توهين الموجات الراديوية بالمطاط المشاب بمواد فرايتية ذات مغناطسيسية حديدية من نوع $Zn_xCu_{1-x}Fe_2O_4$

محمد حمزة المعموري — جامعة بابل — كلية هندسة المواد
محمد عبد الله عبد الحفيظ — جامعة دمشق — كلية العلوم
رحيم عبد جبر — جامعة بابل — كلية العلوم

تاريخ الاستلام : 2015/4/26
تاريخ القبول :2015/6/22

الخلاصة

نظرا لعدم وجود الكثير من المواد التي تكون نفاذيتها النسبية اكبر من (μ_r >1) في مدى الطبق المايكروي اي المدى الذي يكون فيه التردد اكبر من GH_2 1 مما شجع الكثير من الباحثين على البحث على مواد تكون نفاذيتها النسبية (μ_rr>1) حيث استخدمت المواد الفرايتية التي تمتاز من نفاذيتها النسبية العالية.

وفي هذه الدراسة تم تحضير فرايت الزنك – نحاس $Zn_xCu_{1-x}Fe_2O_4$ وبقيم (0,0.3,0.6,0.9,1) =x واضافته الى مطاط NBR المحضر وبنسب g (3,6,9) ثم دراسة معامل فقدان الانعكاسية لجميع العيانات محضرة وتبني ان اغلب المواد تصح لاستخدامها كمواد موهنة للموجات الراديوية حيث ان معامل فقدان الانعكاس كان لجميع العينات المحضرة اكبر من - 10dB وهذا يدل على ان الامتصاصية للمواد المركبة المحضرة تبلغ اكثر من 90% كما تم دراسة معامل الانعكاس وكذلك تعرف النفاذية النسبية (μ_r) في المدى الموجي GH_2 (8-12) حيث لوحظ ان قيم النفاذية النسبية تكون اكبر من الواحد.

الكلمات المفتاحية : فرايت , مواد ماصة , فرايت نحاس , زنك

- البحث مستل من أطروحة دكتوراه للباحث الثالث

Physics Classification QC170-197

خفيفة قدر الإمكان بالإضافة الى تحملها للظروف الجوية القاسية والإجهادات العالية المسلطة عليها.

الطائرات المقاتلة والصواريخ هناك نقاط مشتركة مثل تغير درجات الحرارة بسرعة تعرضها للأمطار والظروف البيئية الأخرى لذلك يجب ان تكون مواد (RAM) من مواد مستقرة كيميائيا أي أنها لا تتحلل أو تتفحم في درجات الحرارة العالية.

مواد (RAM) يجب ان تتحمل المخاطر الكهربائية الناشئة من الكهربائية المستقرة وخطر الصواعق وأخيرا مواد (RAM) يجب ان تكون ضد

المواد الماصة للرادار (Radar absorbing materials) (RAMs)

تعرف المواد الماصة للموجات الرادارية ***Radar absorbing materals*** (***RAM$_s$***) على انها مواد مركبة لديها القابلية على امتصاص الموجات الكهرومغناطيسية عند مرورها خلال هذه المواد. أي تقليل المقطع العرضي للرادار (*RCS*) (*Radar Cross Section*) للموجات المنعكسة. وبذلك تكون مواد (RAM$_s$) فعالة في تقنية التسلل أو التخفي خاصة في المجالات العسكرية ومن شروط هذه المواد ان تكون

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_o} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (23)$$

وتعتبر السماحية النسبية والنفاذية النسبية كميتان معقدتان أي تتكون خيالي خجزء جزء حقيقي ويمكن كتابتها بالصورة الآتية[6]

$$\epsilon_r = \acute{\epsilon}_r + i\acute{\epsilon}_r \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (24)$$

$$\mu_r = \acute{\mu}_r + i\acute{\mu}_r \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (25)$$

حيث $\acute{\epsilon}_r$ و $\acute{\mu}_r$ المركبة الحقيقة للسماحية النسبية والنفاذية النسبيا و $\acute{\epsilon}_r$ و $\acute{\mu}_r$ المركبتان الخياليتان للسماحية النسبية والنفاذية النسبية للوسط على الترتيب.

الجزء الخيالي للسماحية من خلاله حساب الفقدان في قيمة الطاقة للكهرومغهرومغناطيسية خلال الوسط والذي يعتمد بدورة على التوصيلية الخاصة بالوسط أما الجزء الخيالي للنفاذة $(\acute{\mu}_r)$ فيعتمد على شدة المغناطيسية.

يمن كتابة المعادلتين (24) و(25) بالصورة الآتية[7]

$$\epsilon_r = \acute{\epsilon}_r(1 + itan\delta e) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (26)$$

$$\mu_r = \acute{\mu}_r(1 + itan\delta m) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (25)$$

حيث تمثل $tan\delta e$ و $itan\delta m$ الخسارة في الكهربائية والمغناطيسية في الوسط. فالوسط المواد التي تكون لها قيمة $(tan\delta e)$ عالية تسمى بالموبالمواد العازلة كهربائيا والتي تكون فيها قيم $(tan\delta m)$ عالية تدعى بالمواد المغناطيسية.[7]

وفي كلتا الحالتين تتحول الطاقة المفقودة الى حرارة هناك كميتان مهمتان تسيطران على انتشار الموجة في الأوساط المختلفة وهما معامل الانكسار (n) وممانعة الوسط (z).

