دراسة الخصائص المغناطيسية للفرايت الصلد بدرجتي حرارة

(1000Cº،900Cº)

تحسين حسين مبارك رغد عدنان مجيد

قسم الفيزياء ، كلية العلوم ، جامعة ديالى، العراق

الخلاصة :

في هذا االبحث تم تحضير فرايتات سداسية صلدة من الباريوم والسترونشيوم حسب الصيغة الكيميائية ($[Ba_{(1-x)}Sr_{(x)}Fe_{12}O_{19}]$) وان قيم (X=0,0.25,0.5,0.75,1) بطريقة السول – جل ذات الاحتراق التلقائي. وتم كلسنة المسحوق بدرجة حرارة $900C^{\circ}$ لمدة ساعة واحدة (1hr).

ثم كلسنة المسحوق بدرجة[$900C^{\circ}$, $1000C^{\circ}$ لمدة (1hr)، وتم تلبيد الحلقات المحضرة للفرايتات (الصلد) بدرجة $900C^{\circ}$ لمدة (2hr). حيث تم اجراء فحص العينات بأستخدام تقنية قياس المغنطة للنماذج المتذبذبة Vibrating Sample Magnetometer (VSM)، في الفرايتات الصلدة تم ملاحظة ان حلقة الهسترة لها كبيرة

الكلمات المفتاحية :

فرايت الباريوم السداسي، فرايت السترونشيوم السداسي، حلقات الهسترة، فرايت.

الجزء النظري :

استخدمت الفرايتات السداسية نوع (M) وهي مواد مغناطيسية الأكثر أهمية من الناحية التجارية وتستخدم على نطاق واسع كمغناطيس دائم[1]. ويرجع الطلب على هذه المواد الى انخفاض تكاليف الإنتاج وارتفاع تباين المغناطيسية والمقاومة

الفائقة للتأكل [2,3]، وذات كثافة عالية وفقاً لوسائط التسجيل المغناطيسي، وهي تستخدم حالياً في أجهزة الميكرويف ضمن المدى(Giga – Hertzang) [4,5].

فرايت الباريوم السداسي($BaFe_{12}O_{19}$) و فرايت السترونشيوم السداسي ($SrFe_{12}O_{19}$) وهي فرايتات من نوع (M) سداسية التركيب، وتعرف بأن لها مغناطيسية عالية متباينة الخواص ومستقرة كيميائياً[6].

فرايت السترونشيوم هو من المواد الفيرومغناطيسية صيغته ($MFe_{12}O_{19}$) عندما M تمثل ايونات (Sr) ثنائية التكافؤ [7]. الخصائص المغناطيسية لفرايت السترونشيوم السداسي تعتمد على هيكلها والجسيمات والحجم البلوري والتي تعتمد على طريقة التوليف المستخدمة.

يستخدم فرايت السترونشيوم السداسي كمواد مغناطيسية دائمة في الأجهزة الحديثة [8]، مثل مكبرات الصوت، محركات مغناطيسية دائمة، أدوات الملفات (الكلفانوميتر، الفولتميتر، والاميتر لقياس التيار الكهربائي وكذلك في الميكروفونات[9].

تعتمد الخصائص المغناطيسية للفريت على العديد من المعلمات مثل الكثافة وحجم الحبيبات والتركيب الكيميائي وملائمة الحبيبات، فعندما تكون الكثافة عالية فأن مغنطة التشبع μ_s تكون عالية، وعند انخفاض حجم الحبيبات ستون القوة القهرية (او مايسمى بالحقل القسري) (H_C) سوف تكون عالية[10].

الجزء العملي :

في هذه الدراسة تم تحضير فرايتات مكونة من نترات الباريوم والسترونشيوم ونترات الحديد حسب الصيغة الكيمائية [$Ba_{(1-x)}Sr_{(x)}Fe_{12}O_{19}$] وان قيم (x= 0, 0,25, 0.5, 0.75, 1) فنحصل على (٥) عينات ذات نسب مختلفة، حيث تم تحضير هذه العينات بطريقة السول – جل ذات الاحتراق التلقائي ثم تلبيدها بدرجة حرارة $900C^{\circ}$ ولمدة ساعة واحدة فقط وبذلك تم الحصول على مسحوق الفرايتات حيث

تم بعدها تشكيل هذا المسحوق عينات على شكل حلقات لدراسة خصائصها المغناطيسية وتم تلبيد هذه العينات بدرجتي حرارة : اولاً- بدرجة حرارة $900C^{\circ}$ وبزمن يستغرق (2h)، ثانياً - بدرجة حرارة $1000C^{\circ}$ ولمدة (2h) وتم زيادة الزمن المستغرق في التلبيد وذلك لجعل ذرات المادة تتماسك اكثر وجعلها صلدة.

