توهين الموجات الرادوية والمايكروية بأستخدام المنطاط المشاب بمواد فيراتية حديدية من نوع $(Zn_x Mg_{1-x}Fe_2O_4)$

محمد حمزة المعموري
كلية الهندسة –جامعة بابل
Mhalmaamori1959@yahoo.com

محمد عبد الله عبد الحفيظ
جامعة دمشق– كلية العلوم

رحيم عبد جبر
كلية العلوم–جامعة بابل
RaheemAlmuramudhi@yahoo.com

الخلاصة

نظرا لعدم وجود الكثير من المواد التي تكون نفاذيتها النسبية اكبر من واحد $(\mu r>1)$ في مدى الطيف المايكروي اي المدى الذي يكون فيه التردد اكبر من واحد GHz 1 مما شجع الكثير من الباحثين على البحث عن مواد تكون نفاديتها النسبية $(\mu r>1)$ حيث استخدمت المواد الفرايتية التي تمتاز بنفاذيتها لنسبية العالية.

حضِر فرايت زنك – مغنيسيوم $Zn_xMg_{1-x}Fe_2O_4$ وبقيم x= (0,0.3,0.6,0.9,1) بطريقة الترسيب الكيمياوي المشترك واضيفت الى المطاط NBR المحضر وبنسبة g (3,6,9) ودرست قابليتة امتصاصها للموجات الراديوية في المدى الموجي GH_Z (12 – 8) حيث اظهرت النتائج ان اعلى قيمة من لمعامل فقدان الانعكاس تصل الى 23dB – عند اضافة 3g الى المطاط في المدى الموجي من GH_2 (11–10.5) عندما تكون نسبة x= 0.6 واظهرت النتائج كذلك ان اعظم فقدان حصل عند اضافة 6g من فرايت زنك – مغنيسيوم الى المطاط هي (43.dB–) عند التردد GH_2 (10.7).

وكذلك درس معامل الانعكاس وكذلك حساب النفاذية النسبية (μ_r) للعينات المحضرة.

الكلمات المفتاحية : **فرايت , توهين الموجات الراديوية , مطاط ماركب**

Abstract

Due to the lack of the presence of a lot of materials that are relative permeability greater than one (μr> 1) the extent of the radio waves any extent to which a frequency greater than one 1GHz which encouraged many researchers to search for materials to be relative Permeability (μr > 1) were used ferrite materials characterized by high relative Permeability.

prepared ferrite zinc - magnesium $Zn_xMg_{1-x}Fe_2O_4$ and values x = (0,0.3,0.6,0.9,1) by common chemical deposition was added to the NBR rubber with values (3 , 6,9) g were studied its ability to absorb radio waves at the long wavelength (12 - 8) GH_z where results showed that the highest value of the reflection coefficient of the loss of up to - 23dB when 3g Add to the rubber in the long wavelength of (10.5-11) GH_z when the ratio x = 0.6 and the results also showed that the greatest loss of obtained when adding 6g of ferrite zinc - magnesium is to rubber (-43.dB) at the frequency (10.7) GH_z.

It was also studying of reflection coefficient as well as the relative permeability account (μ_r) of the samples prepared.

Kward: Ferrite , Attention of radio wans , Rubber composite

المقدمة

المواد الماصة للرادار (Radar absorbing materials) (RAM_s)

تعرف المواد الماصة للموجات الرادارية ***Radar absorbing materals*** (RAM_s) على انها مواد متراكبه لديها القابلية على امتصاص الموجات الكهرومغناطيسية عند مرورها خلال هذه المواد. أي تقليل المقطع العرضي للرادار *(Radar Cross Section)* (*RCS*) للموجات المنعكسة. وبذلك تكون مواد (RAM_s) فعالة في تقنية التسلل أو التخفي لاسيما في المجالات العسكرية ومن شروط هذه المواد ان تكون خفيفة قدر الإمكان فضلا عن تحملها للظروف الجوية القاسية والإجهادات العالية المسلطة عليها..

في 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 كيميائياً أي أنها لا تتحلل أو تتفحم في درجات الحرارة العالية.

مواد (RAM) يجب ان تتحمل المخاطر الكهربائية الناشئة من الكهربائية المستقرة وخطر الصواعق وأخيراً مواد (RAM) يجب ان تكون ضد التأكل حتى لا تتحطم سطوح المركبات التي تستخدم هذه المواد في تصنيعها.[1]

في 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 مغناطسية 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 الفرايتات (2−4)

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 TiO2 استخدم مادة ذات ثابت عزل عالي.[5]

الية تقليل الانعكاسية: Mechanism of Reducing Reflectivity

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

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_o} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_o} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

وتعُد السماحية النسبية والنفاذية النسبية كميتان معقدتان أي تتكون من جزء خيالي وجزء حقيقي ويمكن كتابتها بالصورة الآتية[53]

$$\epsilon_r = \acute{\epsilon}_r + i\acute{\epsilon}_r \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

$$\mu_r = \acute{\mu}_r + i\acute{\mu}_r \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

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

وبالجزء الخيالي للسماحية تحتسب الفقدان في قيمة الطاقة للموجة الكهرومغناطيسية خلال في الوسط والذي يعتمد بدوره على التوصيلية الخاصة بالوسط أما الجزء الخيالي للنفاذية ($\acute{\mu}_r$) فيعتمد على شدة المغناطيسية.

يمكن كتابة المعادلتين (3) و(4) بالصورة الآتية[7]

$$\epsilon_r = \acute{\epsilon}_r(1 + itan\delta e) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (5)$$

$$\mu_r = \acute{\mu}_r(1 + itan\delta m) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (6)$$

حيث تمثل $tan\delta e$ و $itan\delta m$ الخسارة في الكهربائية والمغناطيسية في الوسط. فالمواد التي تكون لها قيمة ($tan\delta e$) عالية تسمى بالمواد العازلة كهربائياً والتي تكون فيها قيم ($tan\delta m$) عالية تدعى بالمواد المغناطيسية.