يمكن كتابة معامل الانكسار بدلالة متغيرات الموجة الكهرومطيسية ية الأساسية كالآتي:-

$$n = (\acute{\mu}_r\acute{\epsilon}_r)^{1/2} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (28)$$

اما الممانعة (Z_o) هي ممانعة الهواء وتساوي تقريباً 377Ω ومعامل الانكسار كميات معقدة حيث يتكون معامل الانكسار من جزئيين حقيقي وخيالي حيث يدعى الجزء الحقيقي بمعامل الانكسار والجزء الخيالي بمعامل الخمود ويرتبط الجزء الخيالي بمعامل الانعكاس من التأكل حتى لا تتحطم سطوح المركبات التي تستخدم هذه المواد في تصنيعها.[1]

الأجهزة المايكروية يمكن استخدام مجموعة كبيرة من الترددات وعرض النطاق الترددي يكون اوسع بالنسبة لعمليات الرادار ولذلك لكي تكون مواد (*RAM*) فعالة يجب ان يكون عرض نطاقها كبير جداً. ويجب ان تكون ايضاً فعالة بكل زوايا سقوط الموجات الكهرومغناطيسية عليها وكذلك يجب ان تكون مثالية لتقليل الأستطارة في جميع الأتجاهات وتصنف مواد (*RAM*) الى عدة تصنيفات طبقاً لتصميمها الهندسي فهناك الماص الهرمي والماص الرغوي أو الطلاءات الرقيقة بطبقة واحدة او عدة طبقات ويمكن تصنيف المواد الماصة للرادار (RAM_s) الى ماصات مغناطيسية أو ماصات عازلة أو هجينة بين الأثنين ((مواد مركبة من مواد مغناطيسية وعازلة)) مثل هذا التقسيم يعرف طبقاً لتفاعل الموجات مع المادة وطبقاً لهذه الأنواع من الماصات التي تستخدم في عمليات الأمتصاص وتدعى بالماصات المركزية ومن هذه المواد جسيمات الكاربون والبوليمرات الموصلة والمواد غير العضوية والفرايتات[2,3,4] .

على الرغم من ان المنتجات الصناعية لمواد (RAM_s) بدأت في عام *1950* لكن البحوث في هذا المجال بدأت في عام 1930 وتعتبر أول براءة أختراع لمادة ماص للموجات الرادارية كانت في هولندا عام 1936 وهي الماص المعتمد على التردد الرنيني المساوي لربع الطول الموجي في المدى 2GHz واستخدام فيها الكاربون الأسود كمبدد و Tio استخدم مادة ذات ثابت عزل عالي.[5]

الية تقليل الانعكاسية: Mechanism of Reflectivity Reduction

أن المواد الماصة يمكن تمثيلها بواسطة خواصها الكهرومغناطيسية مثل السماحية (ϵ) والنفاذية (μ) والتي يمكن معايرتها مع قيم الفراغ الحرة (ϵ_o, μ_o)

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_o} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (22)$$

تتم عملية الحرق، مسحوق الفرايت يحضر من هذه الطريقة بواسطة التفكك الحراري للراسب. وبدرجة حرارة تكون حرارة تكون اقل من درجة الحرارة التي يحضر بها في الطريقة السيراميكية ومن الفوائد الاخرى الطريقة الترسيب الكيميائي المشترك هي :

1- المواد الفرايتية المنتجة بهذه الطريقة تكون اكثر تجانسا.
2- اكثر تفاعلية .
3- اكثر نقاوة.
4- احجام الجسيمات الناتجة تكون قليلة.
5- التقليل من زمن عملية الكلسنة.

خلال العلاقة R=2nk. ويتم حساب معامل الانعكاس من خلال العلاقة $\Gamma = 20\log(RC)$ حيث Γ يمثل مقدار قيمة فقدان طاقة الانعكاس.

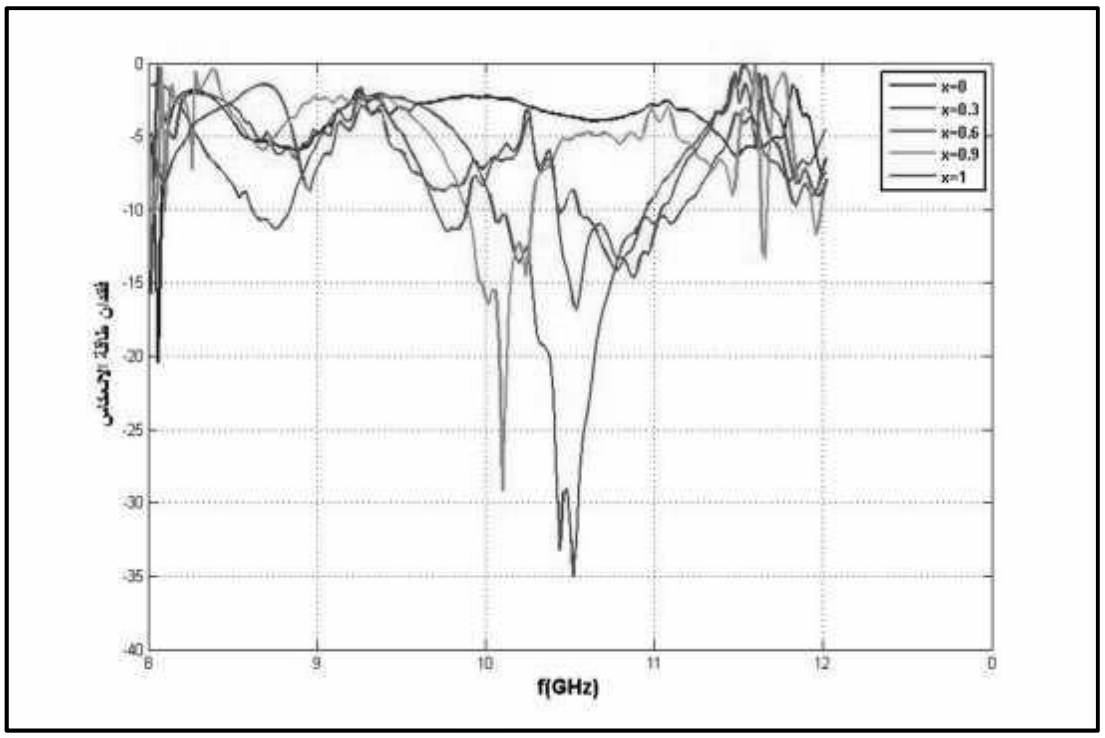
تقنية الترسيب الكيميائي المشترك Co precipitation Technique

