

دراسة تأثير الأيونات الاستبدالية للكاديوم على الخواص التركيبية والكهربائية لمركبات نيكل- فرايت

عبد السميع فوزي عبد العزيز خلف إبراهيم خليل محمد سلمان عبد القادر

دراسة تأثير الأيونات الاستبدالية للكاديوم على الخواص التركيبية والكهربائية لمركبات نيكل- فرايت

أ.م.د. عبد السميع فوزي عبد العزيز، أ.م.د. خلف إبراهيم خليل، محمد سلمان عبد القادر

جامعة تكريت - كلية التربية للعلوم الصرفة - قسم الفيزياء

الخلاصة

تم تحضير مركبات النيكل - كاديوم ذات الصيغة الكيميائية $Ni_{1-x}Cd_xFe_2O_4$ حيث ان $0 \leq X \leq 0.5$ وذلك باستخدام طريقة تكنولوجيا المساحيق . تم حساب الحجم الحبيبي لجميع مركبات الفرايت المحضرة من حيود الأشعة السينية بعد التأكد من تشكيل الطور الأحادي ذو التركيب البلوري مغزلي الشكل. كما تم حساب ثابت الشبيكة و الكثافة بنوعيهما الكثافة الظاهرية المحسوبة من حيود الأشعة السينية (ρ_{x-ray}) والكثافة الفيزيائية (ρ_d)، حيث وجد أنها تزداد مع زيادة تركيز نسبة الكاديوم، بينما كانت المسامية تنقص مع زيادة تركيز الكاديوم. لقد وجد أن المقاومة الكهربائية وثابت العزل الكهربائي يزداد مع زيادة تركيز الكاديوم بينما قيم عامل الفقد و ظل زاوية الفقد تقل مع زيادة تركيز الكاديوم، والقيم العظمى لعامل الفقد و ظل زاوية الفقد وجدت عند تساوي تردد قفز حاملات الشحنة مع تردد المجال الكهربائي الخارجي المسلط. حيث وجد إن ثابت العزل الكهربائي وعامل الفقد و ظل زاوية الفقد تتناقص مع الزيادة في الترددات. كما لوحظ ان المقاومة تنخفض مع زيادة درجة الحرارة لذلك تظهر خصائص شبه موصل.

الكلمات المفتاحية: الفرايت، الخواص التركيبية والكهربائية، الاستبدال

The Effect of Cadmium Substitution on the Structural and Electrical Properties in Nickel Ferrite

**Asst. Prof. Dr. Abdul Samee F. Abdul Aziz, Asst. Prof. Dr. Kalaf E. Khalil,
Mohammed S. Abdul Kader**

University of Tikrit - College of Education - Department of Physics

Received 1 February 2015 ; Accepted 29 April 2015

Abstract

Nickel – Cadmium ferrites having the chemical formula $(Ni_{1-x}Cd_xFe_2O_4)$, ($0 \leq X \leq 0.5$) were prepared by using powders technology method. The grain size of the ferrite samples were estimated from X-ray diffraction studies after the confirmation of the formation of single phase spinel structure of the ferrites. We found that the Lattice constant and density (ρ_{x-ray}),

دراسة تأثير الأيونات الاستبدالية للكاديوم على الخواص التركيبية والكهربائية لمركبات نيكول- فرايت

عبد السميع فوزي عبد العزيز خلف إبراهيم خليل محمد سلمان عبد القادر

(ρ_d) increased with Cd content while the porosity was noticed to decrease. The electrical resistivity and the dielectric constant was found to increases with the increase of cadmium concentration, while the loss factor and the dielectric loss tangent decreases with the increase of cadmium concentration. A maximum of loss factor and the dielectric loss tangent was observed when the hopping frequency is equal to the external electric field frequency. The dielectric constant and the loss factor and the dielectric loss tangent decreases with the rise in frequency. Also notice decrease in resistivity with temperature is normal behavior for semiconductors.

Key words: Ferrite, Structural and electrical properties, Substitution

المقدمة

تظهر الخصائص الكهربائية والمغناطيسية في الفريتات نتيجة للتفاعلات المتبادلة بين الأيونات المعدنية المختلفة والتي تشغل مواقع معينة نسبة إلى مواقع أيونات الأوكسجين الأساسية في التركيب البلوري للأوكسيد ، بالرغم من أن هذه المواد تميل إلى مجموعة المواد شبه الموصلة فهي لا تنطبق عليها نظرية الحزمة الاعتيادية، بل تفسر ظواهر الانتقال الكهربائي فيها على الأغلب على أساس ضغط الفونون بسبب قفز الحاملات بين الحاملات الموقعية (localized state) والتي تسمى أيضا بإبصالية التنطط (hopping conductivity) [1]. لذلك تمتلك مركبات الفرايت المرنة مواصفات مغناطيسية وكهربائية جيدة حيث تمتاز بسهولة تمغنطها وامتلاكها مقاومة كهربائية عالية تقدر بحوالي $10^6 \Omega.cm$ وثابت عزل عالي ولهذا فان خسائر التيارات الدوامة قليلة مما جعلها ذات طيف استخدام في التطبيقات العملية والهندسية [2-3]، أما من الناحية الكيماوية فإنها مواد مستقرة ذات لون رصاصي داكن أو اسود ، ومعظم هذه المواد تمتلك تركيب مغزلي (Spinel) والصيغة العامة لها MFe_2O_4 حيث إن M قد تكون عنصر أو أكثر من العناصر الانتقالية Ni, Zn [4-5] (Mg, Mn.....etc) والتي بتغير نسبها يحصل تغير في المواصفات للمنتج النهائي وكذلك في مجال التطبيق الذي سيستخدم فيه ونتيجة لهذه المواصفات أعلاه فقد شاع استعمال هذه المواد بصورة واسعة جداً كبديل للمواد المستخدمة سابقاً (صفائح الحديد) في بناء قلوب المغناط والمحولات الكهربائية وذلك لما لها من دور في تقليل الطاقة المبددة نتيجة لتقليص دورة الهسترة المغناطيسية فيها [6] ، علاوة على جعل مفايد التيارات الدوامة صغيرة جداً مقارنة بالتيارات الدوامة الكبيرة عند استخدام المعادن كقلوب ، وذلك بسبب المقاومة الكهربائية العالية التي تمتلكها الفريتات نسبة لما هي عليه في المعادن . وللفريتات استخدامات أخرى ضرورية جداً في الحياة اليومية كاستخدامها في أجهزة الاتصالات (البث والاستلام) والرادارات تستخدم كمرشحات (Filters) وملفات الخنق (Chock Coil) وقضبان الهوائيات (Antenna) والمضخمات المغناطيسية (Magnetic Amplifiers) وذاكرات الحاسبات والكاميرات الرقمية وغيرها من التطبيقات الالكترونية وتطبيقات القدرة ، كما إنها تستعمل كمواد توهين للموجات المايكروية لإخفاء الأهداف الطائرة عن الرادار [3,4,7] .