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 الكهرومغناطيسية الأساسية كالآتي:−

$$n = (\acute{\mu}_r \epsilon_r)^{1/2} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (7)$$

اما الممانعة (Z) هي ممانعة الهواء وتساوي تقريباً$^{\Omega}(377)$ ومعامل الانكسار كميات معقدة.

الجانب العملي

تقنية الترسيب الكيميائي المشترك Coprecipitation Tehnique

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 معاً على شكل هيدروكسيد باضافة هيدروكسيد الصوديوم (NaoH) او على شكل اوكزالات باضافة حامض بيكاربونات.

الرواسب يتم ترشيحها ثم غسلها وبعد ذلك 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 تجانساً.
2- اكثر تفاعلية .
3- اكثر نقاوة.
4- احجام الجسيمات الناتجة تكون قليلة.
5- التقليل من زمن عملية الكلسنة.

المواد الأولية للمواد الفرايتة

ان اختيار مواد ذات نقاوة عالية يؤدي الى الحصول على مواد فيرايتية نقية جداً خالية من الشوائب اذ يؤدي وجود لشوائب الى الحصول على مواد فيراتية ذات خواص مغناطيسية وكهربائية بقيم غير قيمها الحقيقة والجدول التالي يبين المواد التي تم استخدامها في تحضير المواد الفرايتية.

تحضير الفرايتات

1- تحضير فرايت الزنك $Znfe_2O_4$

ومن كلوريد الحديد F ZnC4H6O.2H2O يتم تحضير فرايت الزنك من اوكزالات الخارصين نتبع الخطوات

الوزن الجزئي لاوكزالات الخارصين 219.49

الوزن الجزئي لكلوريد الحديد هو 162.21

$$n = \frac{w}{wm} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1-3)$$

حيث n هو عدد المولات

w هو الوزن المطلوب حسابه

w_t الوزن الجزيئي

$$w = n.w_m \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1-3)$$

ومن خلال ملاحظة الناتج النهائي ($znFe_2O_4$) ان عدد ذرات الحديد هو ضعف ذرات الزنك لذلك تم استخدام (0.2mole) من اوكزالات الخارصين مقابل (0.4) من كلوريد الحديد وبالتالي تكون معادلة حساب الوزن المستخدمة في التفاعل

$$(0.2).(219.49) + (0.4)(162.21) \rightarrow ZnFe_2O_4$$

2- تم مزج m(0.4) من ايونات الحديد الملحية مع m(0.2) من ايونات الخارصين وتم اكمال المزيج ان m(1) باستخدام خلاط مغناطيسي وبأستمرار الخلط باستخدام خلاط مغناطيسي وبأستمرار الخلط تم اظافة هيدروكسيد الامونيوم (NH_4OH) الى المحلول لحين وصول$PH \geq 8$ حيث نحصل على محلول كثيف القوام. وتستمر عملية خلط حوالي 3 ساعات. وبعد ذبلك تجري عملية الترشيح للمحلول باستخدام مرشحة يوختر وبالاستعانة بورق الترشيح وبعد ذلك يتم وضع الناتج في دورق حديد وتتم عملية غسله لاكثر من مرة باستخدام الماء المقطر للا ايوني للتخلص من الشوائب العالقة ان وجدت خصوصاً هيدروكسيد الامونيوم. وبذلك حصلت على هيدروكسيدات معدنية بدلاً من الايونات الموجبة للفلزات والتي تتفكك بالحرارة بسهولة مكونة اوكسيد المعدن في طور السبنل يتميز بتجانسه وحجمه الحبيبي الصقير.

3- نجري عملية التجفيف في درجة حرارة $200C^o$ ولمدة 24 ساعة.

4- نجري عملية سحق باستخدام هاون سيراميكي ولمدة 6 ساعات.

5- بعد اكمال عملية سحق الناتج يتم وصفه بورقة سيراميكية تمتاز بتحملها لدرجات الحرارة العالية وتوضع في فرن ويتم رفع درجة الحرارة بمعدل 10درجات بالدقيقة لحين الوصول الى درجة حرارة $800C^o$ حيث تبقى عند هذه الدرجة لمدة 6 ساعات ويترك بعدها الفرن مدة كافية من الزمن حتى يبرد ويتم اخراج المواد وتجري عليها عمليات السحن والطحن مرة أخرى ولمدة 4 ساعات حتى يصبح الناتج متجانس.

فحص للناتج للتأكد من الحصول على طور السبنل وذلك بالمقارنة مع الكارت ASTM القياسي.

7- تجري عملية حرق للناتج في فرن حراري بدرجة حرارة حوالي $1200C^o$ وهو ما يعرف بالتلبيد حيث يتم التسخين بمعدل $10C^o$ حتى نصل الى درجة حرارة $500C^o$ وتستمر عند هذه الدرجة لمدة ساعة وبعد ذلك نبدأ بزيادة درجة الحرارة وبنفس المعدل السابق حتى تصل درجة الحرارة الى $800C^o$ ويترك لمدة ساعة أيضاً عند هذه الدرجة ثم ترفع درجة الحرارة الى $00C^o1100$ وهي درجة حرارة النهائية

2- **تحضير فرايت المغنسيوم $Mgfe_2O_4$**

1) يتم استخدام نفس الخطوات السابقة المستخدمة في تحضير فرايت الزنك ($Z_nfe_2O_4$) حيث تم حساب الكتلة لكل مادة من المواد المستخدمة في تحضير فرايت المغنسيوم وهي كاربونات المغنسيوم ($MgCo_3$) وكلوريد الحديد ($FeCl_3$) مع ملاحظة ان عدد ذرات الحديد الناتجة في الناتج النهائي هو ($Mgfe_2O_4$).

$$0.2MgCo_3 + 0.4FeCl_3 \rightarrow MgFe_2O_4$$
$$0.2 \times (84.3) + (0.4 \times (162.21)) \rightarrow MgFe_2O_4$$

وبتكرار نفس الخطوات3-5 من المستخدمة في تحضير فرايت الزنك .

