **……...25**
II.3.2 UV-Visible **……30**
II.3.2.1. Détermination du gap optique selon la méthode de Tauc **……31**
Références bibliographiques……..……33

Chapitre III : Résultats et discussion.

III.1. Elaboration et caractérisation des couches minces de Cu_2O ……29
III.1.1. Étude voltammétrique du substrat ITO en absence des ions Cu^{2+} **……...…29**
III.1.2. Étude voltammétrique du substrat ITO en présence des ions Cu^{2+} **…….……..30**
III.1.3. Étude électrochimique par la chronoampérométrie**…….……31**

III.2. Caractérisation des couches minces de Cu_2O.....33
III.2. 1 Caractérisation optique : (UV-visible) **……33**

III.2.2 Caractérisation électronique :(Mesures de Mott-Schottky)**……..……33**

III.2.3 La mesure de photocourant……34

III.3.Elaboration et caractérisation des couches minces de ZnO/ITO

III.3.1. Elaboration de couche mince de ZnO……..….37

III.3.1.1. Étude voltammétrique du substrat ITO en présence des ions Zn^{2+} **……...…....37**

III.3.1.2. Étude électrochimique de ZnO par la chronoampérométrie **…….……39**

III.4. Caractérisation des couches minces de ZnO.....38

III.4. 1 Caractérisation optique : (UV-visible) **……41**

III.4.2 Caractérisation électronique :(Mesures de Mott-Schottky)**……..……43**

III.4.3 La mesure de photocourant……44

Références bibliographiques.....46

Conclusion générale……..……..47