مجلة جامعة النهرين المجلد ١٧ العدد(٣) أيلول، ٢٠١٤ ص 25-28
العلوم

بعض الخصائص العزلية لمتراكبات بوليمر_ سيراميك البيزوكهربائية (PVC_Pb(Zr0.6,Ti0.4)O3)

سمارة جاسم محمد
قسم الفيزياء، كلية العلوم للبنات، جامعة بغداد.
E-mail:- al-joboury-samara@yahoo.com

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة بعض الخصائص العزلية لمتراكبات بوليمر- سيراميك تيتانيت زركونيت رصاص (مركب البيزوكهربائية) وكان البوليمر المستخدم PVC ومركب البيزوكهربائية $Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$ بأعتماد طريقة صبّة المذيب لتحضير نماذج متراكبات PVC- $Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$ وبكسور وزنية مختلفة١٥%، ٣٠%،٤٥%، ٦٠% تم قياس ثابت العزل الكهربائي للبوليمر ونماذج المتراكبات وبالكسور الوزنية المختلفة المحضرة بطريقة صبّة المذيب وقد لوحظ ان قيم ثابت العزل تزداد بزيادة نسبة السيراميك $Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$ في نماذج المتراكبات زيادة ضئيلة عند النسب القليلة ١٥% و ٣٠% وكبيرة عند النسب ٤٥% و ٦٠%. كما تم حساب قيم ظل زاوية الفقد $\tan\delta$ للبوليمر والمتراكبات وقد لوحظ انها تزداد بزيادة الكسر الوزني لمركب السيراميك $Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$ بنسب ضئيلة جداً.

كلمات مفتاحية: ثابت العزل، فقدان عزلي، مواد متراكبة بوليمرية، مواد بيزوكهربائية.

المقدمة

تقع معظم المواد السيراميكية ضمن العوازل اللاخطية وهي المواد التي يعتمد فيها ثابت العزل على شدة المجال الكهربائي وتتضمن هذه العوازل خواص منها خاصية الحديد وكهربائية Ferroelectric وتمتاز العوازل الحديد وكهربائية بقيم عزل عالية حيث تصل اعظم قيمة له عند درجات حرارية محددة أو شدة مجال معينة فضلاً عن اعتمادها على درجة الحرارة وظهور الخواص الحديد وكهربائية ضمن مدى حراري محدد [١]. اما خاصية البيزوكهربائية Piezoelectric هي ظاهرة تولد شحنات كهربائية عندما تخضع المادة لاجهاد معين، وعكس الحالة تصح أيضاً بحدوث تغيير في الأبعاد الخطية للمادة بتأثير المجال الكهربائي، وفي كلتا الحالتين تسمى هذه الخاصية بالبيزوكهربائية. من أهم المواد التي تمتاز بهذه الصفة هي الكوارتز SiO_2 حيث يسمى في بعض الأحيان بيزو كوارتز (Piezoquartz). يحدث الاستقطاب الكهربائي لبلورات لحديد وكهربائية بسبب ازاحات الأيونات داخل خلية الوحدة، وبالعكس عند تسليط مجال كهربائي فانه سوف ينتج إزاحة للشحنات ولذلك يحدث تشوه في خلية الوحدة، وهذا يقود الى ظهور البيزوكهربائية. إن المواد السيراميكية مثل تيتانيت باريوم $BaTiO_3$، وتيتانيت زركونيت رصاص PZT تملك خصائص بيزوكهربائية. ويعد PZT من بين جميع مواد البيزوسيراميك الأكثر استعمالا في محولات الطاقة (Transducers) حيث ان هذه العائلة من مواد البيزوسيراميك تملك قيما عالية من معامل البيزوكهربائية الشحني (Charge Piezoelectric Coefficient) ومعامل الاقتران الكهروميكانيكي (Electromechanical Coupling Coefficient)، وثابت العزل الكهربائي (Dielectric Constant) بالأضافة لذلك تملك عامل فقد كهربائي واطئ وممانعة صوتية عالية وقيم واطئة لمعامل البيزوكهربائية الفولتي [٢]. لذلك فأنها تستعمل في تطبيقات مختلفة لكن طبيعة هذه المواد الهشة (Brittle) تحد من استعمالها في بعض التطبيقات كما ان دراسة خصائص العزلية والبيزوكهربائية لمتراكبات PVC/PZT مهمة في تحديد نوع التطبيق مثلاً توليد والكشف عن الموجات فوق الصوتية وكذلك استثمار العينات البحثية للأغراض التطبيقية في مجال محولات الطاقة (Transducers) أما لتوليد الانفعال أو لتوليد الفولتية [٣]. وهناك العديد من الدراسات السابقة تهتم في هذا المجال فقد قام الباحث وجماعته Sakamoto et.al ٢٠٠٤ بدراسة الخصائص العزلية والبيزوكهربائية لمتراكبات متكونة من