2) تم فحص الناتج النهائي باستخدام (X-ray) لغرض التأكد من حصولنا على طور السينل.$Zn_xMg_{r-x}Fe_2O_4$

1- في حالة x يساوي صفر يكون الوزن المطلوب من فرايت الزنك $ZnFe_2O_4$ يساوي صفر.

ويكون الوزن المطلوب من فرايت المغنسيوم $Mgfe_2O_4$ يساوي mg(10) .

2- في حالة x=0.3 في هذه الحالة فأن الصيغة العامة تصبح

$Zn_{0.3}Mg_{0.7}fe_2O_4$ بهذا تكون الكمية المطلوبة لتحضير هذا المركب هي 3gm من فرايت الزنك لان نسبته في المركب هي 0.3 بينما تحتاج الى (7gm) من فرايت المغنسيوم وذلك لان نسبته تساوي 0.7 .

3- في حالة x=0.6 تكون الصيغة العامة هي $Zn_{0.6}Mg_{0.4}fe_2O_4$ نلاحظ ان نسبة فرايت الزنك تساوي 0.6 أي نحتاج الى (6gm) من فرايت الزنك بينما نسبة فرايت المغنسيوم هي 0.4 أي نحتاج الى 4gm من هذا الفرايت.

4- في حالة x=0.9 تكون الصيغة العامة هي $Zn_{0.9}Mg_{0.1}fe_2O_4$ في هذه الحالة نحتاج الى 9gm من فرايت الزنك الى (1gm) من فرايت المغنسيوم هي 0.4 أي تحتاج الى 49m من الفرايت.

5- في حالة X=0.9 تكون الصيغة العامة هي $Zn_{0.9}Mg_{0.1}fe_2O_4$ في هذه الحالة تحتاج الى 9mg من فرايت ازنك لأن ؟؟؟ في المركب تساوي (0.9) تبعاً لنسبة في الفرايت المركب.

يتم خلط كل مركب على حدة ولمدة 24 ساعة للحصول على تجانس أكبر للمركب زنك فرايت

Preparation of rubber compositeتحضير المطاط المتراكب

بعد ان تم تحضير الزنك فرايت يتم خلطه مع الماده المطاطيه المركبه والمحضره من وحسب جدول رقم (1) بعد ذلك يتم درفلتها مرة اخرى و لعدة مرات لغرض الخلط و المجانسه الجيده بعد ذلك تكون الماده المتراكبه و الحاويه على الزنك فرايت جاهزه للكبس و الفلكنه ثم اجراء القياسا الخاصهNBR

جدول رقم (1)

المادة	pphr
مطاط (NBR)	200
حامض الستاريك	30
اوكسيد الزنك	6
N_2O	120
زيت الخروعCastroil	30
TMQ	6
TMTD	4
MBTS	2
$Z_{nx}M_{1-x}fe_2O_4$	3,6,9

نتائج فقدان الانعكاسية

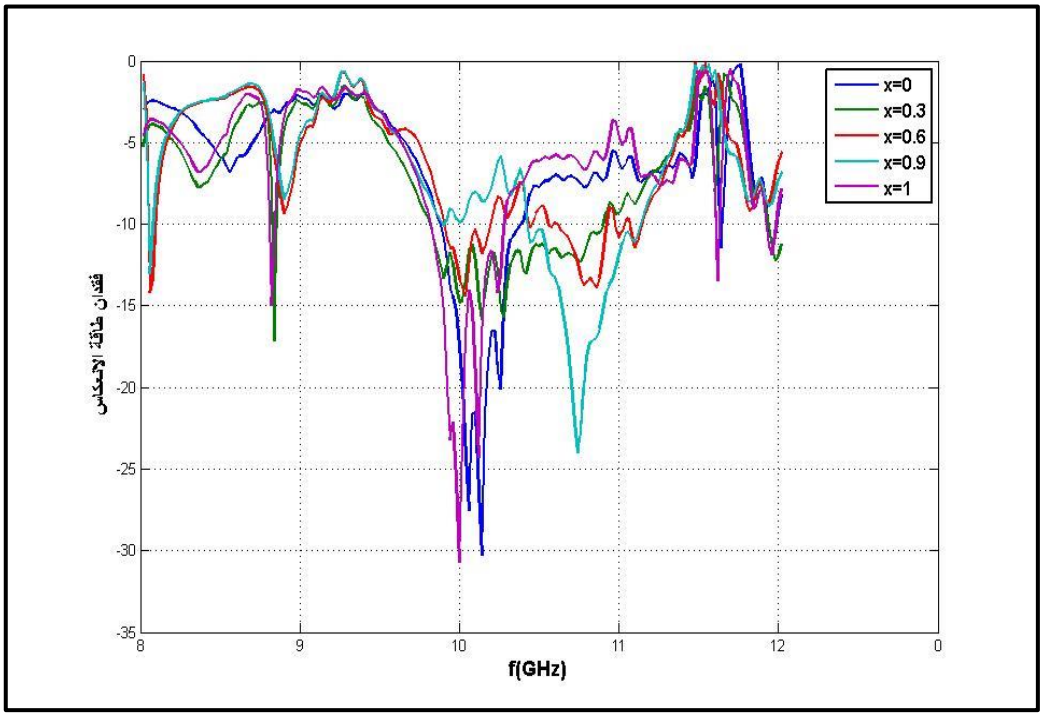
من الشكل نلاحظ عندما تكون قيمة x=0 فانه قيمة طاقة الانعكاس تكون مساوية الى (17-). عند التردد ($8.8GH_z$) وهناك قيم تتراوح بين (12-الى 10-) من قيمة طاقة الانعكاس لتردد يتراوح بين ($9.8-11GH_z$) ولذا يمكن ان نقول ان هناك طاقة امتصاص عالية للموجات الرادوية. وعند زيادة قيمة x تظهر قيمة عند التردد ($8GH_z$) بمقدار طاقة انعكاس مساوية الى (13dB-) وكذلك تظهر فيه لطاقة الانعكاس مقدارها (10dB-) عند التردد ($8.8GH_z$) ثم تظهر قيم عند التردد ($10-11\ GH_z$) تتراوح من (dB(14- الى 10-)) ولكن عندما تكون قيمة x مساوية الى (11-10.5) بمقدار (dB_i(23-)-10-) وعندما تكون x=0.9 فان طاقة الانعكاس تنحصر عند التردد ($9.8-10GH_z$).

