مجلة جامعة بابل / العلوم / المجلد 14/ العدد 4 : 2007

دراسة أمتصاصية مادة فيرايت الكوبلت للأشعة الرادارية

هاشم علي يسر كلية العلوم –جامعة واسط

عباس فاضل عيسى المعموري كلية العلوم– جامعة واسط

هادي دويج زرزور كلية العلوم– جامعة واسط

الخلاصة

تهدف هذه الدراسة الى تحضير عينة من فيرايت الكوبلت $CoFe_2O_4$ وهو نوع من فيرايت السبنل spinel بأستخدام الطريقة السيراميكية من مواد اولية وهي أكاسيد CoO و Fe_2O_3 ومن ثم قياس معامل التوهين والأمتصاصية للاشعة الرادارية (او الموجات الدقيقة microwaves) بترددات (8 ـ 12) GHz ولقد وجد أن أعلى أمتصاصيةهي عند التردد (10)GHz.

Abstract

This study aim to Preparation a Sample of Cobalt ferrite $CoFe_2O_4$ and this ferrite is a kind of spinel ferrite by using ceramic method from a raw material , CoO and Fe_2O_3 Oxides then the absorption for microwave was Studied with (8 – 12) GHz . The result was showed that the maximum apsorption at (10) GHz.

المقدمة

فيرايت السبنل spinel مركبات اوكسيدية تتبلور بتركيب مكعبي تماثل تركيب معدن السبنل ($MgAl_2O_4$) (ويطلق عليه سبنل فيريمغناطيسي وهي مركبات أوكسيدية معقدة تتشكل من ارتباط نوعين من الأيونات الموجبة Cations مع ايون الاوكسجين السالب anion وصيغتها العامة $MOFe_2O_3$ وتكتب اختصاراً MFe_2O_4 حيث M تمثل أيون فلزي موجب ثنائي التكافؤ مثل Co , Mg , Cdوغيرها.(Clarricoats ,1961) , يمتلك فيرايت السبنل مقاومة عالية ونفاذية وتأثرية مغناطيسية عاليتين وبسبب هذه المواصفات تم استخدامها بشكل كبير في مجال امتصاصية الموجات الدقيقة وخاصة كمواد ماصة للأشعة الرادارية RAM .(Auloch , 1965). ومن ضمن الاكاسيد التي تستخدم لتكوين فيرايت السبنل هو أوكسيد الكوبلت CoO مع أوكسيد الحديديك Fe_2O_3 لتكوين فيرايت الكوبلت $CoFe_2O_4$. (Reitz & Milford, 1966).

الجزء النظري

تستخدم مواد الفيرايت كمواد ماصة للأشعة الرادارية RAM (Naito *et al.,* 1988) . وسبب ذلك أنها تمتلك سماحية كهربائية ε ونفاذية مغناطيسية μ عاليتين ، وتكون ممانعة الموجة في الفيرايت $Z = (\mu/\varepsilon)^{1/2}$ بسرعة أنتشار $v = (\mu\,\varepsilon)^{1/2}$ لذا فأن معامل أنكسار هذه المواد $n=(\mu_r\ \varepsilon_r)^{1/2}$ (Knott & Trans, 1979). .

أذا تساوى ثابت العزل ε_r مع النفاذية المغناطيسية النسبية μ_r في الفيرايت فأن الموجة الكهرومغناطيسية سوف تمتص داخل الفيرايت بدون أنعكاس . أن أمتصاص الموجات الكهرومغناطيسية داخل مادة الفيرايت تتم باليتي الفقد الاومي والمغناطيسي حيث تتمثل الية الامتصاص بالجزء الخيالي للسماحية الكهربائية $\varepsilon^* = \varepsilon\ i - \varepsilon"$ والنفاذية المغناطيسية

$\mu^* = \mu\ i - \mu"$ وهما دالتان للتردد .(Hippel , 1961) . للحصول على أمتصاصية تامة ومعامل أنعكاس يساوي صفر (R=0) يجب أن تكون ممانعة الفضاء الحر $Z_o = (\mu_o/\varepsilon_o)^{1/2}$ تساوي ممانعة الفيرايت $Z = (\mu/\varepsilon)^{1/2}$ أي أن $Z_o = Z$ وكذلك $\varepsilon_r = \mu_r$. (Vinoy & Jha ,1996) .

