مجلة ابن الهيثم للعلوم الصرفة والتطبيقية المجلد24 (3) 2011

دراسة خواص العزل الكهربائي لنماذج سيراميكية محضرة من الألومينا وأوكسيد المغنسيوم

سمير عطا مكي، زياد طارق الدهان*و شيماء قاسم عبد الحسن
قسم الفيزياء ،كلية التربية ابن الهيثم، جامعة بغداد
***كلية الهندسة ، جامعة النهرين**

استلم البحث في: 6، اذار، 2011
قبل البحث في: 30، ايار،2011

الخلاصة

تم في هذا البحث تحضير نماذج سيراميكية من مادة نوع (α-Al_2O_3) مضافاً إليها أوكسيد المغنسيوم بنسب وزنية %(0.5 ، 0.3 ، 0.2 ، 0.1) بحجم حبيبي أقل من (63μm) وتم تشكيل النماذج باستخدام المكبس الهيدروليكي بطريقة الكبس شبه الجاف بقوة كبس (5kn) وبقطر (2 cm).
ثم تلبيد النماذج في درجة ($1500C^o$) وبزمن تلبيد 6 ساعات لغرض دراسة تأثيره في خواص العزل الكهربائية (ثابت العزل – ظل زاوية النفدان) في مدى من الترددات (1K-1M)Hz .
أظهرت النتائج أن أعلى قيمة لثابت العزل عند التركيز (0.5%) لأوكسيد المغنسيوم ، وأن ثابت العزل الحقيقي يتناقص بشكل عام مع زيادة التردد.

الكلمات المفتاحية : العوازل الكهربائية للسيراميك، الخواص الكهربائية، الالومينا

المقدمة

تعد معظم المواد السيراميكية مواد عازلة لما لها من مقاومة نوعية كهربائية عالية تتميز بها وذلك بسبب الترابط القوي بين الذرات التي تكون تلك المواد [1]. فالمواد العازلة هي تلك المواد التي لا تمتلك شحنات طليقة وتكون مقاومتها عالية جداً لمرور التيار الكهربائي وتكون مدارات ذراتها الخارجية مملؤة تماماً، ولا تبدي ميلاً لاكتساب أو فقدان للالكترونات ، اذ انها مستقرة كيميائياً ، لذا فأنها غير قادرة على التوصيل الكهربائي ولهذا تدعى بالعوازل [2].ولقد ظهرت الحاجة الى انتاج مواد سيراميكية تتميز بالمتانة العالية في العزل الكهربائي وضمان عدم تردي العازل بمرور الزمن ضمن ظروف جوية معينة واجهادات ميكانيكية مختلفة. وتم التوصل الى انتاج سيراميك عالي الألومينا عام 1907 من (Patent) بعدها تطور الانتاج بصورة كبيرة عن طريق الأساليب في صناعة المواد السيراميكية بسبب مميزاته المختلفة وخواصه الجيدة ، اذ ان أول استعمال للسيراميك عالي الألومينا كان لعوازل شمعات القدح (Spark-Pluk) والتجهيزات المختبرية وتبعتها بعد ذلك التطبيقات في المجال الالكتروني والهندسة الميكانيكية بعد الحرب العالمية الثانية ، وعلى العموم فان استعمال الالومينا لاغراض نافعة انتشر بسرعة في مجالات الصناعة المختلفة. وهناك مجالات أخرى ازداد استعمال الالومينا فيها مثل المجال الطبي والعسكري ، كما أن أوكسيد الألمنيوم يعد عازلا" كهربائيا جيدا" لما تتميز به من مقاومة كهربائية عالية حتى في درجات الحرارة العالية جداً [3]. لذلك فقد جذب انتباه أكثر الباحثين الى دراسة خواص العزل الكهربائي والتوصيلية الكهربائية .. وفيما يأتي بعض تلك البحوث التي اجريت في هذا المضمار. درس (John)[4] خواص العزل الكهربائي