دراسة تأثير الأيونات الاستبدالية للكاديوم على الخواص التركيبية والكهربائية لمركبات نيكل- فرايت

عبد السميع فوزي عبد العزيز خلف إبراهيم خليل محمد سلمان عبد القادر

إن الهدف من هذا البحث هو دراسة تأثير إضافة الأيونات الاستبدالية للكاديوم ذات أنصاف أقطار كبيرة بديلاً عن أيونات مستبدلة للنيكل ذات أنصاف أقطار صغيرة على الخواص التركيبية والكهربائية لمركبات $Ni_{1-x}Cd_xFe_2O_4$ المحضرة بطريقة تكنولوجيا المساحيق .

العمل التجريبي

1 -المواد الأولية المستخدمة

من المهم استخدام مواد أولية ذات نقاوة عالية جداً ، إذ إن وجود بعض الشوائب يؤثر على الخواص التركيبية للمواد الفرايتية الناتجة ، وبدوره يؤثر كثيراً في الخواص الكهربائية والمغناطيسية للنتائج النهائي ، لذلك فقد استخدمت مواد ذات (Fe_2O_3) ، وأوكسيد الحديد (CdO) ، وأوكسيد الكاديوم (NiO) والتي هي أوكسيد النيكل 99% نقاوة لا تقل عن

2- طريقة التحضير

يتم حساب النسب الوزنية للمواد المستخدمة في تحضير كل نموذج لقيم $(x= 0.0,0.2,0.4,0.5)$ بدقة بواسطة ميزان حساس نوع (AND HR-200) دقته لغاية 10^{-4} من الغرام ، ويتم تحضير المركبات بخلط نسب مولية (1:1) وذلك من حساب النسبة للوزن المستخدم الى الوزن الجزيئي لكل أوكسيد اعتماداً على الصيغة المطلوبة بعدها يتم خلط المواد باستخدام مورتير عقيق وبشكل جيد وذلك للحصول على أكبر تجانس ممكن، ثم يسخن الخليط في فرن كهربائي وفي وجود الهواء الجوي وبدرجة حرارة $700^{\circ}C$ ولمدة 12hr كي لا تتحلل أيونات Ni^{2+} مكونة أيونات Ni^{3+} ثم يترك الخليط ليبرد إلى درجة حرارة الغرفة وبمعدل درجة حرارة واحدة لكل دقيقة، إن هذه العملية تسمى بعملية التليد الحراري. ثم يتم إعادة طحن المسحوق جيداً للحصول على جسيمات ناعمة وبعد هذه العملية يتم إضافة المادة الرابطة وهي متعدد فينيل الكحول (PVA) بنسبة قطرتين وذلك ليتماسك المزيج أثناء عملية الإخراج من القالب ولعدم حصول تشويه أو عيوب سطحية للنموذج وإن هذه النسبة لا تؤثر على المكونات الرئيسية للفرايت وكذلك تتبخر أثناء عملية التسخين النهائية. بعدها تتم عملية كبس المسحوق للحصول على عينات وبشكل اقراص (pellets) وباستخدام مكبس ميكانيكي وبضغط يتجاوز 4 ton/cm^2 . جريت عملية التليد الحراري (annealing) بتسخين الأقراص المكبوسة إلى درجة حرارة $1100^{\circ}C$ ولمدة 4hr. تركت العينات لتبرد إلى درجة حرارة الغرفة بعدها يتم صقل العينات باستخدام أوراق ناعمة من كربيد السليكون لتصبح العينات جاهزة للاختبار .

3 - الفحوصات والقياسات العملية

أولاً: فحوصات الأشعة السينية

لقد اعتمد فحص حيود الأشعة السينية (XRD) وذلك لمعرفة الحصول على مادة الفرايت المغزلي، وتحديد طبيعة البنية البلورية للنماذج الملبدة. فقد تم استخدام جهاز حيود الأشعة السينية نوع (SHIMADZU) وبالمواصفات الآتية: الأشعة المستخدمة هي $(Cu-K\alpha)$ ذات طول موجي (1.54060 \AA) وبسرعة مسح (5 deg/min) .