النتائج والمناقشات :

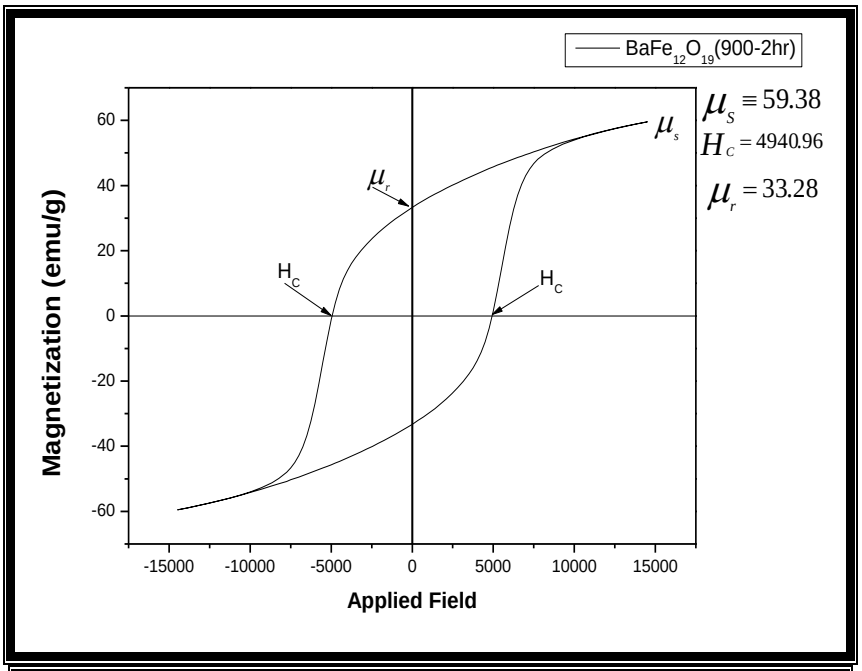
في الاشكال التالية للمواد الصلدة تبين ان لها حلقة هسترة كبيرة والتشبعية المغناطيسية والقوة القهرية لها كبيرة لان مواد الباريوم واليسترونشيوم هي فرايتات سداسية صلدة تحتفظ بمغناطيسيتها حتى بعد زوال المجال الخارجي المسلط حيث ان قيم (μ_r, μ_s, H_C) تتغير من عينة الى أخرى ففي حالة (١) فرايت الباريوم $BaFe_{12}O_{19}$ تكون قيمة(μ_s) اعلى من قيمتها للفرايت السترونشيوم $SrFe_{12}O_{19}$ ونلاحظ عند إضافة السترونشيوم للباريوم تقل قيمة (μ_s) تكون اقل من في حالة فرايت الباريوم النقي أو فرايت السترونشيوم النقي اما في حالة إضافة نسب متساوية الباريوم والسترونشيوم أي في العينة $(Ba_{0.5}Sr_{0.5}Fe_{12}O_{19})$ تكون (μ_s) لها اعلى قيمة (أي تكون اعلى من بقية العينات)وكذلك بالنسبة للـ H_C والنفاذية المغناطيسية (μ_r) تكون اعلى قيمة في العينة $(Ba_{0.5}Sr_{0.5}Fe_{12}O_{19})$.