(ثابت العزل ، فقدان العزل) لكل من الالومينا الاحادية التبلور (Single Crystalline) والمتعددة التبلور (Polycrystalline) ضمن مدى التردد Hz (10^2-$3*10^5$) وفي درجات حرارية مختلفة C^o(900-1300) ، ولاحظ أن فقدان العزل يحدث بسبب حركة أغلبية الكترونات التوصيل. كما استطاع كل من (Lon وجماعته) [5] من السيطرة على فقدان العزل وثابت العزل لسيراميك الالومينا وذلك من خلال اضافة بعض الشوائب من أيونات (Cr , Fe , Mg , Ca , Si) وكانت ضمن مدى التردد Hz(10^2-$8*10^9$) وعند درجات حرارة C^o(25-875) ، وقد وجدوا أن العلاقة خطية بين تركيز الشوائب وعامل الفقد (tanδ) وأن أيونات Si ترفع قيمة tan في حين تأثير (Cr , Ca , Ti , Mg) ليس بتلك الأهمية كما أن قيمة كل من فقدان العزل وثابت العزل تقل مع زيادة التردد وتصبح مهملة عند الترددات العالية.

وقام العالم (James) [6] بتحديد سبب ارتفاع قيمة فقدان العزل في الالومينا المضاف إليها المركبات ($BaO-SiO_2$) ، ($Ca-MgO-SiO_2$) ، ($SrO-SiO_2$) وقد وجد أنه يحدث نتيجة مركبات الفلسبار مثل ($SrO-Al_2O_3$) ، ($CaO-Al_2O_3$) ، ($BaO-Al_2O_3$) التي تسبب ارتفاع قيمة فقدان العزل.

قام العالم (Ahmed وجماعتة[7] بقياس ثابت العزل ($\alpha-$alumina) مع اضافة بعض الشوائب من (Manganes Oxide) ، (Molybdenum Oxide)، (Cadmium Oxide) وضمن مدى التردد(5−42) وعند درجات حرارةC^o (450−100) وقد وجدوا ان قيمة ثابت العزل للالومينا النقية تزداد من (63 .10−9.4) مع تغير درجات الحرارة وعند التردد 1MHz. اما بالنسبة الى الاضافات فانها تزداد مع زيادة درجات الحرارة بسبب الشحنة الاستقطابية بينما تقل مع زيادة التردد بسبب حركة حاملات الشحنة مع زيادة التردد.

والهدف من البحث هو دراسة تاثير اضافة اوكسيد المغنسيوم بنسب وزنية مختلفة في الخواص الكهربائية (ثابت العزل الحقيقي، ثابت العزل الخيالي، ظل الفقدان) فى ترددات مختلفة (1K-1M)Hz

الجانب العملي

استعمل مسحوق الألومينا (α-Al_2O_3) بنقاوة (99.9%) المصنع من شركة (Boh) الالمانية وقد تمت عملية الطحن باستخدام طاحونة الكرات وغربلت المادة المطحونة للحصول على حجم حبيبي دي قطر أقل من (63μm) تم تحضير نماذج الالومينا النقية فضلا" عن الى تحضير نماذج أخرى تحتوي على مادة أوكسيد المغنسيوم وبنسب وزنية% (0.5 ، 0.3 ، 0.2 ، 0.1) وأضيف اليها مادة بولي فينال الكحول (PVA) مادة رابطة بنسبة لاتزيد عن 2%. وقد تم تشكيل النماذج بطريقة الكبس شبه الجاف باستخدام المكبس الهيدروليكي وبقوة كبس (50kn) وبزمن خمس دقائق باستخدام قالب دي قطر (2cm) ، ثم تلبيد النماذج باستخدام فرن كهربائي بصورة تدريجية الى درجة $1500C^o$ وبزمن تلبيد 6 ساعات، لاجراء القياسات الكهربائية المتناوبة للنماذج السيراميكية تم ترسيب أقطاب من الألمنيوم على وجهي العينة وذلك باستخدام جهاز الطلاء المفرغ من نوع (Lybold Heraeus Coating) وبعد عملية الطلاء تم ربط أسلاك نحاسية دقيقة على سطحي النموذج (اقطاب) بوساطة مادة اللحام اللاصق الفضي (Silver past) وبعد ذلك استخدام جهاز (LCR-Meter) المصنع من شركة هيولت-باكارد (وهو الجهاز الخاص بالقياسات الكهربائية المتناوبة) أخذت قراءات السعة C والمقاومة R عند درجة حرارة الغرفة وضمن مدى الترددات (1K-1M)Hz ومن خلال معرفة C حسبت قيمة (ε') من قياس ابعاد المتسعة بدقة باستعمال العلاقة الآتية [8]:

$$\varepsilon' = hC/\varepsilon S \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