هذه الطريقة لتكوين الفرايتات تعتمد على التحضير الاولي للمحلول المائي لكلوريدات، نترات او كبريتات او اوكزالات Fe^{+3} ,Ni^{+2+}, Mn^{+2}, Zn^{+2} الايونية بالنسبة المطلوبة للفرايت تترسب الايونات معا على شكل هيدروكسيد باظافة هيدروكسيد الصوديوم (NaoH) او على شكل اوكزالات باضافة حامض بيكاربونات. الرواسب يتم ترشيحها ثم غسلها وبعد ذلك

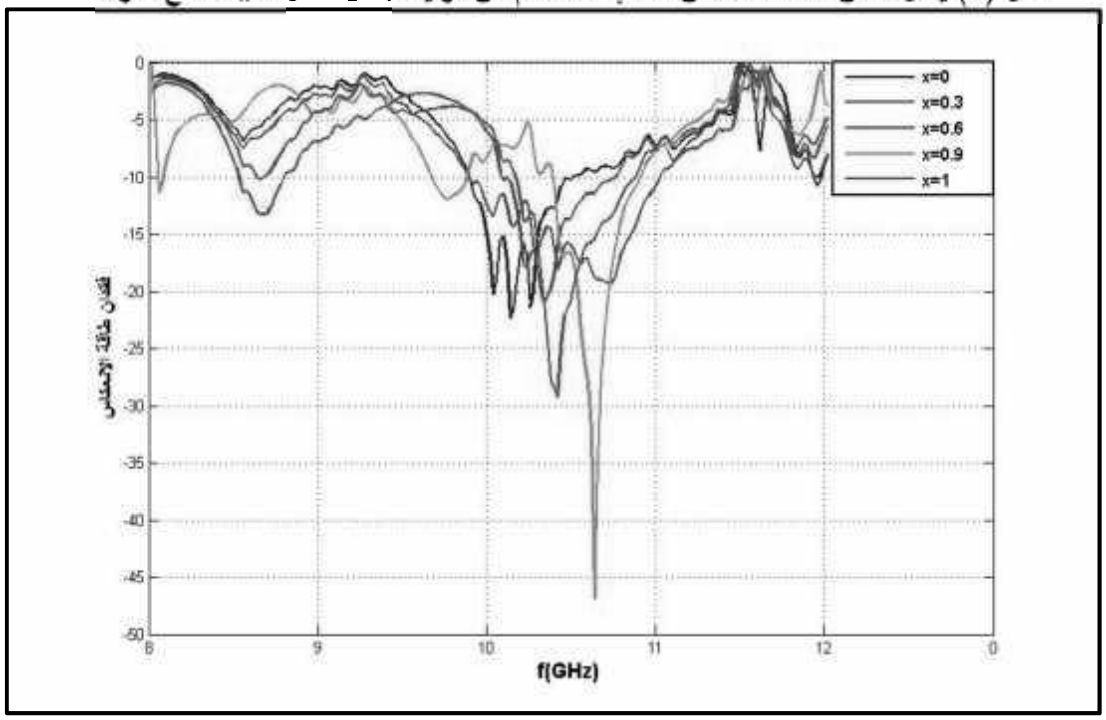
نتائج ومناقشة فقدان طاقة الانعكاس:

