دراسة تأثير السمك في الخصائص الكهربائية المتناوبة لأغشية اوكسيد النحاس CuO

ندى خضير عباس*

تاريخ قبول النشر ٢٠٠٦/٤/٣

الخلاصة :

تم في هذا البحث دراسة تأثير السمك في الخصائص الكهربائية المتناوبة في درجة حرارة الغرفة لأغشية أوكسيد النحاس CuO وباسماك مختلفة A(1500, 1800, 2000, 2500) و المحضرة بطريقة الرش الكيميائي الحراري على قواعد زجاجية رقيقة والمسخنة بدرجة حرارة K (635).

وبينت النتائج زيادة التوصيلية الكهربائية المتناوبة مع زيادة التردد وكذلك مع زيادة سمك الأغشية ، كما لوحظ نقصان السعة وثابت العزل الكهربائي الخيالي وظل زاوية الفقدان مع زيادة التردد و زيادة هذه القيم مع زيادة سمك الأغشية اما الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي فتبين نقصانها مع زيادة سمك الأغشية والتردد .

المقدمة :

يعد موضوع الأغشية الرقيقة من اكثر حقول التكنولوجيا تطورا والتي ساهمت في تطور دراسة أشباه الموصلات وأعطت فكرة واضحة عن العديد من خواصها [١] ، ومن المعروف أن هنالك أنواعا من الأغشية الرقيقة ولكل نوع استخداماته وطرائق تحضيره ألا انه تم التركيز في هذا البحث على طريقة الرش الكيميائي الحراري للحصول على أغشية متجانسة من مادة اوكسيد النحاس CuO ودراسة خصائصها الكهربائية المتناوبة باسماك مختلفة لما تمتلكها من خصائص جعلتها ذات أهمية في كثير من التطبيقات المتنوعة فهي من المواد ذات فجوة الطاقة الصغيرة (1.4 eV) [2] ، لذا استخدمت في التطبيقات الشمسية كتجمعات الضوئية الحرارية الشمسية (Solar Photo-thermal Collector). وصناعة الخلايا الضوئية فضلا عن الخلايا الشمسية [4.3]، كما تعتبر مادة CuO أحد أهم مكونات مادة (YBCO) والمركب ($Cu_xFe_{3-x}O_4$) ذات التوصيلية الكهربائية الفائقة [6.5، 7] .

الجانب العملي:

حضرت أغشية CuO باستخدام منظومة الرش الكيميائي التي تتكون من (سخان حراري- مضخة هواء- قواعد زجاجية - حامل حديدي) ، وحضر المحلول المناسب للرش بتركيز 0.1 مول بإذابة (0.03gm) من نترات النحاس المائي $CuO(NO_3)_2$-$3H_2O$ في الماء المقطر إذابة تدريجية وبدرجة حرارة الغرفة :-

$$2Cu(NO_3)_2 \rightarrow 2\,CuO + 4NO_2\uparrow + O2\uparrow$$

رسبت أقطاب الألمنيوم على الاغشية بواسطة منظومة التبخير الحراري في الفراغ وتم أجراء قياسات التوصيلية المتناوبة A.C-Conductivity باستخدام جهاز LCR Meter من شركة Hewlett-Packard الذي يوفر إمكانية تعيين قيمة المقاومة والسعة والتردد للنماذج المحضرة قيد البحث مباشرة من الجهاز التي توضع داخل منظومة تحت التفريغ تصل الى (10^{-2} mbar).

اهم الطرق المتبعة لتحضير اغشية CuO هي طريقة الرش الكيمائي الحراري [8]

من خلال اتوصيلية المتناوبة لمادة يمكن الحصول على معلومات مهمة حول طبيعة الية التوصيل في تلك المادة حيث تقاس التوصيلية الكهربائية كدالة للتردد لمجال كهربائي متناوب ويمكن حساب التوصيلية المتناوبة باستخدام المعادلة (1):-

$$\sigma\, a.c(w) = G \times L/A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

L : المسافة بين الأقطاب(cm)

A: المساحة العرضية للقطب(cm)