دراسة تأثير الأيونات الاستبدالية للكاميوم على الخواص التركيبية والكهربائية لمركبات نيكول- فرايت

عبد السميع فوزي عبد العزيز خلف إبراهيم خليل محمد سلمان عبد القادر

ثانياً: قياس الكثافة الفيزيائية (ρ_d)

اجريت قياسات الكثافة الفيزيائية (ρ_d) وذلك من قياس ابعاد النموذج باستخدام ورنية رقمية وكتلته باستخدام ميزان حساس ومن العلاقة التالية [8]:

$$\rho_d = \frac{m}{V} \quad \text{-----(1)}$$

(. cm^3 : الحجم (v) ، gram كتلة النموذج (m): حيث أن

ثالثاً: القياسات الكهربائية

لغرض اجراء القياسات الكهربائية يتم تنعيم وصقل سطحي النماذج ومن ثم يتم طلاء السطحين المتقابلين من كل نموذج بطبقة رقيقة من معجون الفضة لغرض الحصول على التوصيل الأومي مع تثبيت سلكين موصلين بسطحي النموذج وذلك لوصلهما مع اقطاب الجهاز المستخدم.

أ- قياس المقاومة الكهربائية المستمرة (ρ_{dc})

يتم دراسة المقاومة الكهربائية المستمرة للنماذج وذلك بوضعها في أفران حرارية بعد توصيلها بأسلاك الى دائرة كهربائية مستمرة تحتوي على (keithely meter) لقياس المقاومة الكهربائية (R) وعند فرق جهد مقداره (واحد) فولت، حيث تم تسجيل قيم المقاومة (R) لكل 5 درجات حرارية ابتداءً من درجة حرارة الغرفة 30°C إلى درجة حرارة 200°C ولحساب المقاومة الكهربائية استخدمت العلاقة الرياضية التالية [9]:

$$\rho_{dc} = R \frac{A}{d} \quad \text{-----(2)}$$

حيث أن A: المساحة السطحية للنموذج ، d: سمك النموذج .

ب- قياس ثابت العزل الحقيقي ϵ' ، عامل الفقد ϵ'' ، ظل زاوية الفقد $\tan\delta$

استخدم جهاز LCR-meter لقياس السعة (C_p) وظل زاوية الفقد ($\tan\delta$) في حالة التوازي عند درجة حرارة الغرفة ولفرق جهد (1V) ، وتغيير التردد من 10Hz الى 200KHz .

لحساب ثابت العزل الكهربائي الحقيقي استخدمت العلاقة التالية [10]:

$$\epsilon' = C_p \frac{d}{\epsilon_0 A} \quad \text{-----(3)}$$

حيث أن ϵ_0 : سماحية الفراغ وقيمتها $8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$.

ولمعرفة عامل الفقد (ϵ'') استخدمت العلاقة التالية [11]:

$$\epsilon'' = \epsilon' \tan\delta \quad \text{-----(4)}$$

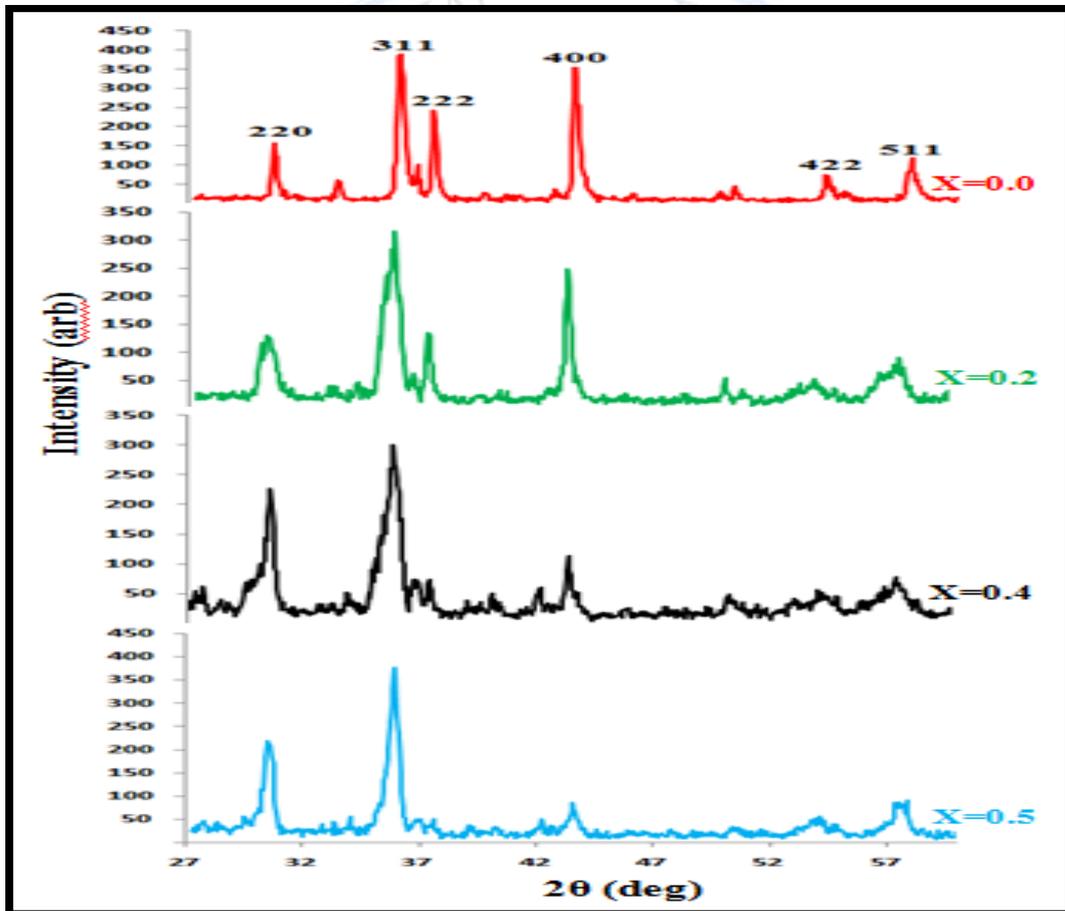
دراسة تأثير الأيونات الاستبدالية للكادميوم على الخواص التركيبية والكهربائية لمركبات نيكل- فرايت