اما عندما تكون قيمة x=1 فانها تكون تقريباً مطابقة للنتائج عندما تكون x=0.

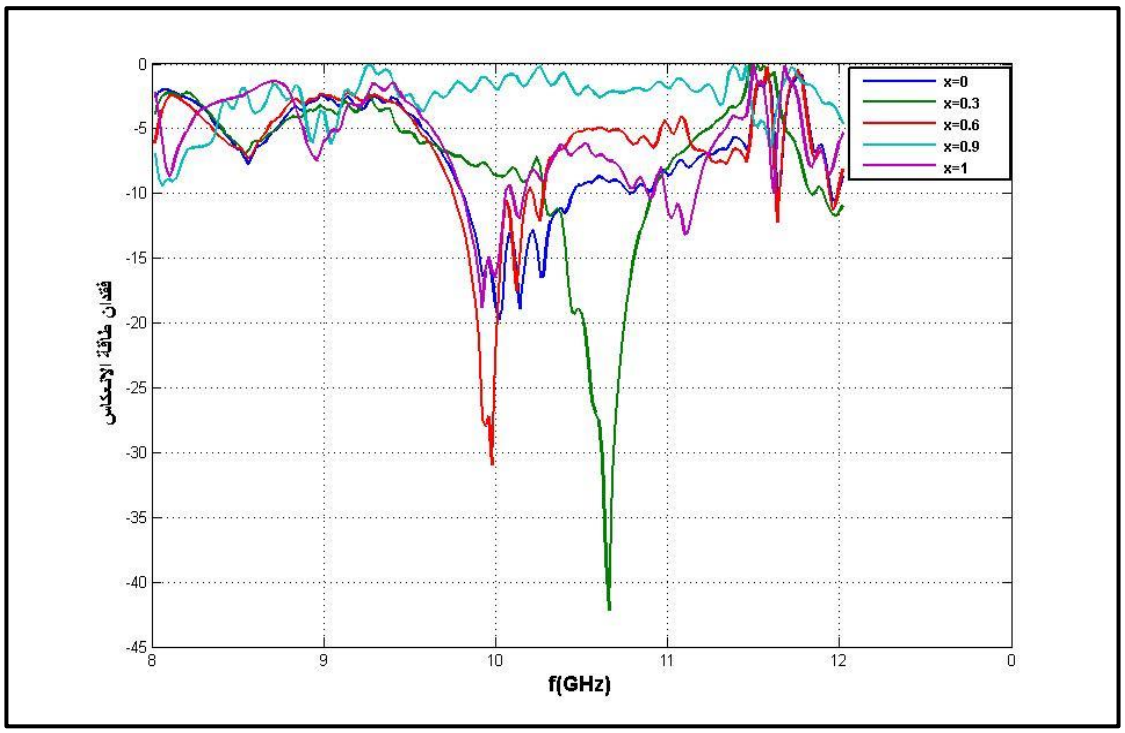
عندما تكون الاضافة 6g من فرايت المغنسيوم زنك فان فقدان طاقة الانعكاس تكون اكبر من كل الترددات بعد التردد ($9.8\ GH_z$) فعندما تكون x=0 يكون التأثير في قيمة طاقة الانعكاس يكون ضمن المدى الترددي GH_z(11-9.8) ولكن فقدان اكبر عما كان عليه في حالة x=3g وعند x=0.3g فان فقدان طاقة الانعكاس تنحصر ضمن المدى الترددي من GH_z(10.8-9.4) ولكن تكون اعظم فقدان في قيمة طاقة الانعكاس هي (43dB-) عند التردد ($10.7GH_z$) وعندما x=0.6 فأن فقدان طاقة الانعكاس تنحصر ضمن المدى الترددي

($9.7-10.4GH_z$) ويكون اعظم فقدان عند ($10.6\ GH_z$) وعند x=0.9 تقل فقدان طاقة الانعكاس لتنحصر ضمن التردد ($9.8-10.3GH_z$).