G: المواصلة = 1/R

---

* د./ جامعة بغداد/ كلية العلوم

م حساب ثابت العزل الكهربائي بجزئيه الحقيقي ε_r الممثل بثابت العزل الكهربائي Relative Dielectric Constant وهو مقياس السعة والاستقطاب والجزء الخيالي ε_i ويمثل الطاقة المفقودة عند تسليط مجال متناوب وقيمة ظل زاوية الفقدان(δ tangent of Angle(Tan Loss التي تمثل النسبة بين معامل الخسارة ε_i وثابت العزل الكهربائي الحقيقي ε_r ، وذلك من خلال المعادلات آلاتية [10,9]:-

$$\varepsilon_r = Cd / \varepsilon_0 A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$
$$\varepsilon_i = d / w\varepsilon_0 AR \quad \ldots\ldots\ldots (3)$$
$$\tan \delta = 1/wRC \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

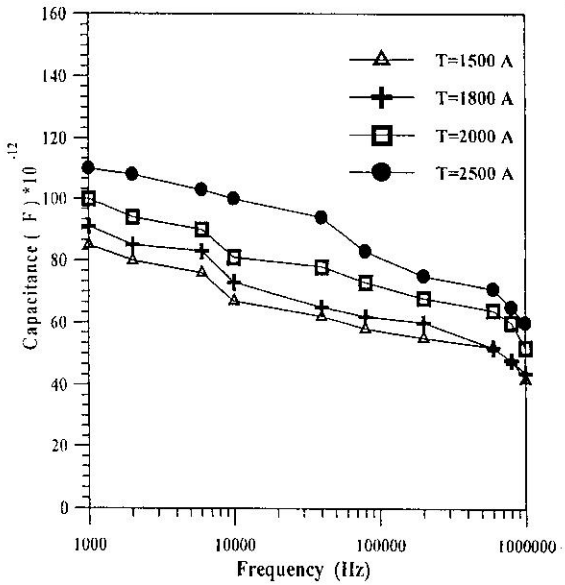
حيث ان :-

C: سعة المتسعة (Farad)

ε_0 : ثابت العزل للفراغ .

w : التردد الزاوي

النتائج والمناقشة:

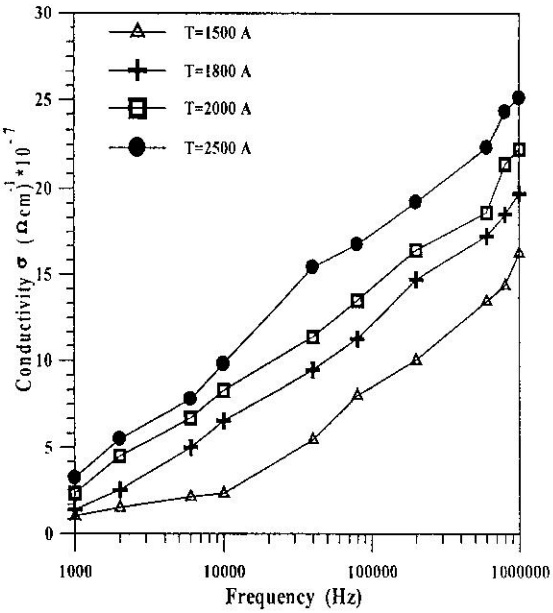


الشكل(1) يوضح تغير السعة كدالة للتردد لاغشية CuO المختلفة السمك

يوضح الشكل (1) تغير السعة مع التردد لاسماك مختلفة من اغشية CuO ومن خلال دراسة الخصائص الكهربائية المتناوبة لوحظ انخفاض قيمة سعة المتسعة مع زيادة التردد وهذا يتفق مع المعادلة (4) كمايشير إلى العلاقة العكسية بين السعة والتردد بسبب إن ثنائيات الاستقطاب لا تستطيع مواكبة التغير في المجال المسلط لذلك تقل السعة مع زيادة التردد .

بينما لوحظ زيادة سعة المتسعة مع زيادة السمك حيث ان نقصان المقاومة الكهربائية مع زيادة السمك تؤدي الى زيادة المتسعة وهذا يتفق مع العلاقة العكسية بين كل من السعة والمقاومة [11].