توضح الاشكال من (1-3) العلاقة بين فقدان طاقة الانعكاس والتردد في المدى المحصور من (GH_z(8-12) عندما x=0 يكون افقدان عند التردد (GH_z9.8-11) وبفقدان طاقة الانعكاس يتراوح من (10- الى 20-) عند التردد (GH_z10.3-10). وعندما x=0.9 يكون فقدان طاقة الانعكاس عند التردد (GH_z8.6-8.8) بفقدان مقداره (10-) ويظهر فقدان من التردد (GH_z10-11). وبفقدان يتراوح من ((10-)-(35-)) عند التردد (GH_z10.56) . اما عندما x=0.6 ينحصر الفقدان بطاقة الانعكاس من التردد (GH_z10-11) واعظم فقدان في قيمة طاقة الانعكاس (13dB-) عند التردد (GH_z10.7)) X=0.9 ينحصر الفقدان لطاقة الانعكاس من التردد (GH_z9.8-10.4) وبأعظم فقدان في الطاقة عند التردد (GH_z10.2) قدره (28-). وعند x=1 ينحصر الفقدان بين التردد (GH_z10.5-11.2) وكذلك (9.7-9.9). اما عندما x=0 يكون الفقدان عند التردد (GH_z(9.9-10.4)) واقصى فقدان طاقة الانعكاس هو dB(23-) وعندما تكون قيمة x=0.3 يكون الفقدان عند التردد (GH_z(10.4-11.2)) . واقصى فقدان طاقة الانعكاس هو dB(17-) وعندما تكون x=0.6 يكون الفقدان عند التردد GH_z(10.2-10.8) واقصى فقدان طاقة الانعكاس هو dB(20-) وعندما تكون x=0.9 يكون الفقدان عند التردد GH_z(10.4-10.8) واقصى فقدان طاقة الانعكاس هو dB(45-) وعندما تكون x=1 يكون الفقدان عند التردد GH_z(10.2-10.8) واقصى فقدان طاقة الانعكاس هو dB(28-).

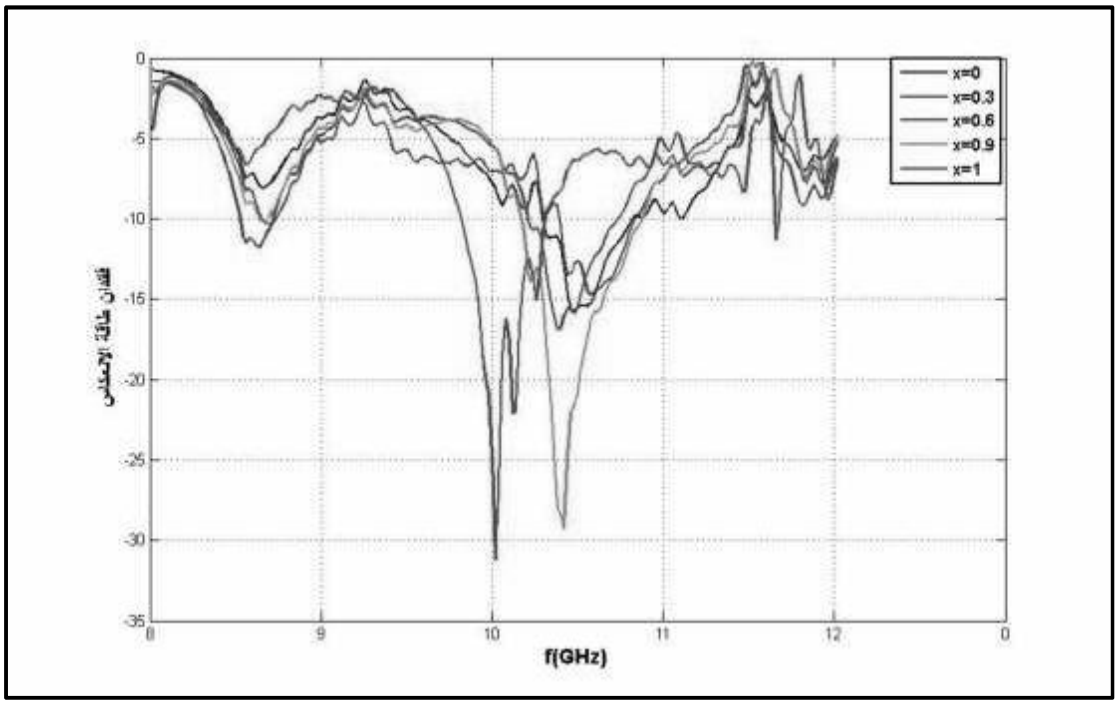
نلاحظ من خلال الشكل عند اضافة 9g فان قيم فقدان طاقة الانعكاس تكون عندما x=0 يكون الفقدان عند التردد GH_z(9.8-11) ولكن اعظم فقدان هو dB(18-) عند التردد (GH_z10) اما عندما تكون قيمة x=0.3 فان الفقدان يكون من GH_z(10-10.8) ولكن اعظم فقدان يكون التردد GH_z(10.5) وعند زيادة قيمة x=0.6 فان فقدان طاقة الانعكاس يكون عند التردد GH_z(10.4-10.7) واعظم فقدان طاقة الانعكاس هو dB(16-)عند التردد GH_z(10.4) اما عند زيادة قيمة x=0.9 فان الفقدان يكون عند التردد GH_z(10.3-10.8) واعظم فقدان اما في اقة الانعكاس هو dB(34-) عند التردد GH_z(10.5).