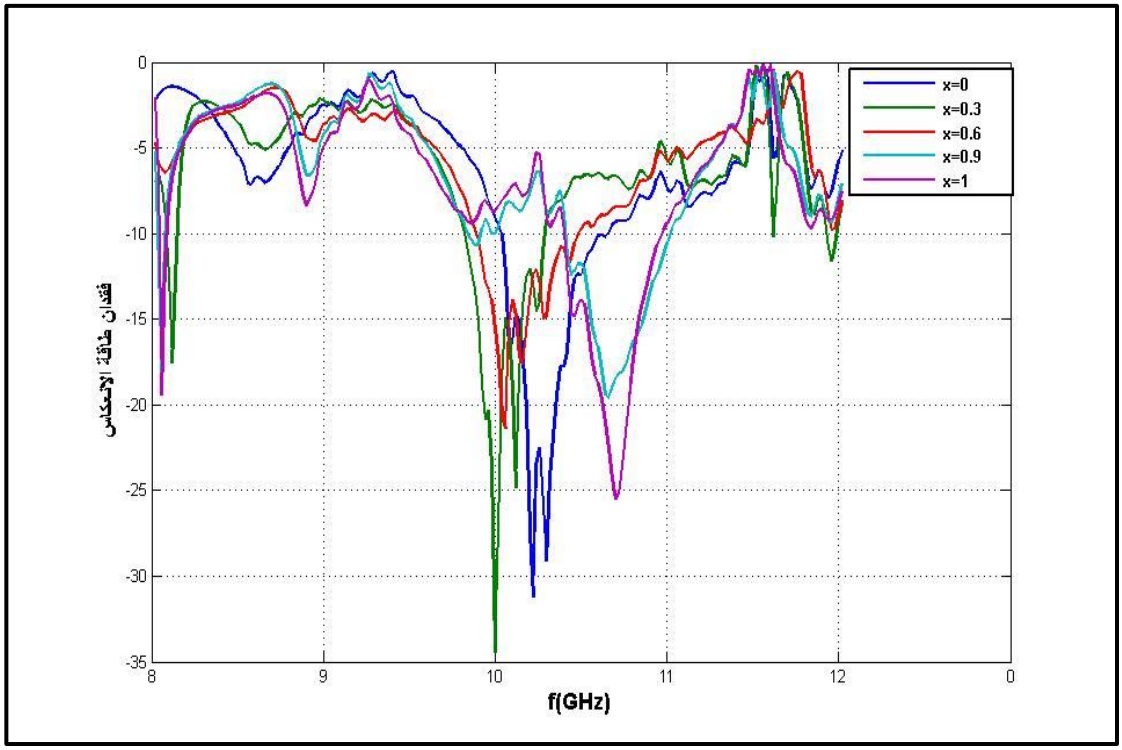
وعند اضافة 9g يكون الفقدان في طاقة الانعكاس بحدود (18dB-) عند التردد من ($8-84GH_z$) عندما تكون x=0.3 و x=0.9 اما عند التردد(GH_z (10-11)) فان الفقدان في طاقة الانعكاس تتراوح من (dB(34- الى -10)) ولكن يكون اعظم فقدان عند التردد ($10.3GH_z$) و ($10GH_z$). عندما x=0.3 وعندما x=1 يكون اعظم فقدان عند التردد GH_z(10.7).



شكل(1) يوضح فقدان طاقة الانعكاس مع التردد عند اضافة 3 غم من فرايت $Zn_xMg_{1-x}fe_2O$ للمطاط NBR



شكل (2) يوضح فقدان طاقة الانعكاس مع التردد عند اضافة 6 غم من فرايت $Zn_xMg_{1-x}fe_2O$ للمطاط NBR

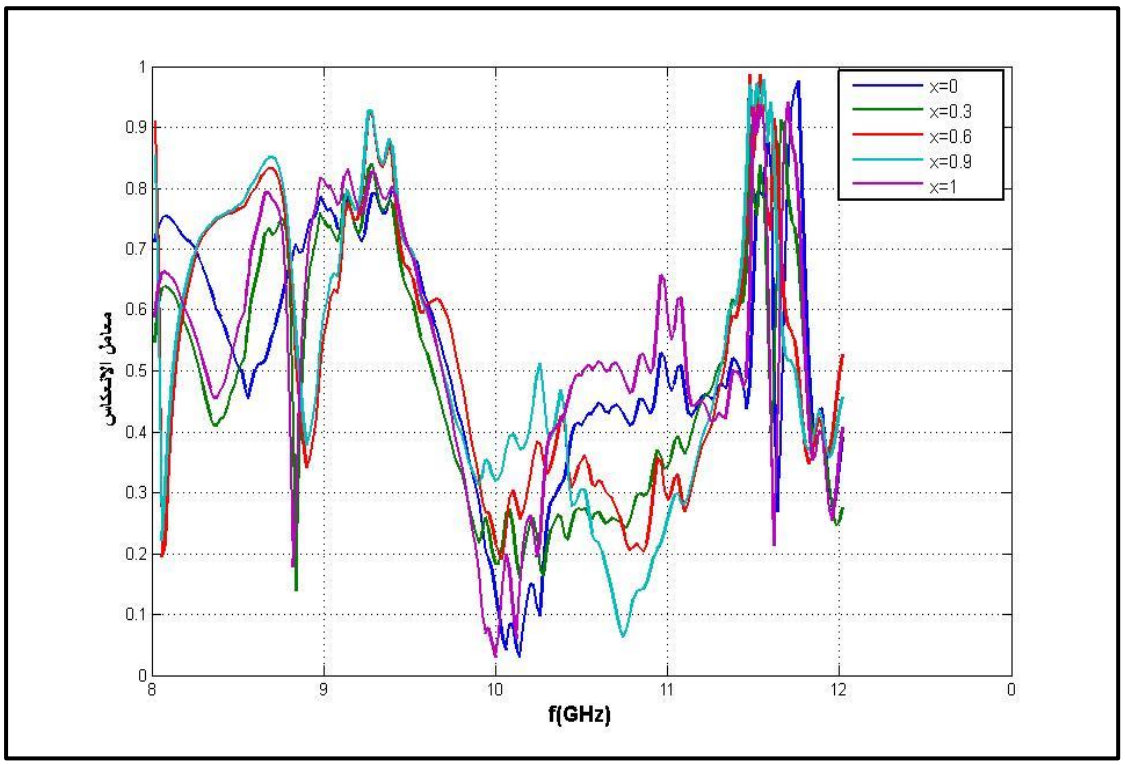


شكل (3) يوضح فقدان طاقة الانعكاس مع التردد عند اضافة 9 غم من فرايت $Zn_xMg_{1-x}fe_2O_4$ للمطاط NBR