كذلك تم تحديد "ε من خلال

$$\varepsilon'' = h/\omega\varepsilon RS \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ε : سماحية الفراغ وخي كمية ثابتة (8.854×10 F/m)

S : مساحة أي من لوحي المتسعة المتوازيتين وتقاس بوحدة (cm)

h : المسافة العمودية بين لوحي المتسعة وتقاس بوحدة (cm)

C : سعة المتسعة

R : المقاومة

أما عامل الفقدان الذي يمثل ظل الزاوية δ

$\tan\delta = \varepsilon' / \varepsilon''$…….. (3)

ε' : ثابت العزل الحقيقي وهو مقياس للسعة

ε'' : ثابت العزل الخيالي وهو مقياس للفقدان الكهربائي

المناقشة والاستنتاجات

تعد الاكاسيد من المكونات المهمة في تركيب المواد السيراميكية ، ولكل أوكسيد دور وتصرف وصفات خاصة به تؤثر في الخواص الكهربائية والعزلية والميكانيكية والفيزيائية عند الاحتراق.[9]

فعند اضافة أوكسيد المغنسيوم وبنسب وزنية مختلفة الى الالومينا نلاحظ أن قيم السعة تزداد مع زيادة النسب الوزنية المضافة من أوكسيد المغنسيوم الى الالومينا كما في الشكل (1) عند زمن تلبيد 6 ساعة الذي يمثل تغير السعة مع زيادة النسب الوزنية لذلك سيكون التأثير واضح في قيمة ثابت العزل الحقيقي والمبين في شكل (2) وذلك لتأثير هذه النسب الوزنية المضافة في الكثافة والمسامية.

كما نلاحظ من الشكلين السابقين أن قيم السعة وثابت العزل الحقيقي تتناقص مع زيادة التردد ويعزى سبب ذلك الى انخفاض تأثير استقطاب الشحنات الفراغية الى أن تصل الى حالة من الثبات تقريباً عند الترددات العالية وهذا دليل على توقف الشحنات الفراغية.

أما الشكلان (3) و(4) فيمثلان النقصان في قيمة فقدان العزل ($\tan\delta$، ε'') مع زيادة النسب الوزنية المضافة من أوكسيد المغنسيوم وأن أقل قيمة لها عند إضافة نسبة (0.5%) من أوكسيد المغنسيوم بسبب (زيادة المقاومة) ، أما بالنسبة الى النقصان في قيمة ($\tan\delta$، ε'') للالومينا مع التردد فيرجع سببه ان ثنائيات القطب لا تجد الوقت الكافي لتتبع تغيرات المجال المتناوب الأمر الذي يؤدي الى انخفاض الطاقة المفقودة أو الممتصة أي سيحصل فقدان عال في الطاقة عند الترددات الواطئة وذلك للتغلب على مقاومة الاحتكاك بين ثنائيات القطب في أثناء دورانها وأنه بزيادة التردد يزداد تيار التسرب ويقل كل ثابت العزل الخيالي وقيم ظل زاوية الفقدان [4].

أظهرت النتائج زيادة قيمة السعة الكهربائية وثابت العزل (ε') عند اضافة النسب الوزنية من أوكسيد المغسيوم وكانت النسبة الوزنية (0.5%) أكثر من النسب الأخرى بينما أظهرت الاضافة الزيادة في الفقدان العزلي ($\tan\delta$ ، ε'') نتيجة للنقصان في قيمة المقاومة الكهربائية.

أما بالنسبة الى تغير الخواص الكهربائية مع التردد فقد اظهرت النتائج عموماً تناقصها مع التردد بسبب توقف الشحنات الفراغية.