شكل (1) يمثل فقدان طاقة الانعكاس عند إضافة3غم من فرايت $Zn_xCu_{1-x}fe_2O_4$ مع التردد



شكل (2) يمثل فقدان طاقة الانعكاس عند إضافة6غم من فرايت $Zn_xCu_{1-x}fe_2O_4$ مع التردد



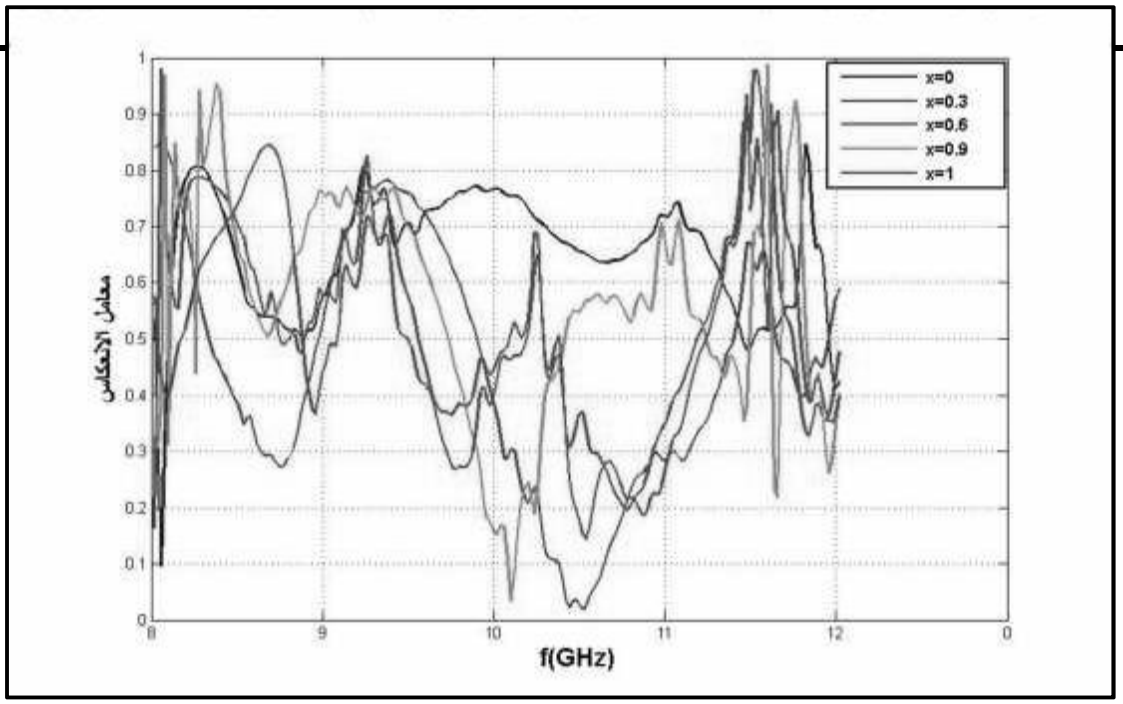
شكل (3) يمثل فقدان طاقة الانعكاس عند إضافة9غم من فرايت $Zn_xCu_{1-x}fe_2O_4$ مع التردد

قيمة لفقدان طاقة الانعكاس وهذا من البديهيات لان معامل الانعكاس يتم حسابه من خلال العلاقة

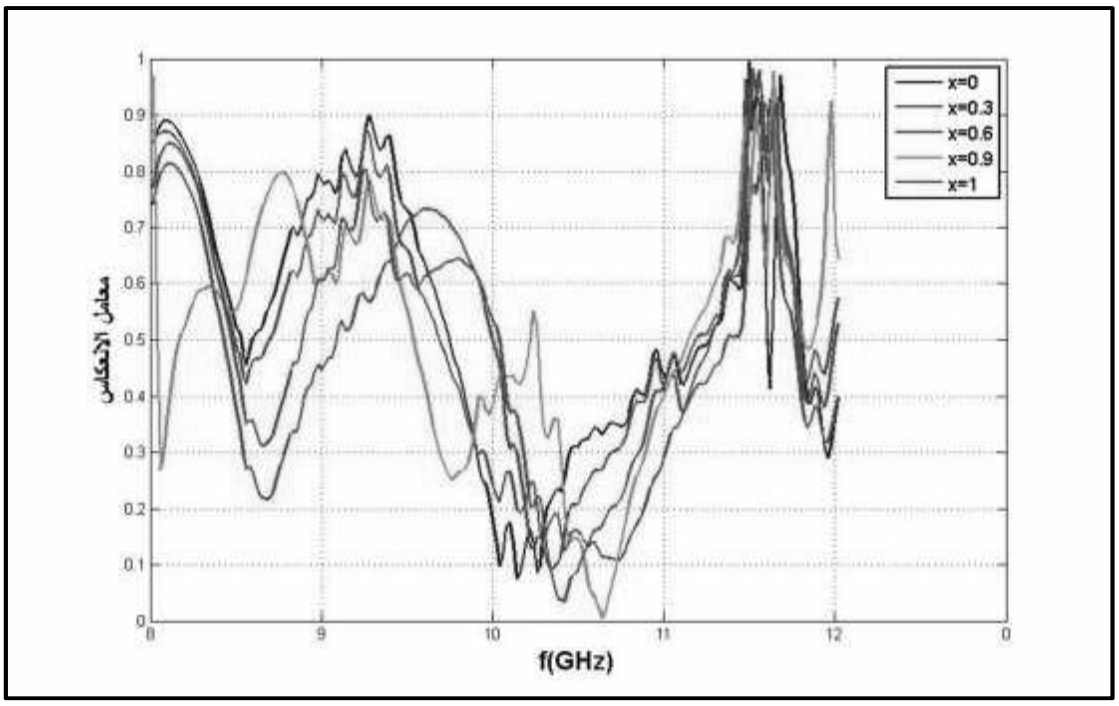
RC=20LOG( ) حيث يمثل الفقدان في طاقة الانعكاس للاشعة الساقطة. وبذلك نكون قد حصلنا على مواد ذات معامل انعكاس واطئ تصلح لاستخدامها كمواد موهنة للموجات الكهرومغناطيسية في الحزمة X-BAND.

