ضبط محتوى الاكسجين والسمك لأفلام رقيقة من اكاسيد التنتاليوم و النيوبيوم المترسبة بالتناثر لتطبيقات المواد عالية ثابت العزل

مهند عبد الله محمد الحارثي

أطروحة قدمت للحصول على درجة الماجستير
في العلوم – فيزياء

إشراف

د. وليد محمود الشربيني
أستاذ مشارك
علوم المواد

د. أحمد سالم الشهري
أستاذ مشارك
فيزياء جوامد

كلية العلوم
جامعة الملك عبد العزيز
جده- المملكة العربية السعودية
١٤٤١ هـ/٢٠٢٠ م

المستخلص

تم ترسيب اغشية رقيقة من خامس أكسيد النيوبيوم وخامس أكسيد التانتالوم على ركائز من السليكون والزجاج تحت نفس الظروف باستخدام جهاز الترسيب بالنثر. لقد استخدمت أقراص من عنصري النيوبيوم والتانتالوم التي كأهداف داخل جهاز الترسيب مع امرار غاز الارجون المخلوط مع غاز الاكسيجين بنسبة ٩٥ إلى ٥ بمعدل ثابت ٩٠ سم^{3} في الدقيقة. وقد سُمح لحامل الركائز بالدوران بسرعة ثابتة طوال وقت الترسيب. استخدمت طاقات الترسيب الفوجية على النيوبيوم (والتانتالوم) بقيم بدأت من ٢٠٠ واط الى ٣٠٠ واط بمرحلة ٢٥ واط. بذلك أمكن التحكم في كمية المعدن المُرسب وبالتالي التحكم في كمية الاكسجين المؤكسد له. أثبتت اختبارات الاشعة السينية ان الاغشية التي تم الحصول عليها بهذه الطريقة هي اغشية غير متبلورة. وباستخدام المجهر الالكتروني الفائق الدقة تم التحقق من انتظامية السطح والسمك وكذلك تجانس توزيع أكسيد النيوبيوم (أو التانتالوم) داخل الغشاء الرقيق. باستخدام التحليل العنصري للأغشية الرقيقة تم الكشف عن انتظامية التوزيع الذري للنيوبيوم مقابل الاكسجين داخل الاغشية الرقيقة. التحليل القطاعي الطيفي أمكن من استخلاص قيم معاملات انكسار الاغشية التي أتت عالية القيمة كما هو متوقع وفي نفس الوقت تم الحصول على اغشية رقيقة عالية النقائية للضوء وأيضا عريضة فجوة الطاقة. بذلك أمكن تحضير اغشية رقيقة سمكها اقل من ٤٠ نانومتر ذات فجوة طاقة تصل الى ٤ الكترون فولط نافذة للضوء مكونة من أكسيد النيوبيوم الخماسي (او أكسيد التانتالوم الخماسي) تصلح للمشاركة في تطبيقات خزانات الطاقة و الذاكرات عشوائية الوصول الديناميكية.

Tuning the Oxygen Content and Thickness of the Sputtered Ta and Nb Oxides Nanostructured Thin Films for the High-k Materials Applications

By

Muhannad Abdullah M. Alharthi

A thesis submitted for the requirement of the degree of Master of Science in Material Science

Supervised by

Dr. Waleed M AlShirbeeny
Associate Professor
Material Sciences

Dr. Ahmed S. Alshahrie
Associate Professor
Solid State Physics

FACULTY OF SCIENCE
KING ABDULAZIZ UNIVERSITY
JEDDAH-SAUDI ARABIA
Jumadi 2nd 1441H – February 2020G

Abstract

Thin films of Nb2O5 and Ta2O5 are readily synthesized using DC magnetron sputtering. Using Nb or Ta sputtering targets with controlled Ar and oxygen flow rates enabled the synthesization of thin films of Nb and Ta oxides with variable oxygen contents and thicknesses. Using this technique, we succeeded to synthesize a variable oxygen content metal oxide. Deposition powers were varied from 200W for Ta (or Nb) up to 300W. Ta2O2 and Nb2O5 thin films were deposited on Si and glass substrates under the same circumstances. X-ray diffraction (XRD) study of the thin films showed an amorphous structure. Scanning electron microscope (SEM) confirmed the homogeneity of the thin film composition, the uniformity of the surface, and provided a precise measure of the thickness. Energy dispersive x-ray spectroscopy (EDX) confirmed the purity and the elemental composition of the thin films. Optical parameters, thin film thickness, roughness, refractive index, extinction coefficient, and energy bandgap were extracted by using variable angle spectroscopic ellipsometry (VASE). A high refractive index, wide energy bandgap, and highly transparent thin films were successfully achieved, with thermodynamic stability. These characteristics allowed Ta2O5 and Nb2O5 to be eligible for high-k materials applications such as CMOS and energy storage devices.