اساس البوليمر Pu (Polyurethane) ومسحوق السيراميك PZT ولقابلية هذه المتراكبات لاستجابتها للإشارة الكهربائية فقد استعملت في قياس رطوبة التربة [٤]. كما قامت الباحثة ٢٠٠٥ بدراسة الخصائص العزلية والبيزوكهربائية لمتراكبات PVC ومسحوق مركب البيزوكهربائي $Pb(Zr_{0.52},Ti_{0.48})O_3$ [٥]. كما قام مجموعة من الباحثين ٢٠٠٨ بدراسة الخصائص العزلية لمواد متراكبة من بوليمر FPVD – ومركب التيتانيوم باريوم [$BaTiO_3$ ٦].

الجزء العملي

المواد المستعملة

بولي فاينيل كلوريد Poly(Vinyl Chloride) البوليمر PVC المستعمل في هذه الدراسة هومن النوع التجاري (commercial) المتوفر في الأسواق المحلية.

مركب تيتانيت الزركونيت رصاص Lead Zirconate Titanate و المعروف بـ PZT ذي الصيغة الكيمياوية $Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$ هو مركب سيراميكي يحضر بطريقة تقنية المساحيق من أوكسيد الرصاص و أوكسيد الزركونيوم و أوكسيد التيتانيوم بنسب وزنية محددة.

تحضير العينات Preparation of Samples

اعتمدت نسب مختلفة للبوليمر والسيراميك لتحضير المتراكبات. وتم قياس الاوزان المكافئة من بوليمر كلوريدالفاينيل PVC وسيراميك $Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$، وكانت النسب الوزنية المئوية المختارة لتحضير متراكبات PVC- $Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$ هي ١٥%،٣٠%،٤٥%،٦٠% حضرت النماذج من متراكبات بوليمر– سيراميك بتقنية صبّة المذيب Solvent Cast Technique تعتمد هذه التقنية على إذابة البوليمر في مذيب مناسب، هيئت قوالب دائرية وخلطت أوزان من بوليمر PVC وسيراميك $Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$ بنسب وزنية محددة. و أذيب البوليمر الحاوي السيراميك بمذيب وصبت الخلطة (Slurry) في القالب. جففت النماذج بوضعها في فرن تجفيف (Drying Oven) عند درجة 75^0C لمدة 24h لإزالة بقايا المذيب. بعدها فصلت النماذج عن القالب وتم الحصول على نماذج عبارة عن أقراص دائرية بقطر 25mm وسمك 1.5mm. لإجراء القياسات الكهربائية لنماذج متراكبات PVC – $Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$ وهي قياس ثابت العزل الكهربائي والفقدان العزلي.

لحساب ثابت العزل الكهربائي dielectric constant والفقدان العزلي dielectric loss فقد تم ترتيب إجراء قياس السعة الكهربائية لنماذج متراكبات PVC-PZT بأستعمال دارة تكامل ٥٥٥ (555 Integrated Circuit) [٥]. توفر هذه الدائرة إمكانية قياس السعة الكهربائية للنماذج قيد الدراسة حيث يعد استعمال النمط الثابت لمؤقت ٥٥٥ واحد من طرائق قياس السعة ولمدى واسع من الترددات عند درجة حرارة الغرفة، حيث ان الجزء الأساس لهذه الدارة هو دارة تكامل I.C.555 والقادر على إنتاج تذبذب مضبوط وكانت قيم السعة مقاربة للقيم القياسية ولقد ثبت تجريبياً أنّ زاوية الطور بين التيار والفولتية تكون أقل من (90^0) بزاوية صغيرة يطلق عليها زاوية الفقدان (loss Angle) يرمز لها (δ) عند وجود مادة عازلة بين لوحي المتسعة وباستخدام العلاقات التالية:

$$Cx = \frac{1}{2\pi f Xc}$$

$X_C=(R_a+2R_b)$

$$\epsilon r = \frac{C*d}{\epsilon^\circ A}$$

C - المتسعة.