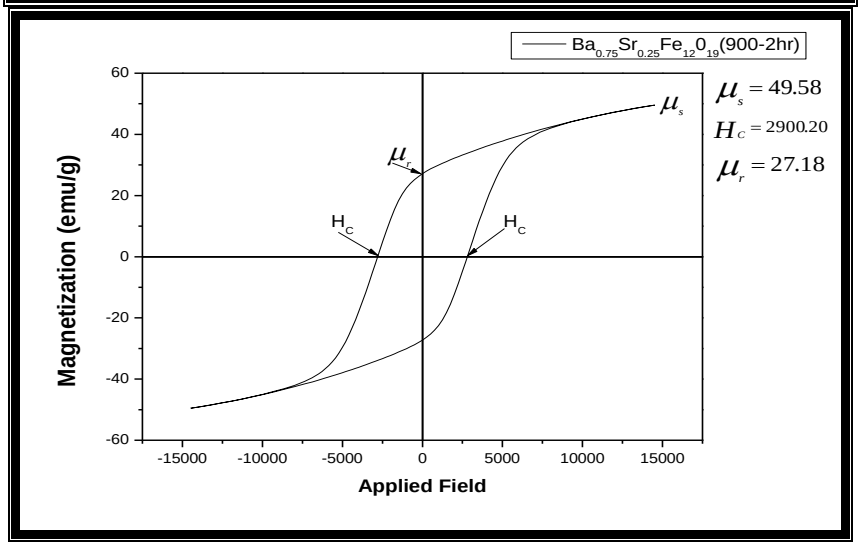
وان قيم التشبعية المغناطيسية والنفاذية الابتدائية وكذلك القوة القهرية تختلف في درجة الحرارة $900C^{\circ}$ عن درجة حرارة $1000C^{\circ}$ ففي بعض العينات تزداد وبالاخرى تقل والسبب يرجع ذلك الى زيادة او نقصان درجة الحرارة وكذلك بسبب النسب المضافة من الباريوم والسترونشيوم [11].ويمكن ملاحظة قيم هذه المتغيرات من خلال الجدول التالي :

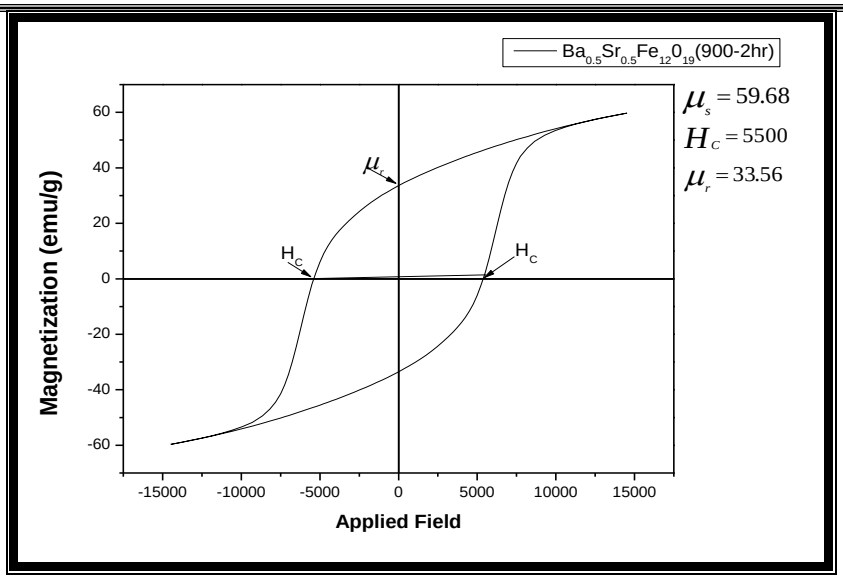
Sample	T°	μ_s	μ_r	H_c	T°	μ_s	μ_r	H_c
$BaFe_{12}O_{19}$	900C°	59.38	4940.96	32.28	1000C°	57.69	4875.13	٣٣.٠٠
$Ba_{0.75}Sr_{0.25}Fe_{12}O_{19}$	900C°	49.58	2900.20	27.18	1000C°	53.76	٤٢٣٨.٧٦	٢٩.٥٦
$Ba_{0.5}Sr_{0.5}Fe_{12}O_{19}$	900C°	59.68	5500	33.56	1000C°	٥٥.١٣	٥٤٧٩.٧٩	٣١.٤٣
$Ba_{0.25}Sr_{0.75}Fe_{12}O_{19}$	900C°	52.85	5479.79	30.17	1000C°	٥٧.٧٣	٥٥٠٠	٣٣.٠٥
$SrFe_{12}O_{19}$	900C°	51.22	5321.31	29.37	1000C°	٦٢.٣٧	٥٣٨٧.١٤	٣٦.٠٠