المصادر

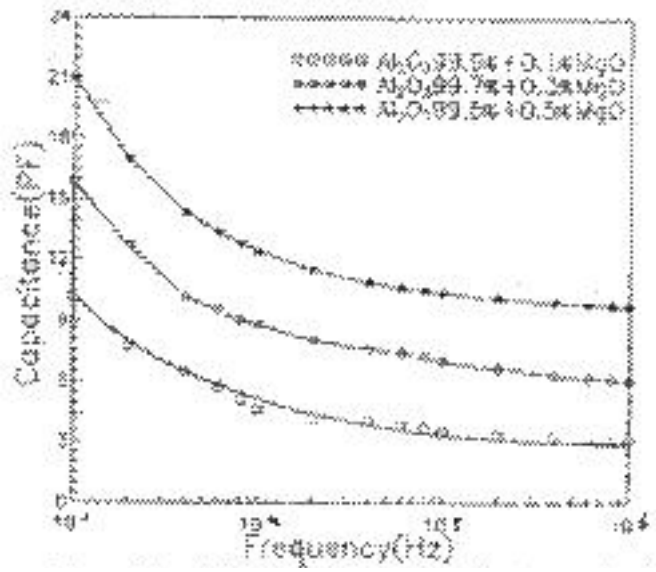
1.Suchet, (1979), Electrical Conduction in Solid Materials,.9, Pergamon press, Oxford, ch.(5)

2 .يحيى عبد الحميد (1977) ، الكهربائية والمغناطيسية، جامعة الموصل .

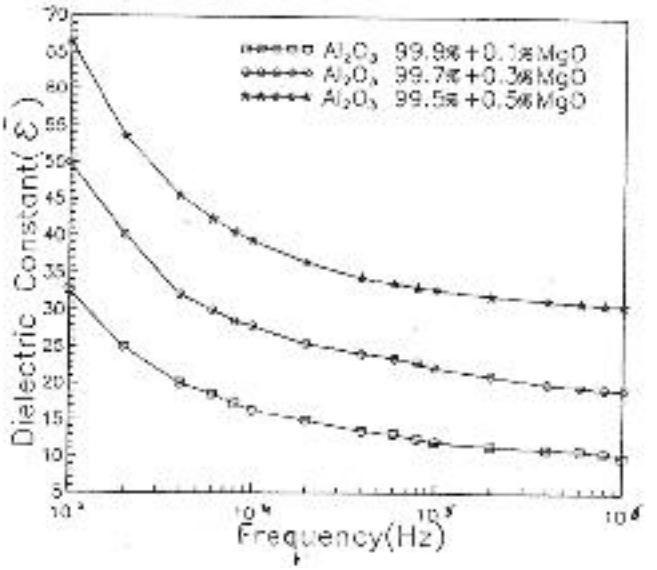
3. Door, E.(1984), Alumina (USA).

4. John,V. Florlo (1960), "Dielectric Properties of Alumina of High Tempreturs, J.Am.Soc. 43(5): 262-267

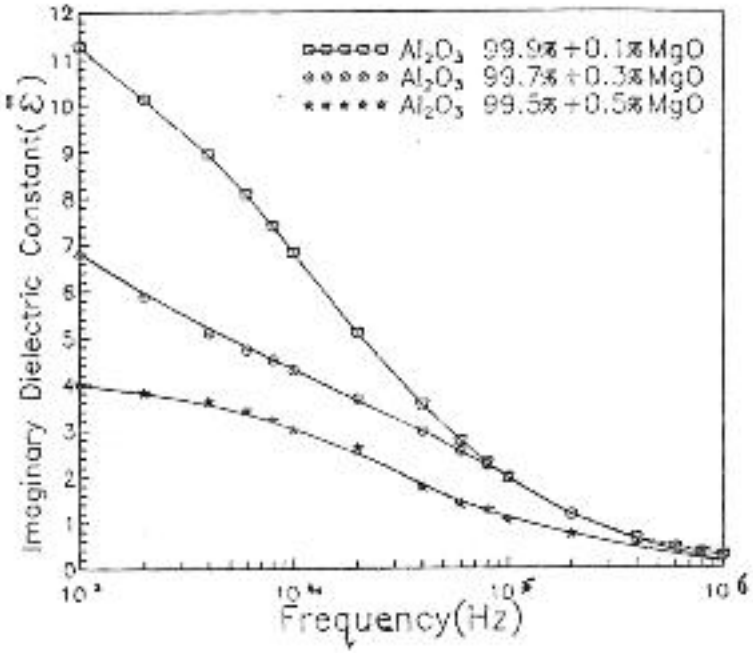
5. Leon, M. Atlas. Hikara Nagao and Henary, H., Naramura. (1962), Control of Dielectric Constant and Loss in Alumina Ceramic", J.Am. Ceram. Soc.45(l0): 461-470.
6. James, R. Floyd (1964), Effect of Secondary Crystalline Phyases on Dielectrics Losses in High-Alumina Bodies, J.Am. Ceram.Soc. 47(1): 539-543.
7.Ahmed, F. et al. (2005), Study of dielectrics properties of α -alumina doped with MnO,CdO and MnO, Indian J.7Applied . phy .43:446-458.
7.د. سعيد الراوي ود. شاكر جابر ود. يوسف مولود حسن (1988) فيزياء الحالة الصلبة، جامعة الموصل .
8. Clark, Frank, M.(1946), Insulation Materials for Design and Engineering Practice, John Wilpy and Sons, Inc,New York.