نتائج ومناقشة معامل الانعكاس:

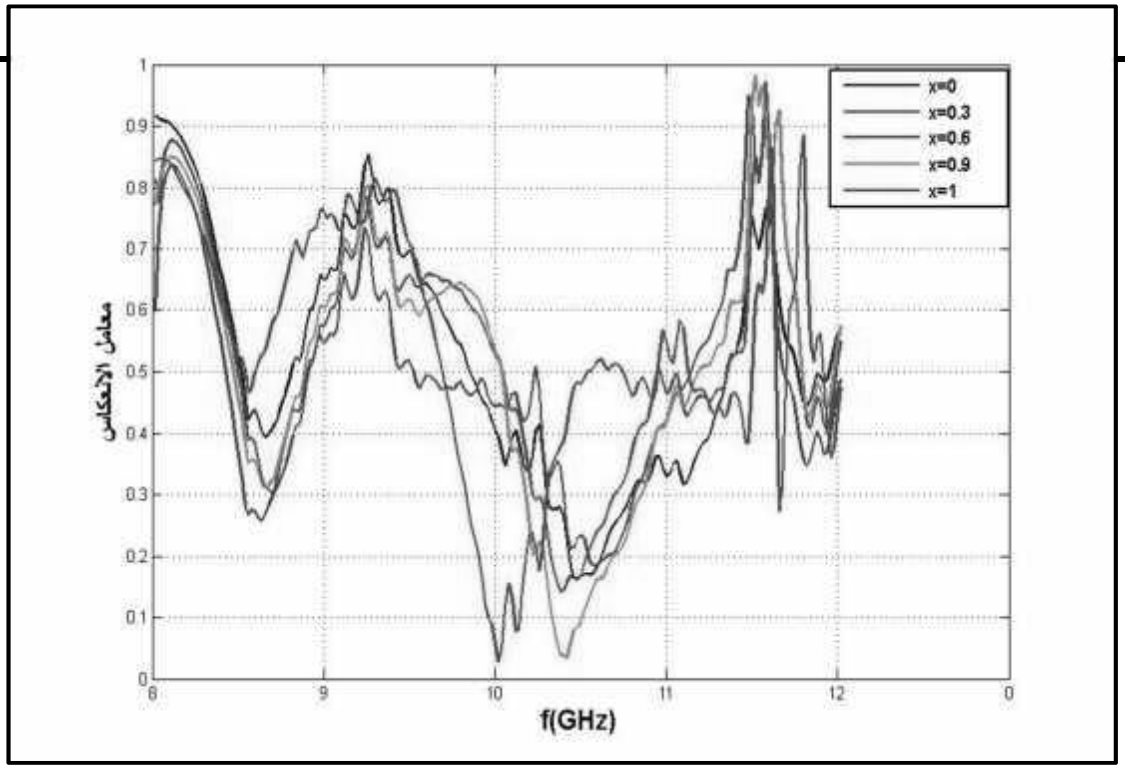
من اجل الحصول على مواد ذات توهين عالي للموجات الكهرومغناطيسية ينبغي تقليل معامل انعكاسها الى اقل قيمة ممكنة حيث يتبين من خلال الاشكال من (4) الى (6) العلاقة بين معامل الانعكاس للمواد المحضرة حيث نلاحظ ان تصرف معامل الانعكاس يشابه الى حد كبير التصرف الحاصل بين فقدان طاقة الانعكاس والتردد حيث نلاحظ ان اقل قيمة لمعامل الانعكاس يقابلها اعلى



شكل (4) يمثل معامل الانعكاس للعينة المطاطية (NBR) المشوبة بـــــــــ3غم من فرايت $Zn_xCu_{1-x}fe_2O_4$



شكل (5) يمثل معامل الانعكاس للعينة المطاطية (NBR) المشوبة بـــــــــ6غم من فرايت $Zn_xCu_{1-x}fe_2O_4$