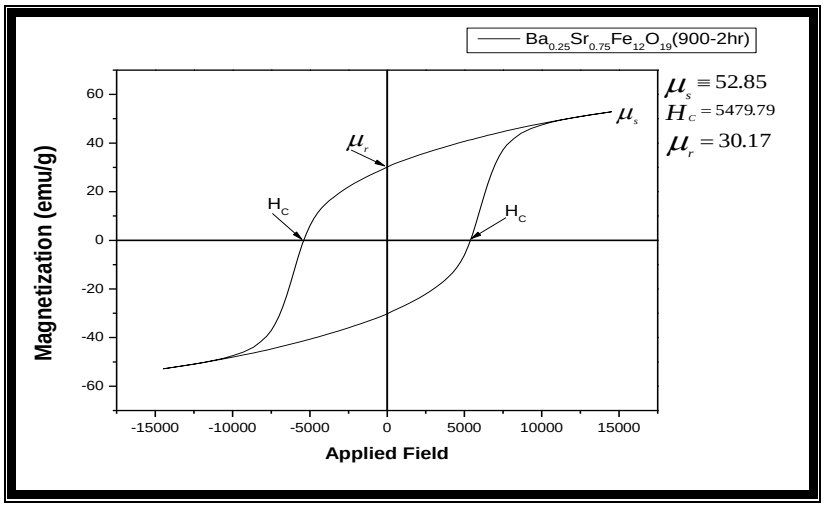
الاستنتاجات :

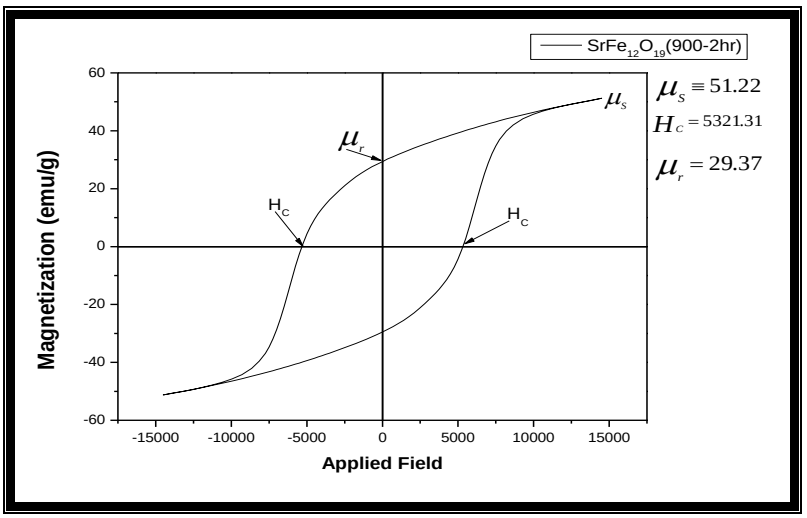
في هذا البحث يمكن ان نستنتج بأنه خسائر الطاقة تكون عالية في الفرايتات الصلدة وذلك بسبب كون حلقة الهسترة كبيرة التي تؤدي الى انه التشبعية المغناطيسية عالية وبالنتيجة تكون هناك خسائر عالية بالطاقة ولكون حلقة الهسترة كبيرة فأن هذه الفرايتات تكون ذات خزن دائمي لانها لاتفقد مغناطيسيتها بسرعة لذلك تستعمل كمغانط دائمة او في الأجهزة الالكترونية، على عكس الفرايتات المرنة.


BaFe12O19(900-2hr)
μS ≡ 59.38
HC = 4940.96
μr = 33.28
μs
μr
HC
HC
Magnetization (emu/g)
Applied Field
60
40
20
0
-20
-40
-60
-15000
-10000
-5000
0
5000
10000
15000


Ba0.75Sr0.25Fe12O19(900-2hr)
μs = 49.58
HC = 2900.20
μr = 27.18
μs
μr
HC
HC
Magnetization (emu/g)
Applied Field
60
40
20
0
-20
-40
-60
-15000
-10000
-5000
0
5000
10000
15000


Ba0.5Sr0.5Fe12019(900-2hr)
μs = 59.68
HC = 5500
μr = 33.56
μr
HC
HC
Magnetization (emu/g)
Applied Field
60
40
20
0
-20
-40
-60
-15000
-10000
-5000
0
5000
10000
15000