الجانب العملي

تم استخدام الطريقة السيراميكية لتحضير عينات الفيرايت من المواد الأولية اوكسيد الكوبلت CoO واوكسيد الحديديك Fe_2O_3 لتكوين فيرايت الكوبلت $CoFe_2O_4$ وحسبت نسبة الاكاسيد لتكوين الفيرايت عن طريق الوزن الجزيئي وكالاتي :

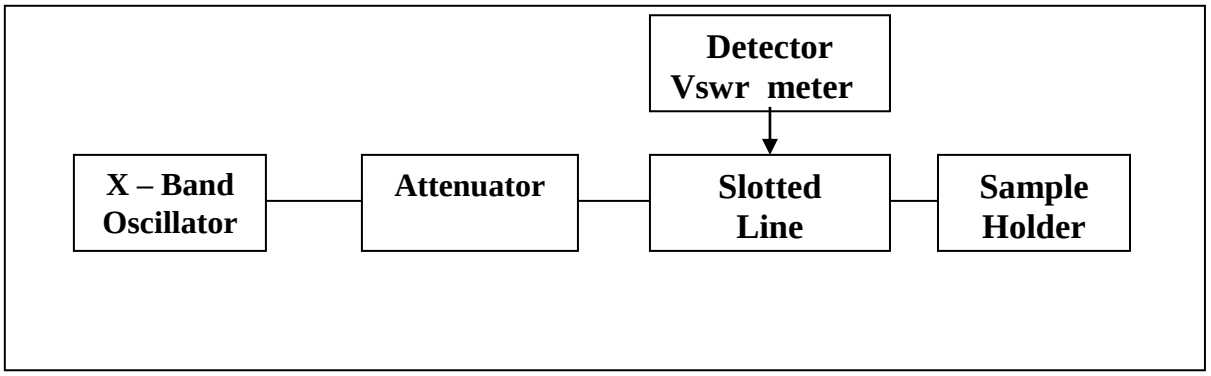
لحساب مول واحد من فيرايت $CoFe_2O_4$

$CoO = 59 + 16 = 75$ gm

$Fe_2O_3 = 2 * 55.8 + 3 * 16 = 159.6$ gm

واستخدم ميزان حساس تصل حساسيته 0.01 غرام للحصول على كتل ألاكاسيد . مزجت المواد الاولية من الاكاسيد باستخدام ماء مقطر بأناء زجاجي وحركت لعدة ساعات للحصول على خليط متجانس ومن ثم جفف المسحوق وطحن يدويا بشكل جيد . اخذت عشر غرامات من المسحوق المتجانس لانتاج العينة وبسمك (5mm) وتم كبسها بمكبس هايدروليكي بقالب ذي قطر(3cm) وبضغط $2\ ton/cm^2$ ثم لبدت Sintering العينة بالتلبيد الاولي عند درجة 950 م للحصول على تفاعل جزئي ولمدة عشرين ساعة ثم تركت لتبرد داخل الفرن وطحنت العينات ثم كبست بالمكبس الهايدروليكي ولبدت بدرجة حرارة 1100 C ولمدة عشرين ساعة ثم تركت العينات لتبرد داخل الفرن وبشكل حر.

ويوضح الشكل –1– منظومة قياس الامتصاصية للاشعة الرادارية او الموجات الدقيقة



يتم قياس معامل التوهين للموجات الدقيقة Microwaves بطريقة قياس نسبة فولتية الموجة الواقفة Vswr ومن ثم نحسب معامل التوهين كالاتي .(Al-Jenabiy , 1999) :

$$\text{Atten . Coeff.} = 20 \log R \qquad (1)$$

حيث ان R هو معامل الانعكاس ويساوي .(Al-Jenabiy , 1999) :

$$R = \frac{\text{Vswr} - 1}{\text{Vswr} + 1} \qquad (2)$$

وتكون طريقة القياس كالاتي :

