

الخلاصة:

تم تحضير أحد أنواع الفيرايث الضعيف أو اللين (سوفت فيرايث) وهو فيرايث الليثيوم-نيكل المطعم باليوربيوم والكادانيوم ذو الصيغة التركيبية العامة $(\text{Li}_{0.5}\text{Fe}_{0.5})_{1-x}\text{Ni}_x\text{R}_y\text{Fe}_{2-y}\text{O}_4$ حيث ان $(x=0, 0.1, 0.5, 0.9)$ و $(y=0, 0.005, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.1)$ و $(\text{R} = \text{Eu} \text{ أو } \text{Gd})$. استخدمت في التحضير الطريقة القياسية في معالجة المساحيق (تكنولوجيا المساحيق) وقد تم التليد بدرجات مختلفة (1000, 1100, 1200, 1250, 1300, 1350) درجة مئوية ولأزمنة حرق (5, 10, 20, 30 Hours).

عند دراسة العينات المحضرة باستخدام الأشعة السينية أظهرت النتائج تكون طور السبينل المكعب التركيب، مع وجود كميات صغيرة جداً من الأطوار الثانوي في بعض حالات الإضافه العاليه من أكاسيد عناصر التربة النادرة. وقد لوحظ ان معامل الشبكة (ثابت الشبكة) كان يتغير تبعاً للحجم الكبير الذي تمتلكه أيونات اليوربيوم والكادانيوم. بالإضافة الى ذلك فإن وجود الأطوار الثانوي يسبب تشوه في داخل تركيب الحبيبة مصاحباً لحدوث بعض التقلص في شبكة السبينل مما ينتج عنه نقصان في معامل الشبكة، وهذا التقلص يعتمد على مقدار ونوع الأيونات المضافه، وكذلك على ظروف التليد وزمنه. تم حساب نصف قطر المواقع (A) و (B) في شبكة السبينل وكذلك كثافة المادة بالأشعة السينية، حيث كان نصف قطر المواقع (A) ضمن حدود $(0.43-0.44 \text{ \AA})$ ، اما نصف قطر المواقع (B) فكان ضمن حدود $(0.71-0.72 \text{ \AA})$. لقد لوحظ ان أيونات اليوربيوم والكادانيوم لها ميل باتجاه احتلال المواقع (B) في شبكة السبينل مسببةً انفعال داخل الشبكة بسبب حجمها الكبير. وعند حساب الكثافة بالأشعة السينية وجد بانها تزداد بشكل طفيف مع زيادة اضافة أيونات اليوربيوم والكادانيوم.

تمت دراسة البنية المجهرية للعينات المحضرة بواسطة المجهر الالكتروني الماسح وبواسطة مجسات تحليل العناصر بالأشعة السينية والتي أظهرت ان وجود عناصر التربة النادرة بنسب عاليه قد تعمل على إعاقة النمو الحبيبي. وقد لوحظ ان درجة حرارة التليد لها الأثر الأكبر على البنية المجهرية للفيرايث حيث وجد ان الحجم الحبيبي يزداد بشكل كبير مع زيادة درجة حرارة الحرق.

تمت دراسة الخصائص الكهربائية للعينات المحضرة عند درجة حرارة الغرفة بواسطة تقنيه المجسات الأربعة لقياس المقاومة الكهربائية وقياسات تأثير هول. وقد أظهرت نتائج قياس معامل هول بان العينات المحضرة هي مواد شبه موصله من النوع الموجب وتم تأكيد هذه النتائج من حسابات معامل سيبيك. هذا يعني ان الميكانيكية الأساسية للتوصيل الكهربائي هي عن طريق حركة الفجوات (قفز الفجوات). وقد تبين من نتائج قياسات المقاومة الكهربائية المستمرة والمتناوبه حصول زيادة في المقاومة الكهربائية مع اضافة كلاً من اليوربيوم والكادانيوم عند نسبة $(y=0.1)$. كما وجد بأن المقاومة الكهربائية انخفضت بشكل كبير مع ارتفاع درجة حرارة التليد نتيجة لزيادة الحجم الحبيبي وانخفاض عدد الفجوات. ان نتائج معامل الفقدان العزلي المحسوبة من التوصيلية

المتناوبة عند تردد (50 Hz) , اظهرت فقدان عزلي منخفض للفيراييت المحضر حتى عند الترددات الواطئه جدا.