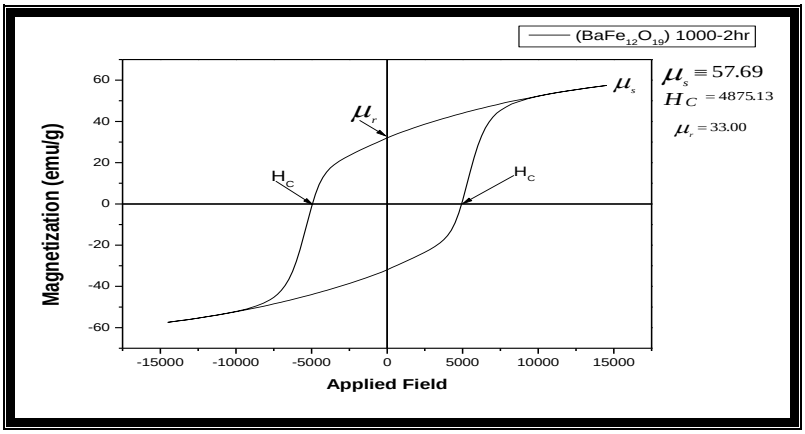

Ba0.25Sr0.75Fe12O19(900-2hr)
μs ≡ 52.85
HC = 5479.79
μr = 30.17
μs
μr
HC
HC
Magnetization (emu/g)
Applied Field
60
40
20
0
-20
-40
-60
-15000
-10000
-5000
0
5000
10000
15000

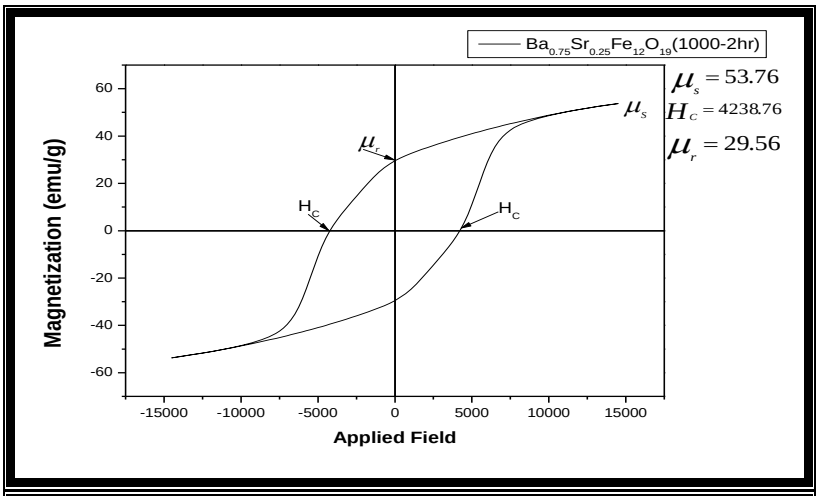

SrFe12O19(900-2hr)
μS ≡ 51.22
HC = 5321.31
μr = 29.37
μs
μr
HC
HC
Magnetization (emu/g)
Applied Field
60
40
20
0
-20
-40
-60
-15000
-10000
-5000
0
5000
10000
15000

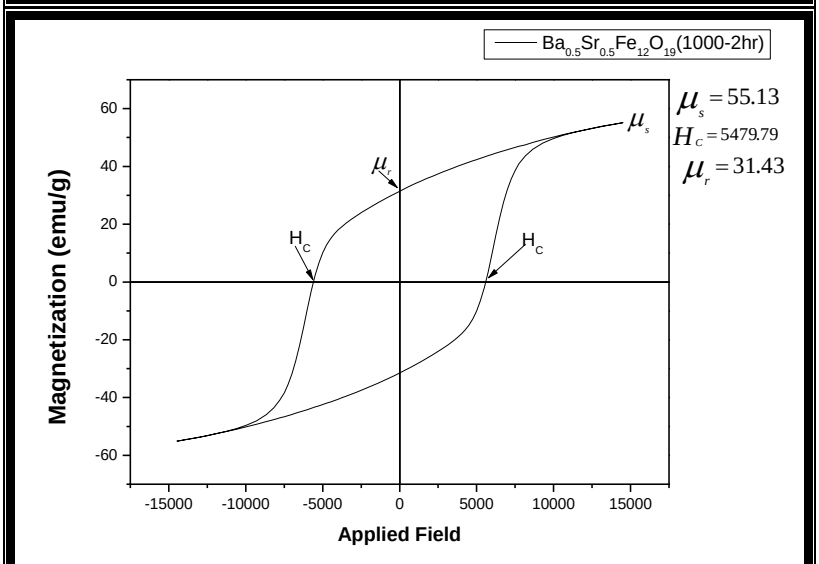
شكل يوضح حلقة الهسترة للفرايت $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Fe_{12}O_{19}$ ،