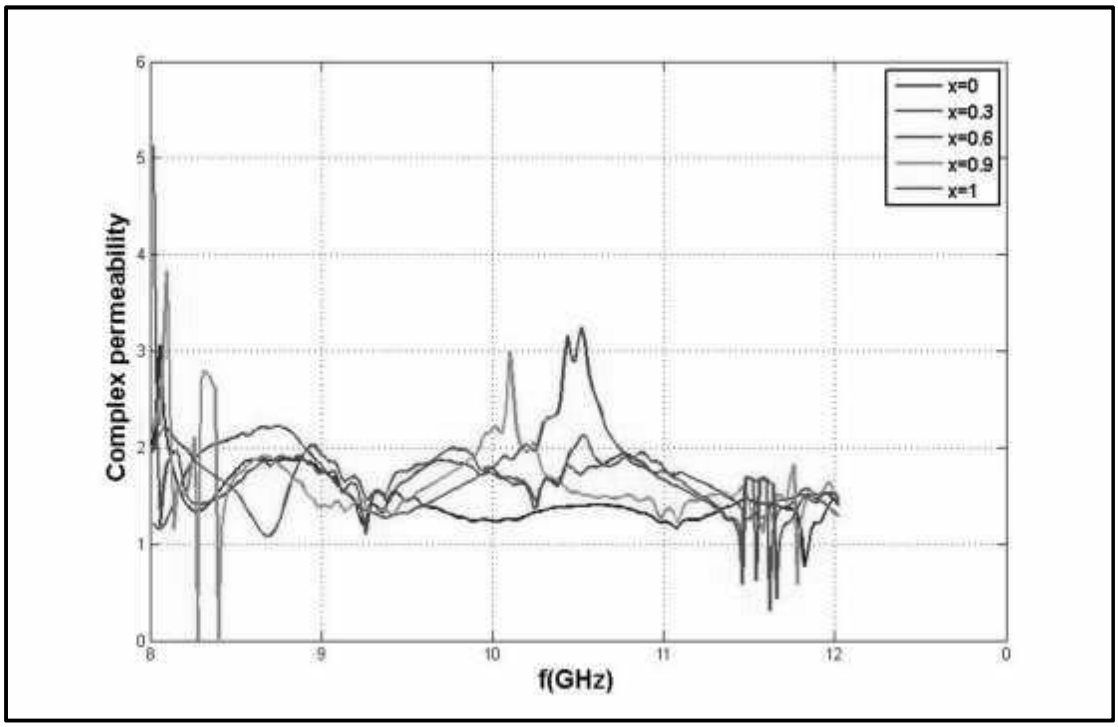


شكل (6) يمثل معامل الانعكاس للعينة المطاطية (NBR) المشوبة بـــــــــ9غم من فرايت $Zn_xCu_{1-x}fe_2O_4$

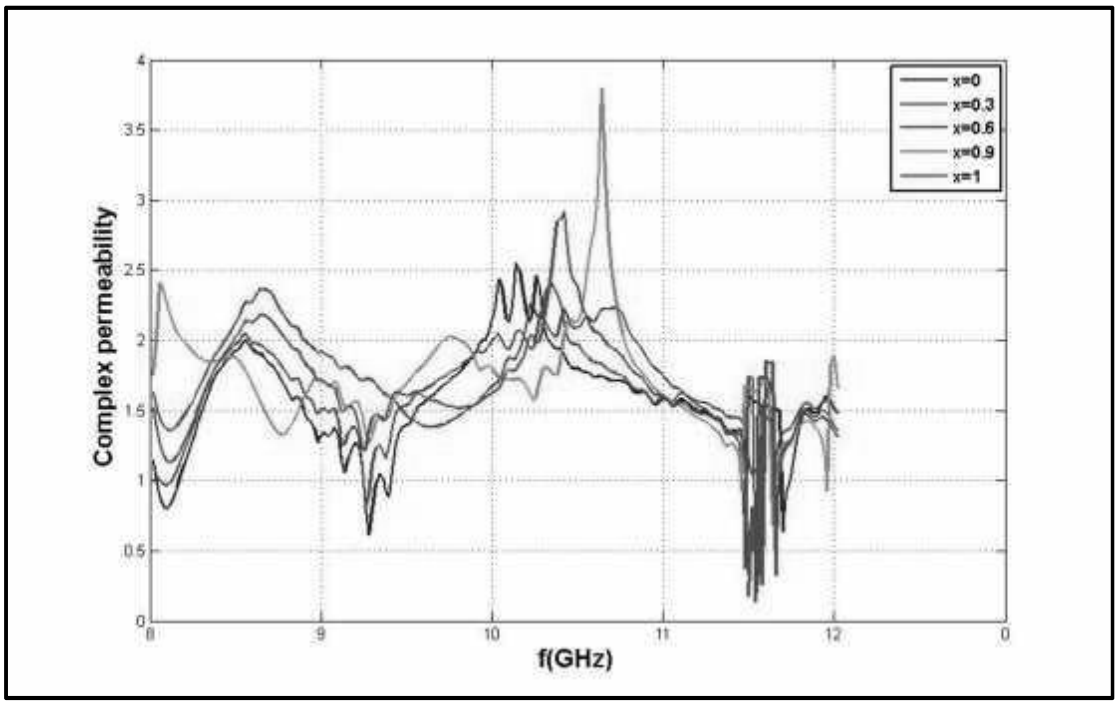
الى المطاط NBR مساوية الى (2.4,1.8,1.6,3,1.8) عند التردد $10GH_z$ وحسب قيم x (0,0.3,0.6,0.9,1) على الترتيب، اما عند اضافة 6غم فان قيم النفاذية المعقدة تكون مساوية الى (2.4,1.8,1.6,1.75,1.6)، وحسب قيم x (0,0.3,0.6,0.9,1) ، اما عن اضافة 9غم فان قيمة النفاذية المعقدة تكون (2.39,1.78,1.68,1.58,3.3) وحسب قيم x المذكورة اعلاه .