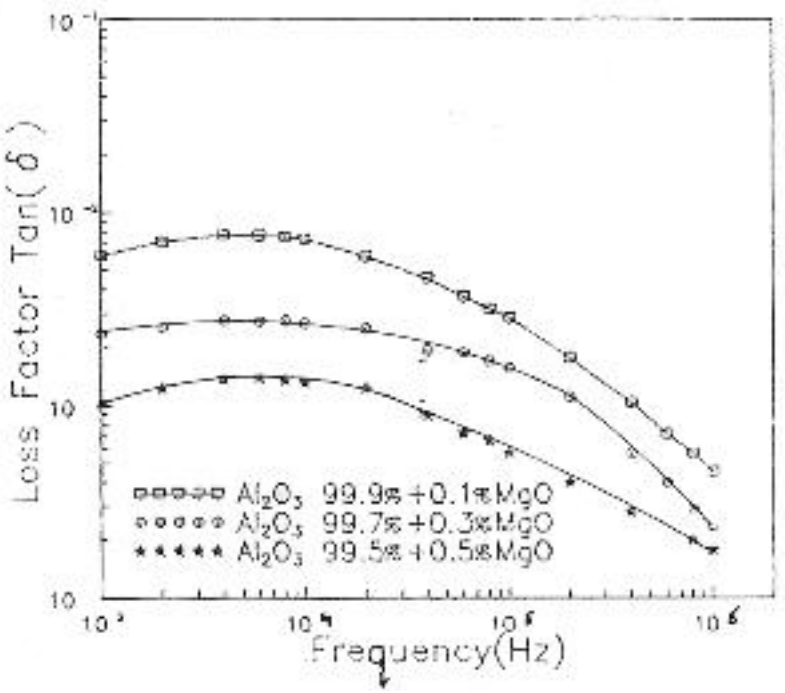
شكل (1): تغير السعة مع تغير النسب الوزنية المضافة من اوكسيد المغنيسيوم الى الالومينا وتغير التردد عند درجة حرارة الغرفة وعند زمن تلبيد 6 ساعات



شكل (2): تغير ثابت العزل الحقيقي مع تغير النسب الوزنية المضافة من اوكسيد المغنيسيوم الى الالومينا وتغير التردد عند درجة حرارة الغرفة وعند زمن تلبيد 6 ساعات



شكل (3): تغير ثابت العزل الخيالي مع تغير النسب الوزنية المضافة من اوكسيد المغنيسيوم الى الالومينا وتغير التردد عند درجة حرارة الغرفة وعند زمن تلبيت 6 ساعات



شكل (4): تغيرعامل الفقدان(tan δ) مع تغير النسب الوزنية المضافة من اوكسيد المغنيسيوم الى الالومينا وتغير التردد عند درجة حرارة الغرفة وعند زمن تلبيد 6 ساعات

IBN AL- HAITHAM J. FOR PURE & APPL. SCI. VOL.24 (3) 2011

Study of the Dielectric Properties Ceramics Specimens Prepared from Alumina and MgO

S. A. Maki,Z. T. Al-Dahan*,Sh. K. Abd Al-Hassan
Department of physics, College of Ibn-Al-Haithm , University of Baghdad
*** College of Engineering, University of Al-Nahrin**
Received in : 6, March , 2011
Accepted in : 30, May , 2011

Abstract

A study carried out on ceramic material made at (α-Al_2O_3) doped with MgO (0.5 , 0.3 , 0.2,0.1)%,with particle size at 63μm.

A Hydraulic press of 5kn at diameter of 2cm.A nnalelling at 1500C^o and 6 hrs still to see the effect on the changes of the dielectric material. With frequency range at (1K – 1M) Hz. And the result show that at percentage of 0.5% of MgO, the real dielectric material decreased with the increased frequency.

Ke Word : dielectrical of ceramic, electrical properties, Alumina