عبد السميع فوزي عبد العزيز خلف إبراهيم خليل محمد سلمان عبد القادر

النتائج والمناقشة

1 - فحوصات حيود الأشعة السينية

اذ لوحظ تكون الفرايتات المغزلية لجميع النماذج وبصورة جيدة وذات تراكيب بلورية مكعبة الشكل و متمركزة الاوجه (FCC) وحسب ما موضح في الشكل (1) ، ومن الممكن ملاحظة التطابق للقيم الرئيسية (220),(311),(222),(400),(422),(511). وعند مقارنتها مع بطاقة JCPDS data Card No (10-325) يوجد هنالك تطابق جيد معها .



الشكل (1) : انماط حيود الأشعة السينية لمركبات $Ni_{1-x}Cd_xFe_2O_4$

تم حساب ثابت الشبكة (a) لجميع النماذج وللمستوي (311) باستخدام العلاقة التالية [11] :

$$a = [d^2(h^2+k^2+l^2)]^{1/2} \text{-----(5)}$$

حيث أن d: المسافة بين المستويات المتوازية في نموذج (XRD) و، معاملات ميلر المناظرة لكل مستوي.

دراسة تأثير الأيونات الاستبدالية للكاميوم على الخواص التركيبية والكهربائية لمركبات نيكول- فرايت

عبد السميع فوزي عبد العزيز خلف إبراهيم خليل محمد سلمان عبد القادر

لوحظ ان ثابت الشبكة يزداد تدريجيا مع زيادة تركيز الكاديوم، ويمكن تفسير ذلك على اساس انصاف الاقطار الايونية للنيكل والكاميوم حيث ان نصف قطر ايون الكاديوم (0.99\AA) وهو اكبر من نصف قطر ايون النيكل (0.74\AA) فان استبدال جزيء النيكل (Ni^{+2}) من قبل الكاديوم (Cd^{+2}) يؤدي الى التوسع في الشبكة وبالتالي يزداد ثابت الشبكة. كذلك تم حساب معدل الحجم الحبيبي (D_{nm}) باستخدام العلاقة التالية [13]:

$$D_{nm} = \frac{k\lambda}{\beta_{1/2} \cos\theta} \quad \text{-----(6)}$$

حيث أن K : الثابت الشكلي قيمته (0.9)، λ : الطول الموجي للأشعة السينية المستخدمة (1.54060\AA)، β : عرض القمة عند منتصف الشدة (FWHM)، θ : زاوية براك. لقد وجد ان معدل الحجم الحبيبي يزداد مع زيادة تركيز الكاديوم، النتائج المحسوبة مبينة في الجدول (7).

الجدول (1) يوضح النتائج التي تم الحصول عليها من حيود الاشعة السينية لمركبات $\text{Ni}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$

Content (X)	Lattice Constant (\AA)	X-ray density ($\rho_{x\text{-ray}}$) (g/cm^3)	Porosity %	Grain size (nm)
0.0	8.2709	5.422	16.43	27.730
0.2	8.2812	5.457	15.86	28.296
0.4	8.2838	5.479	14.74	30.142
0.5	8.2869	5.491	14.31	31.512

الكثافة الظاهرية المحسوبة من حيود الاشعة السينية ($\rho_{x\text{-ray}}$) تم ايجادها من خلال العلاقة التالية [14]:

$$\rho_{x\text{-ray}} = \frac{8M}{N_A^3} \quad \text{----- (7)}$$

حيث أن M : الكتلة المولارية N_A : عدد افوكادرو Avogadro's number وقيمته (6.023×10^{23})

حيث يلاحظ ان الكثافة ($\rho_{x\text{-ray}}$) تزداد مع زيادة تركيز الكاديوم لانها تعتمد على الوزن الجزيئي للمركب كما مبين في الجدول (1).

و من خلال المعادلة التالية تم حساب المسامية للنماذج المحضرة: [15]

دراسة تأثير الأيونات الاستبدالية للكاميوم على الخواص التركيبية والكهربائية لمركبات نيكل- فرايت

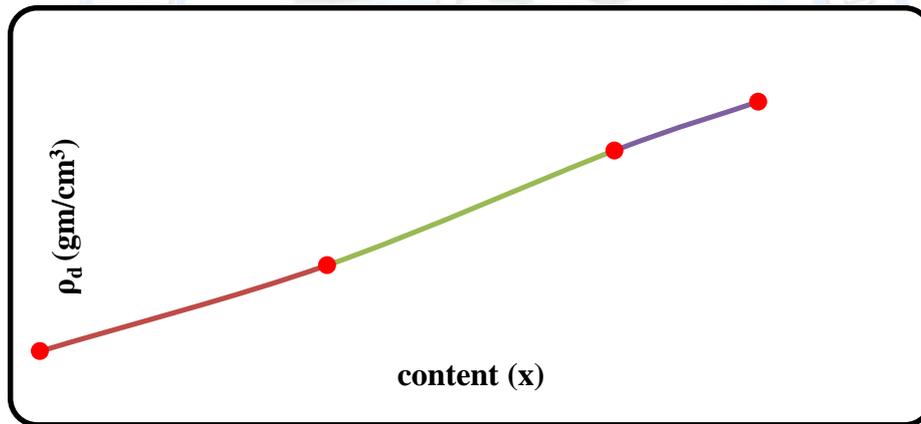
عبد السميع فوزي عبد العزيز خلف إبراهيم خليل محمد سلمان عبد القادر

$$P = \left(\frac{1-\rho_d}{\rho_{X-ray}} \right) \times 100\% \quad \text{-----(8)}$$