نتائج ومناقشة النفاذية المعقدة:

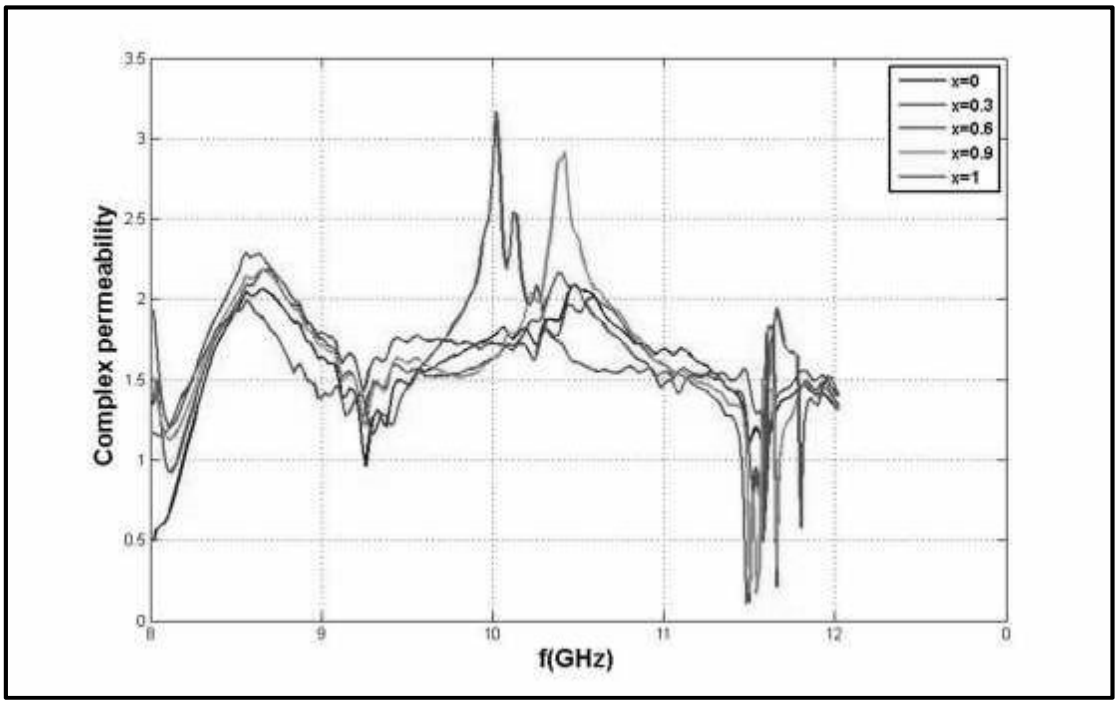
نلاحظ من خلال الاشكال (7) الى (9) تصرف النفاذية المعقدة مع التردد في المدى المحصور من $(8-12)GH_z$ حيث نلاحظ ان السلوك مشابه لسلوك معامل التوهين كون ان حساب النفاذية المركبة قد تم حسابه بالاعتماد على معامل التوهين لفرايت الزنك نحاس فان قيم النفاذية المعقدة تكون عند اضافة 3غم



شكل (7) يوضح النفاذية المعقدة عند اضافة 3غم من فرايت $Zn_xCu_{1-x}fe_2O_4$ للمطاط NBR



شكل (8) يوضح النفاذية المعقدة عند اضافة 6غم من فرايت $Zn_xCu_{1-x}fe_2O_4$ للمطاط NBR



شكل (9) يوضح النفاذية المعقدة عند اضافة 9غم من فرايت $Zn_xCu_{1-x}fe_2O_4$ للمطاط NBR

المصادر

1- R.Ruppin."Use ferrite for Absorption of Electromagnetic wave"IEEE,Vol.EMC-28,No2.1985.
2- H.F.Harmuth." On the effect of Absorbing material on Electromagnetic waves with large Relative Band width" IEEE,Vol.EMC-25,No.1.1983.
3- H.F.Harmuth." On the effect of Absorbing material on Electromagnetic waves with large Relative Band width" IEEE,Vol.EMC,No.2.1985.
4- S.sugimo to and others "Comositional Dependence of the Electromagnetic wave Absorption pro oerties of $Bafe_{12-x-y}$ Tix Mn_yO_{19} in the Gega Hertz frequency range Materials Transaction "JIM.vol.uo No.9. 1999.
5- القيسي"تحضير مواد ماصة للموجات الرادارية ، اطروحة ماجستير، جامعة بابل"،2002.
6- B.D cullity and C.D.Graham. "introduction to magnetic materials". 2nd Ed . IEEE press U.S.A(2009).
7- K.Naishadham and P.K kadaba. Microw. Theory and Tech. IEEE39, 1158.1991.

Attenuation of radio waves using the rubber doped with ferrite materials of type ($Zn_xCu_{1-x}Fe_2O_4$)

Muhammad Hamza Daham College of Materials Engineering University of Babylon

Muhammad Abdul Hafeez College of Science University of Damascus

Raheem Abd Gaber College of science University of Babylon

Received :26/4/2015 **Accepted :22/6/2015**

Abstract

Due to the lack of a lot of materials that are relative permeability greater than (μ_r> 1) the extent of the micro waves any extent to which the frequency is greater than 1 GH_z, which encouraged many researchers to look at the materials be relative permeability (μ_r> 1) where used ferrite materials characterized by high relative permeability.

In this study it was prepared ferrite zinc - copper $Zn_xCu_{1-x}Fe_2O_4$ and values (0,0.3,0.6,0.9,1) x = and add it to the prepared NBR rubber proportions (3 , 6.9) g, and then study the loss of reflectivity coefficient for all samples prepared and embrace that most materials valid for use as debilitating for radio waves as the loss of reflection coefficient was for all samples prepared with greater than -10dB and this shows that the absorbance of the composite materials prepared amounting to more than 90% as It was studied reflection coefficient as well as know the relative permeability (μ_r) in the range wavelength (8-12) GH_z , where it was observed that the relative permeability to be larger than the one values

Key word : ferritemg-zn , absorbtion , ferrite , materailes

- The research is a part of on Ph.D. Dissertation in the case of the third researcher.