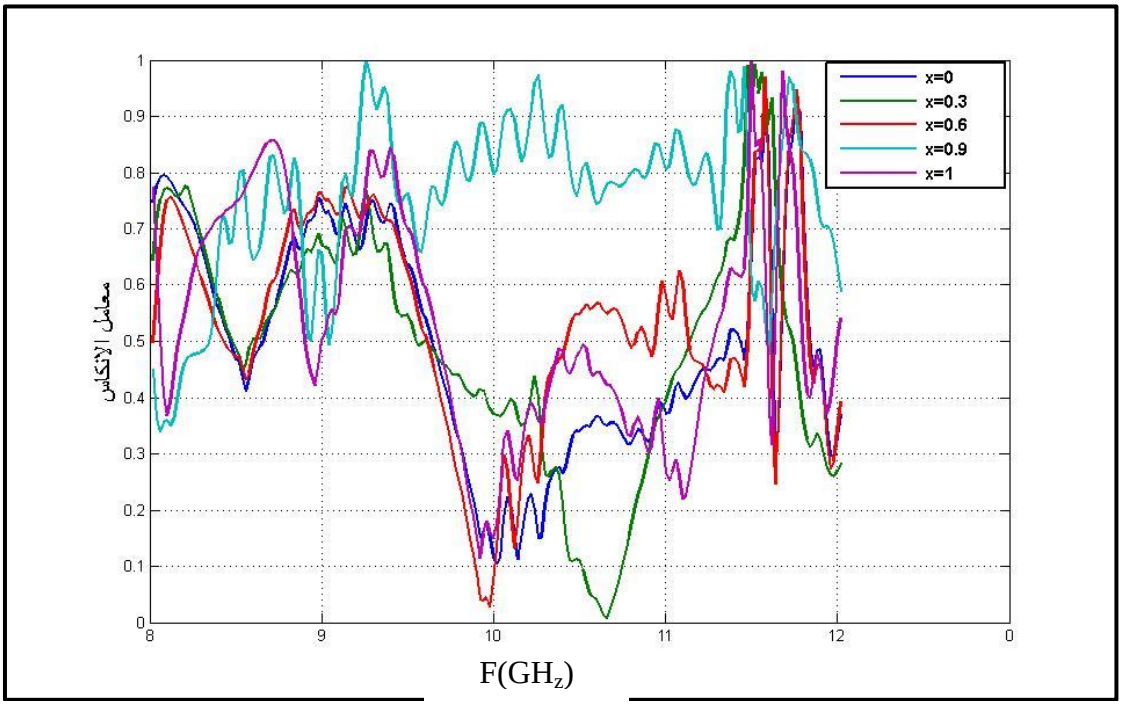
نتائج معامل الانعكاس

من اجل الحصول على مواد ذات توهين عال للموجات الكهرومغناطيسية ينبغي تقليل معامل انعكاسها الى اقل قيمة ممكنة حيث يتبين في الاشكال من (36-5) الى (41-5) 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 قيمة لفقدان طاقة الانعكاس وهذا من البديهيات لان معامل الانعكاس بالعلاقة

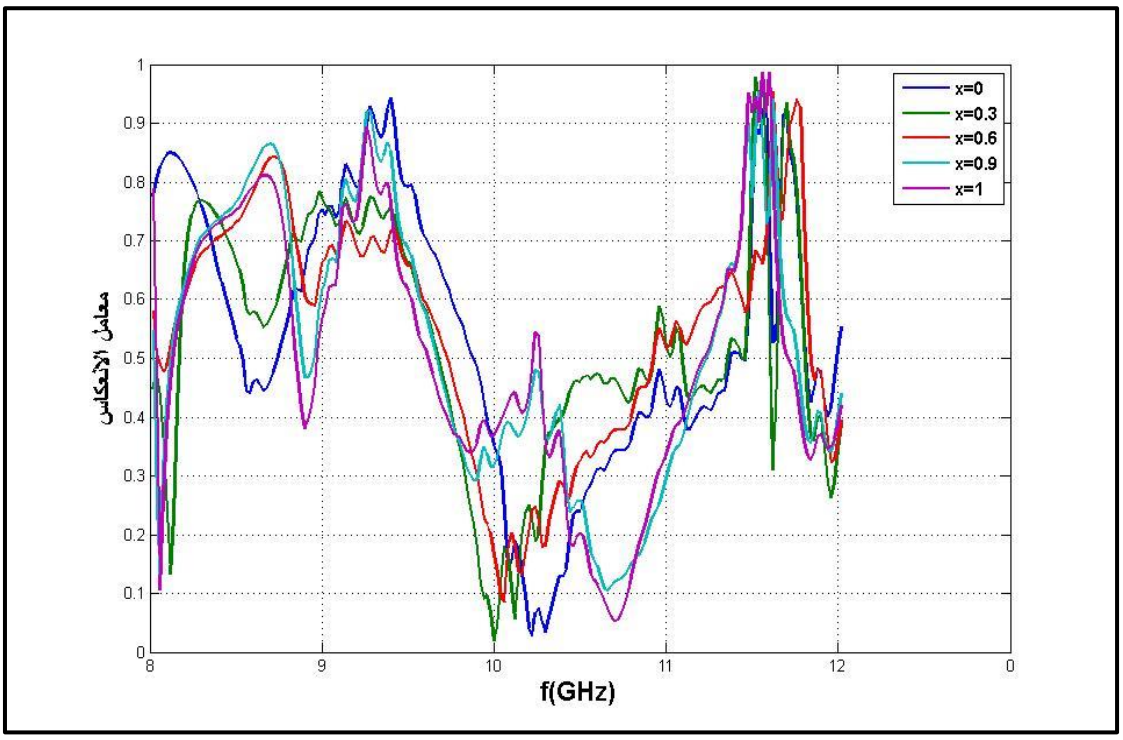
$RC=20LOG(\Gamma)$ حيث Γ يمثل الفقدان في طاقة الانعكاس للاشعة الساقطة. وبذلك نكون قد حصلنا على مواد ذات معامل انعكاس واطئ تصلح لاستخدامها كمواد موهنة للموجات الكهرومغناطيسية في الحزمة X-BAND.