$$C = Q/V = Q/IR \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

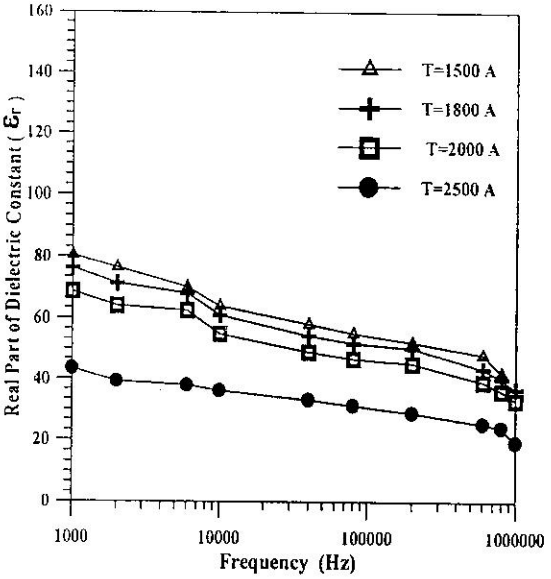


الشكل(2) يوضح تغير التوصيلية كدالة للتردد لاغشية CuO المختلفة السمك

يلاحظ من الشكل (2) زيادة التوصيلية المتناوبة مع زيادة السمك ويعود السبب إلى كبرالحبيبات البلورية وزيادة انتظامها مما يسهل عملية تنطط او انتقال حاملات الشحنة والتي تكون سببا في زيادة موصليتها .

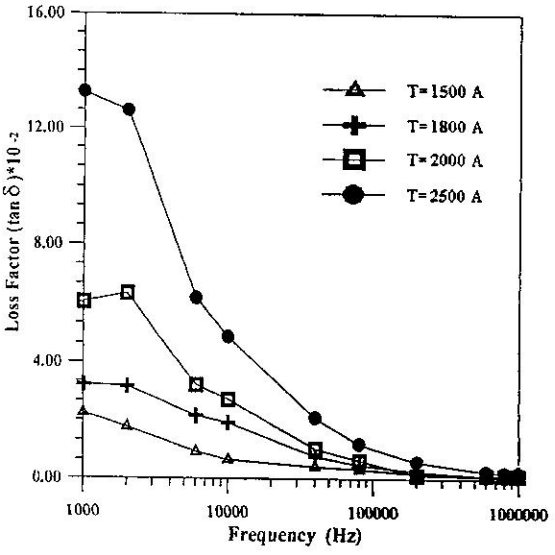
ويبين ان تغير التوصيلية المتناوبة (a.c σ) مع التردد بكون شبه خطي وأن تغير التوصيلية المتناوبة مع التردد هو دالة تضاعدية (غير تنازلية) Non- Function Decreasing وان مثل هذه العلاقة يمكن أن تعزى إلى كون التوصيل يتم عن طريق القفز للإلكترونات أو الأيونات نتيجة الإثارة الحرارية وهذا يتفق مع نظرية اندرسون حيث يتطابق مع الواقع النظري Thermal Activation الذي يشير إلى إن تغير التوصيلية المتناوبة مع الترددات الواطئة اقل من MHz يكون شبه خطي وان التوصيلية المتناوبة تتناسب مع التردد للقوة s [12] .

$$w^s \alpha \text{ a.c } \sigma$$



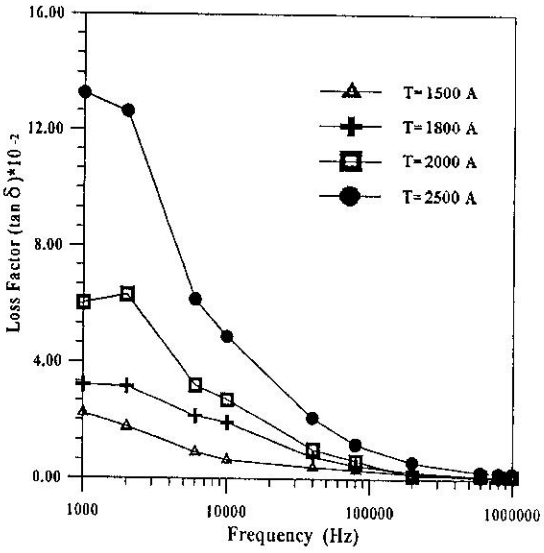
الشكل(3) يوضح تغيرالجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي كدالة للتردد لاغشية CuO المختلفة السمك

يبين الشكل (3) تناقص قيم ε_r مع التردد وذلك لان أعداد ثنائيات القطب (dipoles) لا تستطيع مواكبة تغيير هذا المجال المتناوب وعليه فأن الاستقطاب الدوراني سوف يقل مع زيادة التردد للمجال المسلط أما نقصان قيم الجزء الحقيقي لثابت العزل الكهربائي ε_r مع زيادة السمك يعود إلى نقصان عدد ثنائيات القطب لوحدة الحجم بعد زيادة سمك الاغشية .