f – التردد.

d – سمك النموذج.

A – مساحة المقطع.

كانت النتائج كما موضح بالجدول رقم (١) لقيم ثابت العزل والفقدان العزلي للكسورالوزنية المختلفة لمتراكبات PVC- $Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$ المحسوبة عند التردد ١٠KHz.

النتائج والمناقشة

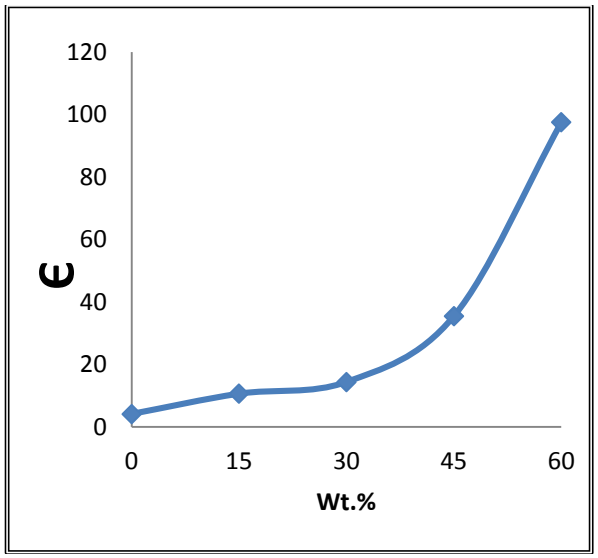
ثابت العزل الكهربائي و الفقدان العزلي Dielectric Constant and dielectric loss يبين الشكل (١) نتائج ثابت العزل الكهربائي لنماذج متراكبات PVC– $Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$ المقاس عند التردد (١٠ kHz) مع نسب الكسور الوزنية نلاحظ أن ثابت العزل الكهربائي يعطي قيما عالية لذلك فان الزيادة في ثابت العزل للمتراكبات تكون

نتيجة المساهمة لسيراميك $Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$ و الذي يملك ثابت عزل عال بحدود [٤١560]. يلاحظ من النتائج المقاسة ان قيم ثابت العزل Є لنماذج المتراكبات تزداد زيادة ضئيلة عند النسب القليلة ١٥% و ٣٠% وكبيرة عند النسب ٤٥% و ٦٠% اما الشكل (٢) فيوضح قيم δ حيث ان الفقدان العزلي هو قياس لكفاءة عزل المادة و يعبر عنه بدلالة ظل الزاوية δ و تسمى بزاوية الفقد، و كلما اقتربت المتسعة من الحالة المثالية فأن القدرة المفقودة تتضاءل. حيث ان وجود المادة المضافة الى قالب البوليمر أدى الى زيادة قيم ظل زاوية الفقد tan δ و بما ان القدرة المفقودة داخل الأنموذج تتناسب عكسياً مع مقاومته ولهذا فأن قيم ظل زاوية الفقد تزداد بسبب انخفاض مقاومته المادة العازلة. كذلك فأن أطوار المواد المكونة لنماذج المتراكبات تؤدي دوراً كبيراً في تحديد مقدار معامل الفقد حيث ان المجال الكهربائي المسلط يؤثر على الالكترونات و الايونات و الفراغات الموجودة في المادة، مع ذلك فأن حركة الشحنات تتباطىء عند تلاقي اي طور في المادة بسبب حدود تلك الاطوار مما يؤدي الى زيادة التوصيلية فيها و بالتالي تزايد قيم معامل الفقد [٧] [٨].