شكل (4) يمثل معامل الانعكاس للعينة المطاطية (NBR) المشوبة بـــ3غم من فرايت $Zn_xMg_{1-x}fe_4$



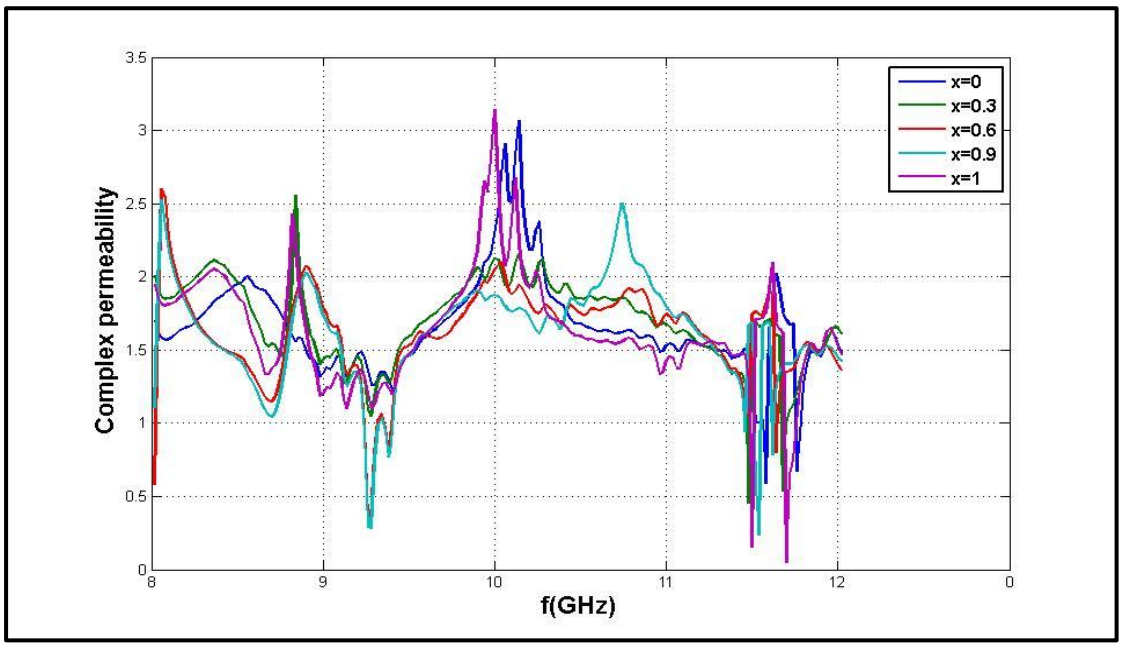
شكل (5) يمثل معامل الانعكاس للعينة المطاطية (NBR) المشوبة بـــ6غم من فرايت $Zn_xMg_{1-x}fe_2O_4$



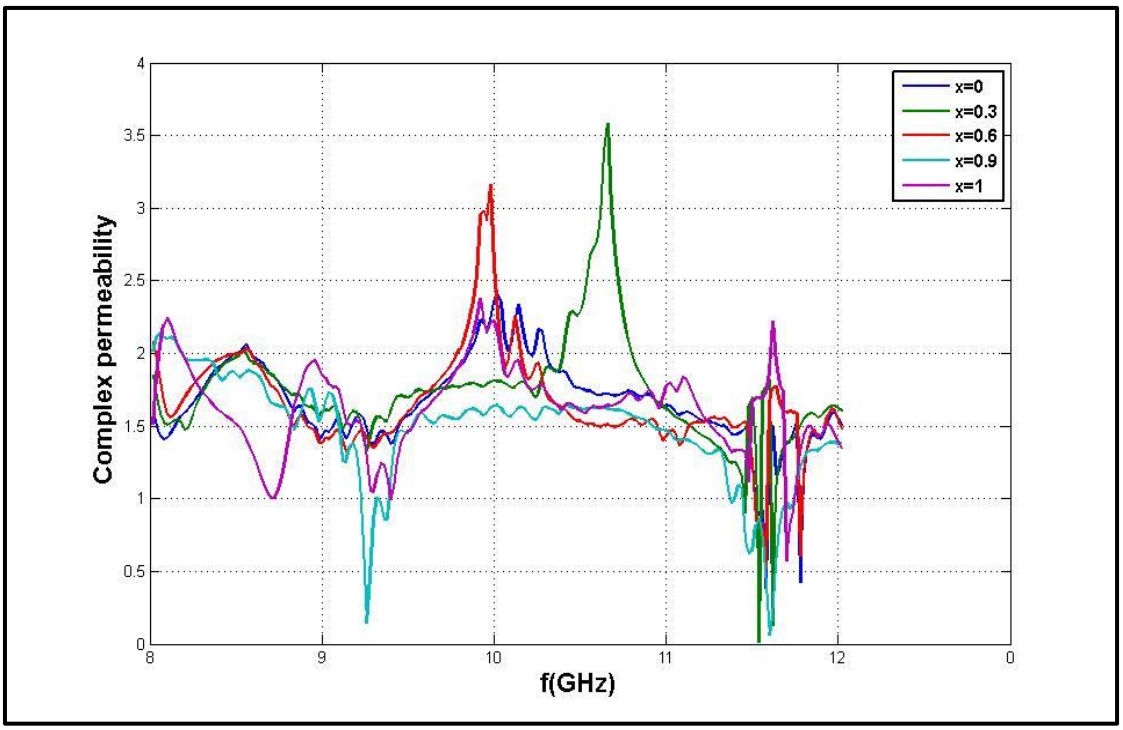
شكل (6) يمثل معامل الانعكاس للعينة المطاطية (NBR) المشوبة بـــ9غم من فرايت $Zn_xMg_{1-x}fe_2O_4$