الشكل(4) يوضح تغيرالجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي كدالة للتردد لاغشية CuO المختلفة السمك

يبين الشكل (4) تناقص قيم الجزء الخيالي لثابت العزل الكهربائي εi مع زيادة التردد لارتباطه بالعلاقة $\varepsilon_i = \sigma_{a.c} / \varepsilon_0 w$ وزيادة قيم ε_i بعد زيادة السمك نتيجة زيادة في الكثافة العددية لثنائيات القطب وبالتالي ستكون هناك زيادة في كمية الحرارة المتولدة[12,7] .



الشكل(5) يوضح تغيرظل زاوية الفقدان كدالة للتردد لاغشية CuO المختلفة السمك

يوضح الشكل (5) نقصان قيم tan δ مع زيادة التردد حيث يمثل tan δ النسبة بين الجزء الخيالى والحقيقي لثابت العزل الكهربائي وهو مقياس لقدرة عزل المادة فكلما انخفضت قيمته زادت قدرة المادة على العزل وزيادتها مع زيادة السمك .

الاستنتاجات :

1- تبين زيادة قيم التوصيلية المتناوبة مع زيادة التردد وسمك الاغشية.

2- وجد إن قيم المتسعة والجزء والخيالي لثابت العزل الكهربائي وعامل الفقدان يقل مع زيادة التردد ويزداد مع سمك الاغشية.

3-لوحظ نقصان قيم الجزء الحقيقي مع زيادة التردد والسمك.

References

1- Chopra, K.L., 1969 ,"Thin Film Phenomena" , Mc-Graw Hill Book Company, New York .

2- Ghijsen, J., L.H. Tjeny, J.Van Elp, H.Eskes, J.Westerink and G.A. Sawatzky, 1988, "Physical ReviewB", 38 (16) : 11323-11330.

3-Hornstrom,S.E Barlsson,S.E. Ross, A. &B. Wester Strandh,B. 1984,"Solar Energy Materials"367-389 .

٤- مارتن أي كري، ١٩٨٩،الخلايا الشمسية، ترجمة يحى محمد حسن هاشم، جامعة الموصل.

5-Tyagi,A.K. S.Tyag & T.P. Sharma, 1997 , "Materials Sicience and Engineering B 45 : 88-97 .

6- (Internet) , 1999,"Physics Today" ,V.(13).

7.Patill,A.N.,M.G.Patil,K.K.Patankar, V.P.Mathe,R.P.Nahajn and A.Patll, 2001, (Dielectric behaviour and a.c. conductivity in $Cu_xFe_{3-x}O_4$ ferrite).

8- Abass,Lamia K. , 2006, (A studyof the effect of thickness on the optical properties of CuO thin flim prepared by chemical spray pyrolysis), 1 (3) : (56-61).

9- Campbell, P.S. and Morley .A.R., 1971, "Electrical conduction in films" , Reports on Progress in Physics, 34 (3) :(308-342).

10-Leon, Maissel. I. and Clang .R., 1983 , , "Hand Book of Thin Film Technology" McGraw, Hill, Inc, 1401-1409 .

11- Sevway,R.A. , 2000 , "Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics", 5th edtion, Copyright.

12- Frit Zche, H., J. 1971, "Non Crystalline Solid" , V.(6).

A study of the effect of thin film thickness on the A.C electrical properties of CuO thin films

*Nada. K. Abass

* University of Baghdad/ College of Scinese for Women

Abstract:

In this research the effect of thickness on the A.C electrical conductivity of CuO thin films have been studied at room temperature and at different thickness (1500, 1800, 2000 ,2500) A .

The films were prepared using the method of chemical spray pyrolysis on glass substrate heated to (653 K) .

The results showed that there were increasing in A.C electric conductivity when thin film thickness and the frequency have been increased.

Another conclusion can be noticed, that the capacitance, the imaginary part of dielectric constant and the lose factor were decreases with the increasing of the frequency , while they were increases by mean of increasing thickness ,while the real part of dielectric constant were decrease when the thickness and the frequency increased .