تكوين أفلام رقيقة عازلة متعددة الطبقات ذات سماحية عالية باستخدام التسخين بواسطة الأشعة البنفسجية عميقة المدى

اشواق محمد الميموني

بإشراف:

د.هاله الجوهري

د.أروى كتبي

المستخلص

يعد التنشيط الكيميائي الضوئي الناجم عن ضوء الأشعة فوق البنفسجية عميقة المدى (DUV) مسارًا حديثًا برز مؤخرًا كطريقة تلدين لأغشية أكاسيد المعادن الرقيقة العازلة. تمتاز هذه الطريقة للتلدين بأنها سريعة، وبسيطة وقليلة التكلفة، حيث يقوم الضوء الفوق البنفسجي ذو الأطوال الموجية ١٨٥ نانومتر و٢٥٤ نانومتر بتوفير طاقة كافية لتكثيف أغشية أكاسيد المعادن عند درجات حرارة منخفضة. وقد تم تكريس هذا البحث من أجل تصنيع أغشية رقيقة متعددة الطبقات ذات ثابت عزل عالي، باستخدام أكسيد الهافنيوم (HfO_2) وأكسيد الإيتريوم (Y_2O_3) المصنع بطريقه محلول - هلام مع استخدام استراتيجية التلدين بواسطة DUV. حيث تمت دراسة خصائص العازل HfO_2/Y_2O_3 متعدد الطبقات وفقًا لعدد الطبقات ولطريقة التلدين. على وجه التحديد، تم تصميم عوازل متعددة الطبقات تتكون من ٣ و٩ و١٠ طبقات متناوبة. ثم لكل حالة، تم تطبيق ثلاثة شروط مختلفة من التلدين، وهي: التلدين التقليدي عند ٤٠٠ درجة مئوية لمدة ٦٠ دقيقة، التلدين بواسطة DUV لمدة ٦٠ دقيقة، التلدين بواسطة DUV لمدة ٣٠ دقيقة.

بالنسبة للخواص الكهربائية للأغشية فقد تمت دراسة منحنيات (السعة -الجهد) بالإضافة لمنحنيات (التيار-الجهد) وقد وجد أن العازل المكون من ٩ طبقات متناوبه من HfO_2/Y_2O_3 والذي تم تسخينه لمده ٣٠ دقيقه باستخدام الأشعة فوق البنفسجية قد

حقق أقل قيمه لكثافة تيار التسرب والتي كانت 7.32×10^{-9} أمبير/سم^{٢} عند تطبيق جهد مقداره ١ فولت، بينما كانت قيمه ثابت العزل له تساوي 8.73 عند تردد ١٠٠ كيلو هرتز مع قيمه صغيرة مهملة لجهد التباطؤ.

بينما نجد أن الأفلام التي تم تحضيرها بالتناوب ما بين أكسيد الهافينوم وأكسيد الايتريوم قد حققت شفافية في حدود ٩٤٪ وبشكل عام فإن العينات التي تم تحضيرها عن طريق التلدين باستخدام الأشعة فوق البنفسجية حققت قيم منخفضة لكل من جهد التباطؤ وجهد النطاق المسطح. هذه النتائج توضح وجود إمكانات واعدة في استخدام DUV كطريقة تلدين للتطبيقات التي يكون خفض الطاقة الحرارية فيها أمراً ضرورياً وحاسماً.

Fabrication of Multilayer High-κ gate Dielectric Thin Films Using Deep Ultraviolet Annealing Approach

Ashwag Mohammad Al-Maimouni

Supervised By

Dr. Hala Al-Jawhari

Dr. Arwa Kutbee

ABSTRACT

Low-temperature fabrication of high-quality sol-gel thin films is becoming an essential requirement to realize the full potential of flexible and printed electronics. Photochemical-activation induced by Deep-Ultraviolet (DUV) light of wavelength ١٨٥ nm and ٢٥٤ nm is neoteric approach that emerged recently to replace the high-temperature conventional annealing processes. This ultra-fast, simple and cost-effective photo-annealing route provide sufficient energy to condense the sol-gel oxide films at significantly lower temperatures. In this dissertation, we study the fabrication of multilayer high-κ gate dielectrics using solution-processed hafnium oxide (HfO_2) and yttrium oxide (Y_2O_3) thin films with a strategic DUV annealing approach. The performance of the fabricated HfO_2/Y_2O_3 multilayer metal oxide capacitor was investigated according to the number of layers and the route of annealing. Specifically, multilayer dielectrics consisting of 3, 9 and 10 alternating layers were built. For each case, three different conditions of annealing were applied: conventional annealing at 400^oC for 60 min, DUV annealing for 60 min, and DUV annealing for 30 min. The electrical and

optical properties for each configuration were analyzed to assess the performance of the devices. The electrical properties of the dielectrics were examined by capacitance-voltage (C-V) and current-voltage (I-V) measurements and the optical properties were examined by using (UV-Vis). It was found that the 9 multilayers HfO_2/Y_2O_3 films annealed by DUV for 30 min yielded the lowest leakage current of 7.32×10^{-9} A/cm^2 at an applied voltage of 1V and had a dielectric constant of 8.73 at 100 kHz with average transmittance around 94% and negligible hysteresis. In general, the dielectrics films which annealed at DUV showed the smallest values for both hysteresis and flat-band voltage.

This result provides a promising potential in employing the DUV as a low temperature annealing for applications where the thermal budget becomes a crucial necessity.