حيث يتبين كما في الجدول (1) انخفاض في قيمة المسامية مع زيادة تركيز الكادميوم يرجع ذلك الى خلق مزيد من الأيونات الموجبة المضافة الى النماذج وخلق اقل من شواغر الاوكسجين [16].

2 - قياس الكثافة الفيزيائية

تمت دراسة تغير الكثافة الفيزيائية للنماذج المحضرة بتراكيز مختلفة ($x=0.0,0.2,0.4,0.5$) وباستخدام العلاقة (1) حيث اظهرت النتائج أن الكثافة الفيزيائية تزداد بزيادة قيمة (x) حيث تكون اعلى قيمة لها عند ($x=0.5$) كما موضح بالشكل (2) . ان زيادة الكثافة بزيادة تركيز الكادميوم يعود الى الوزن الذري للكاميوم (112 amu) اكبر من الوزن الذري للنيكل (59 amu) [17]. ان زيادة النسبة الوزنية في المركب سيزيد من وزن النماذج وبالتالي يؤدي الى زيادة الكثافة الظاهرية ،كذلك مايرافق العملية من عملية الأتماء الحبيبي و الغاء المسامات بسبب زيادة انتشار الجسيمات يؤدي الى زيادة في الكثافة . يلاحظ ان الكثافة المحسوبة من حيود الأشعة السينية تكون اكبر من قيم الكثافة الفيزيائية بسبب وجود المسامات في العينات.



الشكل (2): يبين تغير الكثافة الظاهرية مع تغير تركيز الكادميوم

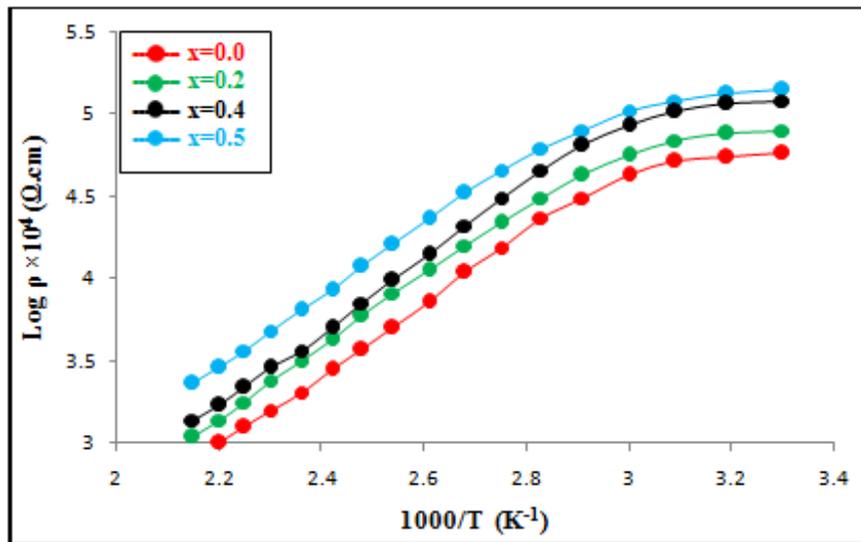
3- اعتماد المقاومة الكهربائية المستمرة على درجة الحرارة

يوضح الشكل (3) تغير المقاومة الكهربائية لمركبات $Ni_{1-x}Cd_xFe_2O_4$ ولقيم ($x=0.0,0.2,0.4,0.5$) مع درجة الحرارة المطلقة ضمن مدى درجات الحرارة $(30-200)^\circ C$.

من الشكل يتضح بان المقاومة الكهربائية تتناقص مع زيادة درجة الحرارة ويمكن تفسير ذلك على اساس ان زيادة درجة الحرارة يزيد من حركية حاملات الشحنة الذي ادى الى زيادة في التوصيلية الكهربائية وبالتالي انخفاض في المقاومة لذلك انها تظهر خصائص شبه موصل [18].

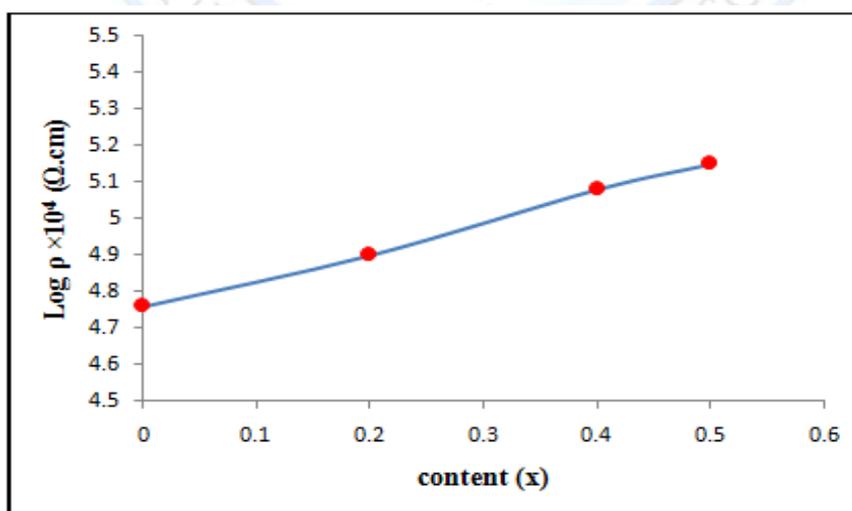
دراسة تأثير الأيونات الاستبدالية للكاميوم على الخواص التركيبية والكهربائية لمركبات نيكل- فرايت

