تكوين مكثفات MOS نانوية من أغشية أكسيد النحاس الموجبة القطبية المصنعة بطريقة المحلول السائل

صفية عبدالرحمن سعيد الشهري

بإشراف:

د.هالة الجوهري

د.نورة السناني

المستخلص

أكسيد النحاس الأحادي مادة واعدة في العديد من التطبيقات نتيجة لطبيعته القطبية الموجبة، الشفافية، عدم السمية، الوفرة وانخفاض تكلفة التصنيع. علاوة على ذلك، فإن إمكانية تحضير مثل هذا الأكسيد بطريقة المحلول السائل عند درجة حرارة منخفضة يجعله مرشحاً مثالياً لتطوير الأجهزة الالكترونية الشفافة المرنة القابلة للطباعة. في هذه الدراسة، قمنا بتحضير أغشية أكسيد النحاس Cu_xO الرقيقة باستخدام ثلاث محاليل مختلفة عند درجة تسخين منخفضة (٢٠٠ درجة مئوية). ثم استخدمنا تلك الأغشية لتكوين مكثفات MOS (معدن- عازل- شبه موصل) الضرورية لتصميم ترانزستورات شفافة موجبة القطبية. تم تحضير أول محلول لمادة Cu_2O بواسطة خلط خلات النحاس الثنائي مع كلاً من 2-Methoxyethanol و Ethanolamine اللذان يعملان كمذيب ومثبت للمحلول، على التوالي. ثم أضيف الجلسرين إلى الخليط بمعدلات حجمية مختلفة كعامل مساعد لإنقاص درجة التسخين. ثانياً، باستخدام الكيمياء الخضراء، قمنا بتحضير محلول CuO بواسطة إذابة نترات النحاس الثنائي في ماء منزوع الأيونات وجلسرين. وأخيراً قمنا بمحاولة تكوين أغشية Cu_2O بطريقة خضراء، بسيطة وغير مألوفة وذلك بواسطة خلط بودرة النحاس مع مستخلص أوراق السبانخ للمرة الأولى. وحيث أن استكمال بناء مكثفات MOS يحتاج إلى مادة عازلة ذات ثابت عزل جيد (κ)، لذا فقد قمنا باختيار Y_2O_3 كعازل ذو ثابت عزل مرتفع نتيجة لخصائصه الكهربية الجيدة من جهة وإمكانيه إنتاجه بواسطة الكيمياء الخضراء من جهة

أخرى. جميع الأغشية الرقيقة، أغشية شبه الموصل Cu_xO وأغشية العازل Y_2O_3 تم ترسيبها على ركائز سيليكون من نوع P^+ لتشكيل عينات متنوعة من مكثفات MOS. تم بناء ست مكثفات MOS ثلاثة منهم باستخدام Y_2O_3 والبقية باستخدام SiO_2. جميع مكثفات MOS أظهرت قطبية من النوع الموجب. السعة الكلية للـ MOS عند النطاق المسطح ($C_{MOS,FB}$) أظهرت قيمة عالية ٥٩,٥٧ نانوفاراد/سم^2 عندما استخدمنا محلول خلات النحاس الثنائي مع SiO_2 كعازل. بشكل عام مكثفات MOS مع عازل SiO_2 أعطت قيم أعلى لتراكيز حوامل الشحنة الموجبة (N_a) من تلك التي مع Y_2O_3. أقل قيمة للتيار المتسرب حوالي ٦,٢٤ × ١٠$^{-٤}$ امبير/سم^2 عندما يساوي الجهد -١ فولت لوحظ في مكثف MOS مع Y_2O_3 و خلات النحاس الثنائي. بينما أصغر جهد تباطؤ حوالي ٢٠ ملي فولت لوحظ في مكثف MOS مع مستخلص أوراق السبانخ وSiO_2.

Fabrication of Nanoscale MOS Capacitors Using Solution-Processed P-Type Cu_2O Thin Films

Safeyah Abdulrahman Seed Al-Shehri

Supervised By

Dr. Hala Al-Jawhari

Dr. Norah Al Senany

ABSTRACT

Copper oxide in Cu_2O phase is a potentially promising material for many applications due to its unique intrinsic p-type polarity, transparency, non-toxic, abundance, and low manufacture cost. Moreover, the fact that such oxide could be prepared at low temperature with solution process makes it a perfect candidate for development of flexible, printable and transparent electronic devices. In this work, we prepared Cu_xO thin films using three different solution precursors at low annealing temperature of 200^oC. We, then, used those films to fabricate Metal Oxide Semiconductor (MOS) capacitors which are essential for designing transparent p-type thin-film transistors. The first Cu_2O solution was prepared by mixing Cu(II) acetate with 2-Methoxyethanol and Ethanolamine that serve as solvent and stabilizer, respectively. Glycerol was, then, added to the mixture with different volume ratios as a helping agent to reduce the annealing temperature. Applying the green chemistry, we, secondly, prepared CuO solution by dissolved Cu(II) nitrate in deionized water and

glycerol. Finally, we tried a novel and simple green synthesis of Cu_2O thin films by mixing the copper powder with spinach leaves extract for the first time. To complete the building of the MOS capacitors we need to prepare a good high-κ dielectric material. Y_2O_3 as a high-κ dielectric was selected due to its good electrical properties, on one hand, and the ability of producing it by green chemistry, on the other. All films, the semiconductor films Cu_xO and dielectric films Y_2O_3, were then spun on P^+ Si substrates to form various MOS structures. We build six MOS capacitors three of them with Y_2O_3 and the others with SiO_2. All fabricated MOS capacitors exhibited P-type polarity. The total MOS capacitance at flat band ($C_{MOS,FB}$) showed a high value of 59.57nF/cm^2 when we used the Cu(II) acetate solution with SiO_2 as dielectric. In general MOS capacitors with SiO_2 dielectric gave higher values of the acceptor doping concentrations (N_a) than those with Y_2O_3. The lowest value of leakage current about 6.24×10^{-4}A/cm^2 at V = -1V was observed in MOS capacitor with Y_2O_3 and Cu(II) acetate, while the smallest hysteresis voltage around 20mV was noticed in MOS capacitor with spinach leaves extract and SiO_2.