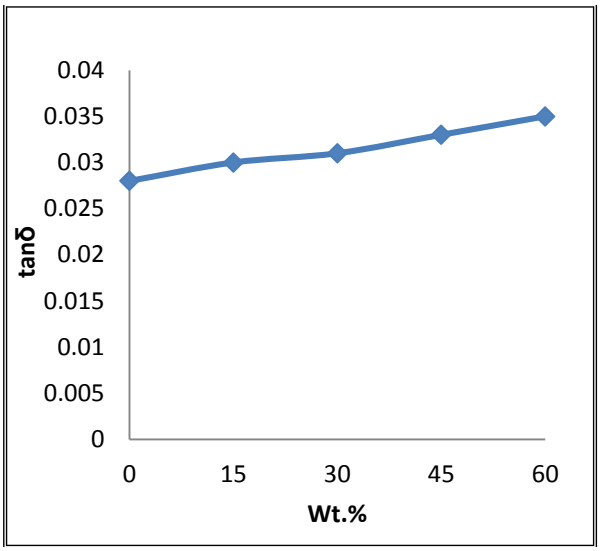
جدول رقم (١)

يوضح لقيم ثابت العزل والفقدان العزلي للكسورالوزنية المختلفة لمتراكبات $PVC - Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$ المحسوبة عند التردد ١٠KHz.

PVC-PZT wt. (%)	Є	δ tan
%٠	٤,١٣	٠,٠٢٨
%١٥	١٠,٦٢	٠,٠٣٠
%٣٠	١٤,٤٠	٠,٠٣١
%٤٥	٣٥,٥	٠,٠٣٣
%٦٠	٦٧,٥٨	٠,٠٣٥



شكل (١) يوضح علاقة ثابت العزل مع النسب الوزنية لمتراكبات PVC/ PZT.



شكل (٢) يوضح علاقة قيم الفقدان العزلي مع النسب الوزنية لمتراكبات PVC/ PZT.

References

[1] Mohammed H.S, "Piezoelectricity Dielectric and Elastic Properties of PVDF and $BaTiO_3$- PVDF Composite", college of science, University of Baghdad, Iraq, 2003.

[٢] Arit G., Hennings D., & G.deWith, "Dielectric Properties of Fine- grained Barium Titanate Ceramics ($BaTio_3$)", J.Appl. Phys., 58[4] 1619-1625 1985.

[٣] Popielarz R., Chiang C. K., Nozaki R., Obrzut "ferroelectric ceramic composites from 100 Hz to 10 GHz. Macromolecules",

J. Dielectric properties of polymer, 34, 5910–5915 (2001).
[٤] Sakamoto W.K., Malmoge J.A., & S.H.Fernandes, "Ferroelectric Ceramic/ Polymer Composite For Soil – Humidity Detection", On –line Magazine, "Sensors & Transducers", 39 112-120 2004.
[٥] M. susan "Study of Dielectric and Piezoelectric Properties of Ceramic – Polymer Composites PVC-PZT" University of Baghdad, Iraq, 2005.
[٦] Chanmal C. V., Jog J. P.: Dielectric relaxations in PVDF/ BaTiO3 nanocomposites. Express Polymer Letters, 2, 294–30 2008.
[٧] Mater J. Chem. "Enhancement of dielectric constant and piezoelectric coefficient of ceramic–polymer composites by interface chelation", 19, 2817-2821, 2009.
[٨] Olszowy M. "Dielectric and Pyroelectric Properties of the Composites of Ferroelectric Ceramic and poly (vinyl chloride)", Condensed Matter phys., 6 [2] 307-313, 2003.

Abstract

In this research. Study some Dielectric properties of polymer - Ceramic composite and the polymer is PVC and piezoelectric Ceramic component is Lead Zirconate Titanate $Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$. samples composites prepared by solvent cast method With Weight fraction (15%,30%,45%,60%) dielectric constant increases with increase Weight fraction of ceramics $Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$ with small increase in 15%,30%,Weight fraction and with large increase in 45%,60% Weight fraction. Also the dielectric loss tanδ is increased by the increasing of Weight fraction for ceramic component $Pb(Zr_{0.6},Ti_{0.4})O_3$.