نتائج النفاذية المركبة: **Complex permittivity**

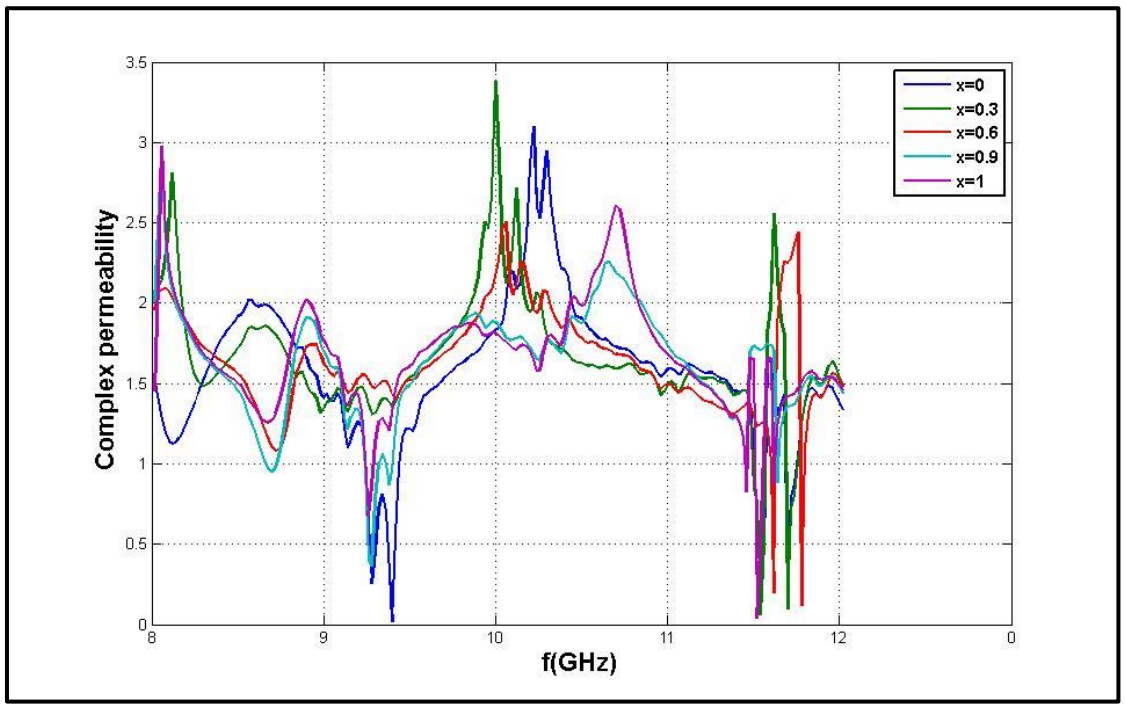
نلاحظ في الاشكال (48-5) الى (53-5) تصرف النفاذية المعقدة مع التردد في المدى المحصور من (8-12)GH_z حيث نلاحظ ان السلوك مشابه لسلوك معامل التوهين كون ان حساب النفاذية المركبة قد يحتسب بالاعتماد على معامل التوهين حيث نلاحظ ان قيم النفاذية المعقدة عند التردد (10)GH_z عند اضافة (3) غم من فرايت الزنك مغنسيوم وحسب قيم x تساوي(0,0.3,0.6,0.9,1) فان قيمة $\mu_r =$ (2.2,2.1,1.8,3.2,2.8) على الترتيب اما عند اضافة 6غم من فرايت الزنك مغنسيوم وحسب قيم x المذكورة اعلاه وعند التردد نفسه 10 GH_z فان قيم النفاذية المعقدة تكون (2.4,1.75,3.2,1.7,2.3) وعند زيادة نسبة الاضافة الى 9غم من فرايت الزنك مغنسيوم فأن قيم النفاذية المعقدة تكون (2.45,3.4,2.5,1.8,1.7) وحسب قيم x على الترتيب ، اما بالنسبة لفرايت الزنك نحاس فان قيم النفاذية المعقدة تكون عند اضافة 3غم 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) ويحسب قيم x المذكورة اعلاه .



شكل (7) يوضح النفاذية المعقدة عند اضافة 3غم من فرايت $Zn_xMg_{1-x}fe_2O$ للمطاط NBR



شكل (8) يوضح النفاذية المعقدة عند اضافة 6غم من فرايت $Zn_xMg_{1-x}fe_2O$ للمطاط NBR



شكل (9) يوضح النفاذية المعقدة عند اضافة 9غم من فرايت $Zn_xMg_{1-x}fe_2O$ للمطاط NBR

المصادر

القبسي"تحضير مواد ماصة للموجات الرادارية ، اطروحة ماجستير، جامعة بابل"،2002

Harmuth. H.F." On the effect of Absorbing material on Electromagnetic waves with large Relative Band width" IEEE,Vol.EMC-25,No.1.1983.

Harmuth. H.F." On the effect of Absorbing material on Electromagnetic waves with large Relative Band width" IEEE,Vol.EMC,No.2.1985.

Ruppin R.."Use ferrite for Absorption of Electromagnetic wave"IEEE,Vol.EMC-28,No2.1985.

Sugimo S. to and others "Comositional Dependence of the Electromagntic 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.