عبد السميع فوزي عبد العزيز خلف إبراهيم خليل محمد سلمان عبد القادر



الشكل (3) : تغير المقاومة الكهربائية مع مقلوب درجة الحرارة لمركبات $Ni_{1-x}Cd_xFe_2O_4$

اما الشكل (4) فيوضح تغير المقاومة الكهربائية مع تركيز الكاديوم. من الشكل نلاحظ زيادة المقاومة مع زيادة قيم (X) يعود ذلك الى توزيع ايونات الكاديوم Cd^{+2} في مواقع ثماني السطوح (B) ومع زيادة تركيز (X) للمركب تزداد ايونات الكاديوم في مواقع (B) لذلك فان تركيز ايونات الحديد Fe^{+3} تتناقص تدريجيا في مواقع (B) وهذا يؤدي الى عرقلة حركة نقل الالكترن بين ايونات الحديد Fe^{+2} و Fe^{+3} في مواقع (B) التي هي المسؤولة عن التوصيل الكهربائي في الفرايت وبذلك تزداد المقاومة. هذه الاعاقلة في نقل الالكترن بين ايونات الحديد Fe^{+2} و Fe^{+3} تعود بسبب كبر انصاف اقطار ايونات الكاديوم [19-20].



الشكل (4) :تغير المقاومة مع تركيز الكاديوم

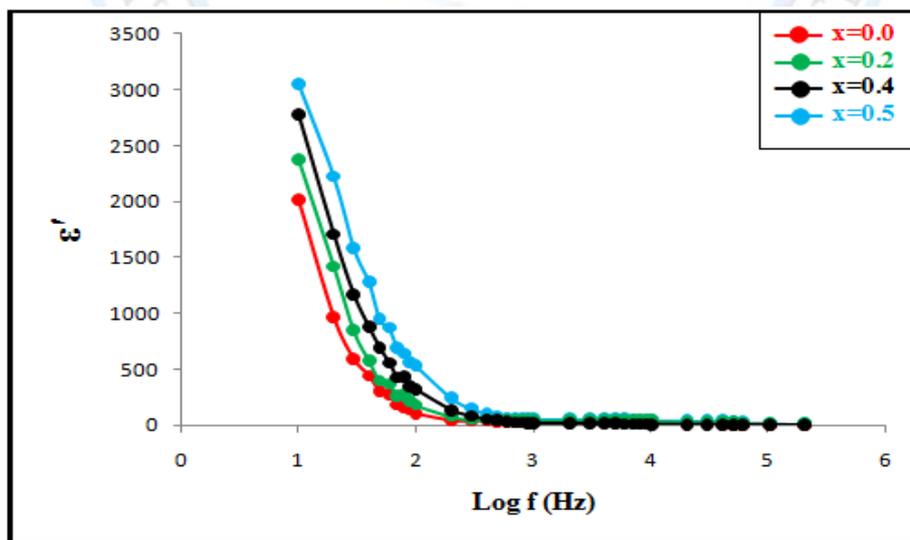
دراسة تأثير الأيونات الاستبدالية للكاديوم على الخواص التركيبية والكهربائية لمركبات نيكل- فرايت

عبد السميع فوزي عبد العزيز خلف إبراهيم خليل محمد سلمان عبد القادر

4- اعتماد ثابت العزل الكهربائي الحقيقي على التردد

الشكل (5) يبين تغير ثابت العزل الكهربائي الحقيقي كدالة للتردد في المدى (10Hz-200KHz) لمركبات $Ni_1-xCd_xFe_2O_4$ ولجميع قيم (X).

يتبين من الشكل ان قيم ثابت العزل الكهربائي تكون عالية عند الترددات المنخفضة ومن ثم يتناقص بسرعة مع ارتفاع في التردد الى ان يصل الى قيمة ثابتة. حيث نجد عند التردد (300Hz) فما دون تكون محصلة الاستقطاب لجميع انواعه (الالكتروني، الأيوني،الاتجاهي،الشحنة الفراغية) الا ان القيمة العالية لثابت العزل يعود الى عملية استقطاب الشحنة الفراغية وذلك لكبر كتلتها بالنسبة إلى الأنواع الأخرى ، إذ إنها تمثل مجموعة كبيرة من الشحنات تتراكم عند العيوب البلورية أو الفراغات والتي تؤدي إلى توليد تراكم موضعي للشحنات يعمل على حث شحنات معاكسة في الجهة الأخرى مؤدية بذلك إلى نشوء ثنائيات قطبية في المادة وعند زيادة التردد الى اكثر من (300Hz) نجد انخفاضا حادا في قيم ثابت العزل وهذا يدل على انه ضمن هذا المدى من الترددات تنتهي فترة استقطاب الشحنة الفراغية حيث تكون ثنائيات القطب المسؤولة عن الاستقطاب التوجيهي غير قادرة على مواكبة التغير في اتجاه المجال الكهربائي المسلط وتوجيه نفسها باتجاهه وهذا من شأنه ان يؤدي الى تناقص في قيم ثابت العزل الكهربائي، كما لوحظ زيادة قيم ثابت العزل الكهربائي الحقيقي للنماذج الفرايتية مع زيادة تركيز الكاديوم دلالة على تقلص المسامات وزيادة الكثافة وتجانس المركب بشكل افضل كما ان Cd^{+2} مادة غير مغناطيسية ايضا أي انها تزيد من الاستقطاب الكهربائي وبالتالي يؤدي الى زيادة ثابت العزل الكهربائي مع زيادة تركيز الكاديوم [21]