توضع العينة في فجوة الدليل الموجي Waveguide ثم يتم تشغيل المذبذب للنطاق السيني من الموجات الدقيقة X-Band Oscillator ثم يحرك الكاشف للحصول على اقل قراءة وتضبط عند القيمة (1) في المقياس ثم يحرك الكاشف الى احد الاتجاهين للحصول على اعلى قراءة يشير اليها المقياس والتي تمثل قراءة Vswr ثم يتم حساب معامل

الانعكاس من المعادلة (2) ثم نحسب قيمة معامل التوهين من المعادلة (1) , ومن العلاقات المهمة المستخدمة في هذه المنظومة , العلاقة الاتية (Al-Jenabiy , 1999). :

$$R^2 + A^2 = 1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

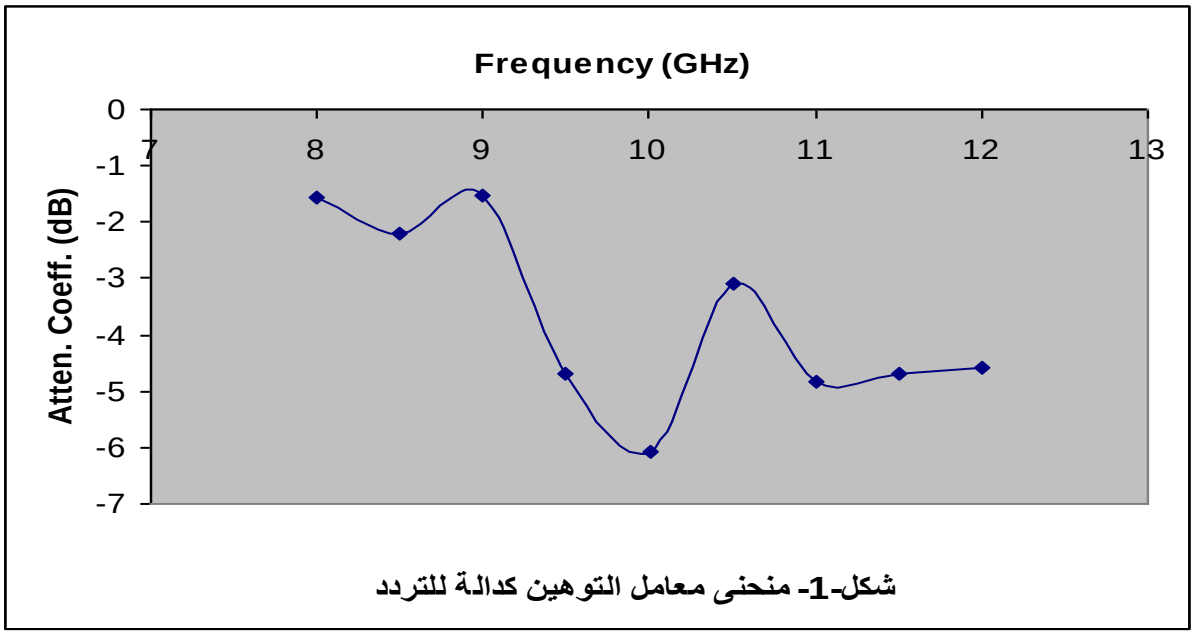
حيث ان A هو معامل الامتصاص .

R هو معامل الأنعكاس .