تم قياس حلقة الهسترة المغناطيسية للعينات المحضرة باستخدام مقياس المغناطيسية ذو العينة الهزازة عند درجة حرارة الغرفة و درجات الحرارة العالية. إن حلقة الهسترة أكدت ان العينات المحضرة تسلك سلوك المواد المغناطيسية الضعيفه (اللينة). إن العينات المطعمه بالكادالنيوم أظهرت فقدان مغناطيسي أعلى من تلك المطعمة باليوربيوم. وقد وجد بأن مغناطيسية التشبع انخفضت مع إضافة اليوربيوم من (29.9133 emu/g) الى (9.3289 emu/g) لنسب الاضافة (y=0) و (y=0.1) على التوالي, للعينات الملبدة عند درجة حرارة (1000 °C). كما ان مغناطيسية التشبع انخفضت مع إضافة اليوربيوم والكادالنيوم للعينات الملبدة عند درجة حرارة (1300 °C). إن قوة الممانعة (الممانعية) ازدادت مع زيادة مستوى الإضافة من عناصر التربه النادرة. وعند إجراء قياسات حلقة الهسترة بدرجات حرارية مختلفه, وجد بأن مغناطيسية التشبع قد ازدادت بشكل طفيف الى (37.345 emu/g) عند رفع درجة الحرارة الى (150 °C) , ومن ثم إنخفضت الى (32.598 emu/g) عند درجة حرارة (250 °C). أما الممانعية فقد إنخفضت بشكل خطي تقريبا مع إرتفاع درجة الحرارة بسبب نقصان ثابت- خواص التبلور- المغناطيسي .

Abstract:

Europium and Gadolinium doped Li-Ni soft ferrites with the general formula $(\text{Li}_{0.5}\text{Fe}_{0.5})_{1-x}\text{Ni}_x\text{R}_y\text{Fe}_{2-y}\text{O}_4$, (where $x=0, 0.1, 0.5, 0.9$ and $y=0, 0.005, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.1$) and ($\text{R}=\text{Eu}$ or Gd), were prepared using standard powder processing method. Preparation have been done under different firing temperatures and soaking times (1000°C , 1100°C , 1200°C , 1250°C , 1300°C , 1350°C) and (5, 10, 20, 30 Hours), respectively.

The samples showed a simple cubic spinel phase formation when studied by using the X-ray diffraction (XRD). Very small amounts of second phase were observed in some cases of high rare earth additions. The lattice parameter varied in according to the larger size of the introduced (Eu^{3+}) and (Gd^{3+}) ions. In addition, the second phase causes distortion in the internal grain region corresponding to some shrinkage of the spinel lattice with the result of decreasing lattice parameter. The shrinkage depends on the amount and type of doping ions as well as firing conditions especially firing temperature and time. The A & B-site radii and x-ray density were calculated where the A-site radii was within the range of (0.43-0.44 Å) and B-site radii (0.71-0.72 Å). The (Eu^{3+}) and (Gd^{3+}) ions have preference for the B-site and so causes internal lattice strain due to their larger size. X-ray density determined showing slight increase with Eu and Gd content increase.

The microstructure of the samples was studied by using the Scanning Electron Microscope (SEM) and EDX. The SEM revealed that the high content of rare earths might have an effect to prevent grain growth. The firing temperature had the greatest effect on the microstructure where the grain size increased significantly with firing temperature rise.

The electrical properties were studied at room temperature using the four probe technique to measure the electrical resistivity and Hall Effect measurements. The Hall coefficient (R_H) results showed a p-type semiconductor behavior for all of the prepared samples, and these results were confirmed by the Seebeck coefficient (S) results. This means that the main electrical conduction mechanism in these ferrites is the hopping of halls. The AC and DC electrical resistivity measurements showed an increase in the resistivity with both europium and gadolinium substitution at ($y=0.1$). The electrical resistivity was found to decrease significantly with firing temperature increase due to the grain size increase. The dielectric loss factor calculated from the AC

conductivity at 50 Hz, showed low dielectric loss ferrite materials even at very low frequencies.

The magnetic hysteresis loop was studied by the vibrating sample magnetometer (VSM) at ambient and elevated temperature. The hysteresis loop confirmed the soft magnetic behavior of our prepared ferrite samples. The gadolinium substituted samples showed higher magnetic loss than the europium substituted ones. The saturation magnetization (M_s) decreased with europium substitution from (29.9133 emu/g) to (9.3289 emu/g) for ($y=0$) and ($y=0.1$), respectively. While it found to increase with gadolinium substitution from (29.9133 emu/g) to (35.339 emu/g) for ($y=0$) and ($y=0.1$), respectively, for the samples sintered at 1000 °C. The saturation magnetization decreased with Eu and Gd substitution for the samples sintered at 1300 °C. The coercivity (H_{ci}) increased with the rare earth substitution level increase. The saturation magnetization increased slightly to (37.345 emu/g) when the temperature raised to 150 °C, then decreased to (32.598 emu/g) at 250 °C. Coercivity decreased nearly linearly with temperature increase because the magnetocrystalline anisotropy constant decreases with the increasing temperature.