الشكل (5): تغير ثابت العزل الكهربائي الحقيقي مع التردد

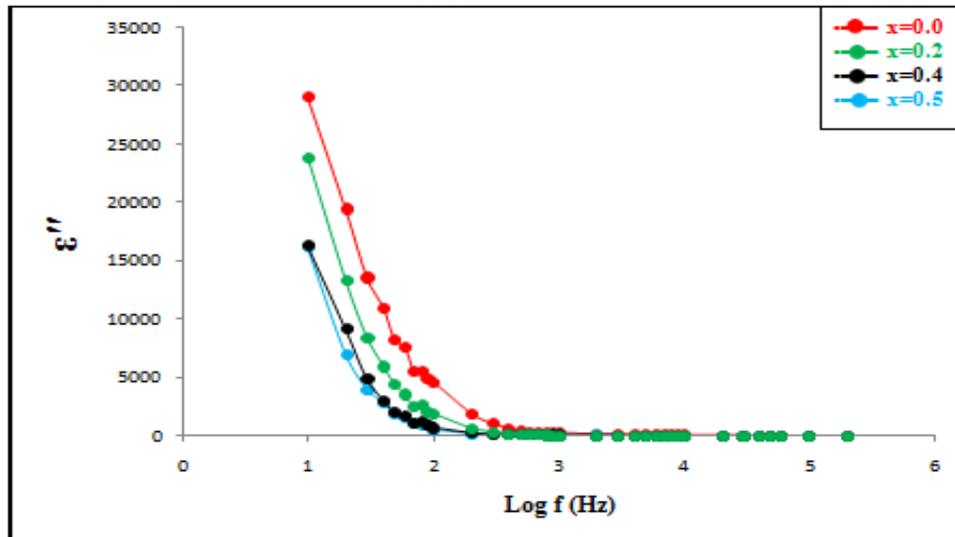
دراسة تأثير الأيونات الاستبدالية للكاميوم على الخواص التركيبية والكهربائية لمركبات نيكيل- فرايت

عبد السميع فوزي عبد العزيز خلف إبراهيم خليل محمد سلمان عبد القادر

5 - اعتماد عامل الفقد العزلي وظل زاوية الفقد على التردد

من خلال قيم ϵ'' و $\tan \delta$ يمكن ايجاد معامل الفقدان العزلي (ϵ'') باستخدام العلاقة (4). عامل الفقد هو مقياس فقدان الطاقة داخل الوسط العازل ويعتبر جزء مهم من الخسارة الاساسية في الفرايت، يلاحظ من الشكل (6) و (7) قيم عظمى لعامل الفقد وظل زاوية الفقد عند الترددات المنخفضة يعود ذلك الى ارتباط قوي بين آلية التوصيل وسلوك العزل في الفرايت. عندما يكون تردد حاملات الشحنة الكهربائية المتنقلة بين اينيوني Fe^{+2} و Fe^{+3} يساوي تقريبا تردد المجال الكهربائي الخارجي المسلط نحصل على قيم عظمى ل ϵ'' و $\tan \delta$ ، اضافة الى ان الحدود الحبيبية في الترددات المنخفضة تكون اكثر فعالية لذلك يتطلب الى طاقة عالية لحصول تنقل حاملات الشحنة لذلك تكون فقدان الطاقة عالية عند الترددات المنخفضة وبالتالي فإن قيم ϵ'' و $\tan \delta$ تكون مرتفعة في منطقة التردد المنخفض. اما عند الترددات العالية فان عملية انتشار الحبيبات وتوجيهها تكون اكثر فعالية لذلك تكون فقدان الطاقة منخفضة عند الترددات العالية لأنها تحتاج الى طاقة قليلة لأنتقال حاملات الشحنة تبعا لذلك فان قيم ϵ'' و $\tan \delta$ تكون منخفضة عند الترددات العالية [22].

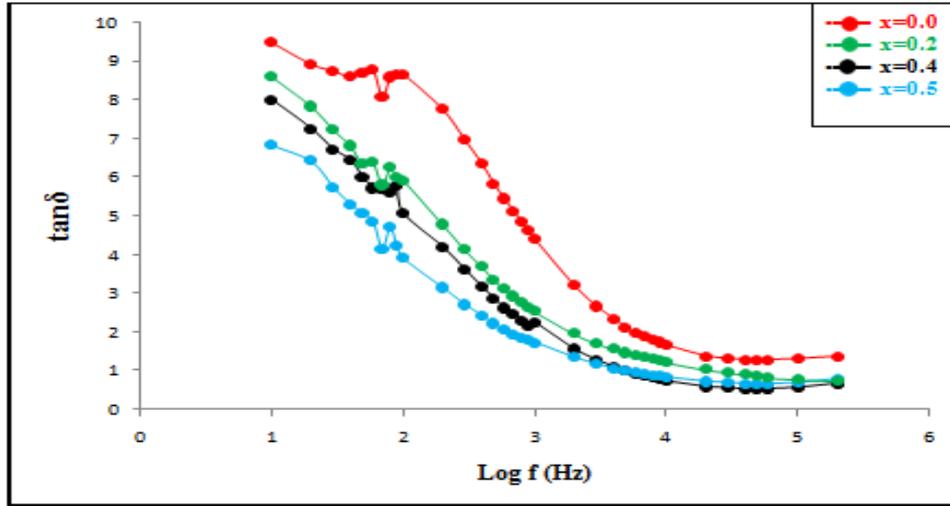
كما يلاحظ من الشكل (6) و (7) هبوط عامل الفقد وظل زاوية الفقد مع زيادة تركيز الكادميوم ويعزي ذلك الى طبيعة التركيب البلوري للفرايت المنتج ودرجة تجانسه بالإضافة الى النمو الحبيبي وما يرافق العملية من إلغاء المسامات.