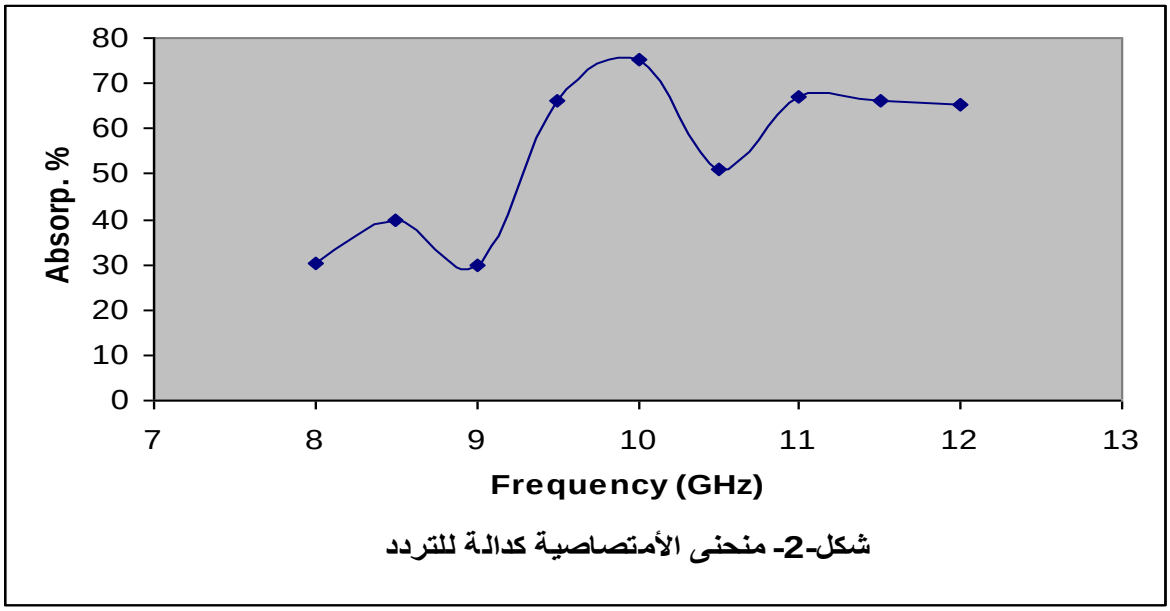
النتائج والاستنتاجات

جدول (1)، الحسابات الخاصة بامتصاصية العينة $CoFe_2O_4$

التردد (GHz)	مقياس Vswr	معامل الأنعكاس R	معامل التوهين Atten. Coeffic. (dB)	الأمتصاصية A^2٪
8	11.05	0.834	-1.577	30.4
8.5	7.99	0.777	-2.192	39.6
9	11.33	0.838	-1.535	29.8
9.5	3.78	0.582	-4.702	66.1
10	2.97	0.496	-6.090	75.4
10.5	5.69	0.701	-3.086	50.9
11	3.69	0.574	-4.822	67.1
11.5	3.78	0.582	-4.702	66.1
12	3.87	0.589	-4.598	65.3



شكل-1- منحنى معامل التوهين كدالة للتردد



شكل-2- منحنى الأمتصاصية كدالة للتردد

نلاحظ من الجدول والرسم البياني لمعامل التوهين والأمتصاصية لفيرايت الكوبلت أن هنالك أمتصاص للأشعة الراداريـة قـد حـدث داخـل مـادة الفيرايـت وأن أعلـى أمتصاصـية عنـد التـردد GHz 10 ونلاحـظ كـذلك أن هنالـك أمتصاصية لكل النطـاق السيني X-band وذلك لأن فيرايت الكوبلت هو من نوع فيرايت السبنل الذي يقع ترددة النيني ضمن النطاق السيني فعند دخول الموجة مادة الفيرايت فأن الأمتصاص يتم باليتين هما آلية فقد العازل الذي يعتمد على ثابت العزل المركب $\varepsilon^* = \varepsilon' - i\varepsilon''$ والية الفقد المغناطيسي الذي يعتمد على النفاذية المغناطيسية المركبة $\mu^* = \mu' - i\mu''$ وتتم هذه الآلية بعملية رنين دوران الحقل المغناطيسي ورنين حركة جدار الحقل المغناطيسي.

المصادر

Al-Jenabiy , A. (1999). M.Sc. Thesis ,Al-Mustansiriya Uni. Eng. Coll.

Auloch W.H.V. (1965). “Hand book of microwave ferrite materials,” Acad. press , New York . Cambridge.

Clarricoats P.J.B. (1961). “Microwave Ferrite ,” Chapman & Hall Ltd., London.

Hippel , V. (1961). "Dielectric Materials and Applications," M.I.I. Press

Knott, E.K. Trans. IEEE (1979). Antenna & propagation ,Vol. A ,P-27,No. 5, P-698,Sep.

Naito Y.; Yin J. and Mizumoto, T. (1988). "Electronics and Communication in Japan", Part 2 ,Vol. 71 ,No. 7 ,P-77 .

Reitz J.R. & Milford, F.J. (1966). "Foundation of Electromagnetic theory," Add. Wesley PUB. Com. 2nd Ed.

Vinoy K.J. & Jha , R.M (1996). "Radar Absorbing Materials," National Aerospace Lab. India ,1996.