الشكل (6): تغير عامل الفقد مع التردد

دراسة تأثير الأيونات الاستبدالية للكاميوم على الخواص التركيبية والكهربائية لمركبات نيكل- فرايت

عبد السميع فوزي عبد العزيز خلف إبراهيم خليل محمد سلمان عبد القادر



الشكل (7): تغيير ظل زاوية الفقد مع التردد

الاستنتاجات

الاستنتاجات من هذا العمل البحث تلخص كالآتي:

- 1- زيادة ثابت الشبكة مع الحجم الحبيبي والكثافة ($\rho_{x\text{-ray}}$) و (ρ_d) عند اضافة الكاديوم بينما ادى الى انخفاض في المسامية.
- 2- إن قيم المقاومة (ρ_{dc}) تقل مع ارتفاع درجة الحرارة كذلك لوحظ انخفاض في قيم (ϵ') و (ϵ'') و ($\tan\delta$) بشكل حاد جدا مع زيادة التردد الى حد (300 Hz) وبعدها يكون الانخفاض تدريجي مع زيادة التردد.
- 3- ادى اضافة الكاديوم للمركب الى زيادة في قيم (ρ_{dc}) و (ϵ') بينما سبب انخفاض في قيم (ϵ'') و ($\tan\delta$).

المصادر

1. Keem J., Honig J.M. (1975) Seeback Measurement and Their Interpretation in High-Resistivity Materials—the Case of Semiconducting V_2O_3 , *Phys. State Sol. (a)*, Vol. 28, PP 335.
2. Sidhu S. ; Anantharaman M. R.; Bindu P. ; Malini K.; Philip K. ; 25 (2002) 599-607. ,Evaluation of a.c Conductivity of Rubber Ferrite Composites from Dielectric Measurements ;Bull.Mater .sci vol .25 No.7 December 2002 . PP 599-607 Indian Academy of Sciences.
3. Tatsuya , Nakamara ; J .Appl . Phys., 88 (2000) 348.
4. Baden A. ; "Ferrites at Microwave Frequencies" ,Peter Peregrines Ltd , London , 1987.

دراسة تأثير الأيونات الاستبدالية للكادميوم على الخواص التركيبية والكهربائية لمركبات نيكل- فرايت

عبد السميع فوزي عبد العزيز خلف إبراهيم خليل محمد سلمان عبد القادر

5. Reziescu E.; Sachdarie L.; Popa P.D. ; Rezlwscu N. ; "Effect of Substitution of Divalent Ions on the Electrical and Magnetic Properties of (Ni- Zn-Me Ferrite)" , IEEE Transaction on Magnetics , 36(2000) 6 .
6. H.H. Joshi & R. Kulkarni; Susceptibility , Magnetization and Mossbauer Studies of the Mg-Zn ferrite system; Journal of Materials Science, Vol.21, PP.2138-2142, 1986.
7. K.J. Standley ; "Oxide Magnetic Materials " , 2nd Ed., Clarendon Press , Oxford , 1972.
8. Duran C.; Mckinstry S.T. and Messing G.L.; Electroceram 10 (2011) 47.
9. Muhammad Javed and Mah Rukh Siddiquah "J. Mag. Mag. Mater. 320 (2010) 845.
10. Deshmukh L. S.; Krishankumar K., Balakrishna S., Ramakrishna A.
11. Cullity D. and Graham, introduction; 2nd Edition (2011).
12. Pillai S.O.; "solid state physics", New Age Interection publishers Lid., New Delhi (2010).
13. Hammond C.; "The Basic of crystallography and Diffraction " oxford university press, oxford (2001).
14. Xiwei Qi, Ji Zhou, Baorong Li, Vingchun Zhang, Zhenxing Yue, Zhilum Gui and Longtll Li.
15. J. Am. ceram. Soc., 87(2004)1848.
16. Raghavan V.; "Materials science and Engineering" (2010) .
17. Sheikh A.D.; and Mathe V.L.; "Anomalous electrical properties of Nano crystalline ferrite"; J. of Mater. sci. 43 (2008) 2018.
18. Gul I.H.; Ahmed W.; Maqsood A; J. Mag. Mater 320(2008)270.
19. Fan. H. and Kim H.E.; J. Appl. phys. 91 (2009) 317.
20. Bokov A.A.; Ye Z. G.; J. Appl. phys. 91 (2002) 6656 .
21. Sheikh A.D. and Mathe V.L.; Mater. Chem. And phy. 119 (2010) 395.
22. Fawzi A.S.; Sheikh A.D. and Mathe V.L.; "structural , dielectric properties and Ac conductivity of $Ni_{(1-x)} Zn_x Fe_2 O_4$ spinel ferrites "; Jowrnal of Alloys and Compounds, 502 (2010) 231-237 .