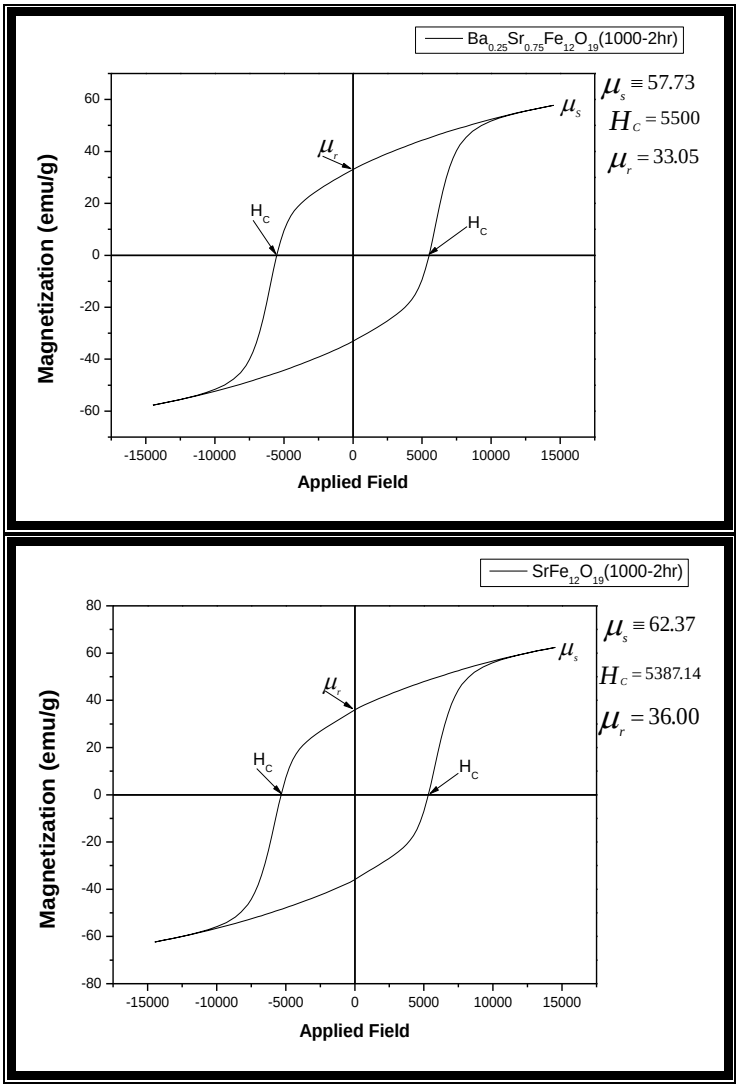
$Ba_{0.75}Sr_{0.25}Fe_{12}O_{19}$ ، $SrFe_{12}O_{19}$، $BaFe_{12}O_{19}$ ،

$Ba_{0.25}Sr_{0.75}Fe_{12}O_{19}$عند درجة حرارة $900^{\circ}C$









شكل يوضح حلقة الهسترة للفرايت $Ba_{0.5}Sr_{0.5}Fe_{12}O_{19}$ ، $Ba_{0.75}Sr_{0.25}Fe_{12}O_{19}$ ، $SrFe_{12}O_{19}$ ، $BaFe_{12}O_{19}$ ، $Ba_{0.25}Sr_{0.75}Fe_{12}O_{19}$ عند درجة حرارة $1000^{\circ}C$

المصادر

[1] Smit J, Wijn HPJ. Ferrites. Eindhoven: Philips Technical Library; 1959.
[2] Campbell P. Permanent Magnet Materials and Their Application. Cambridge: Cambridge University Press; 1994.
[3] Zhang L, Su XD, Chen Y, Li QF, Harris VG. Radio-frequency magnetron sputter-deposited barium hexaferrite films on
Pt-coated Si substrates suitable for microwave applications.

[4] R.C. Pullar, Hexagonal ferrites: a review of the synthesis, properties and applications of hexaferrite ceramics, Prog. Mater. Sci. 57 (2012) 1191–1334.
[5] R. Valenzuela, Novel applications of ferrites, Phys. Res. Int. 2012 (2012) 1–9.Article ID 591839.
[6] D.E. Speliotis, IEEE Trans. Magn. 25 (1989) 4048.
[7] A.M. Bolarín Miró, F. Sánchez De Jesús, C.A. Cortés Escobedo, S. Díaz De la Torre,R. Valenzuela, Synthesis of M-type SrFe12O19 by mechanosynthesis assisted by spark plasma sintering, J. Alloys Compd. 643 (2015) 226–230.
[8] J.R. Liu, R.Y. Hong, W.G. Feng, D. Badami, Y.Q. Wang, Large-scale production of strontium ferrite by molten-salt-assisted coprecipitation, Powder Technol. 262 (2014) 142–149
[9] S. Shakoor, M. Naeem Ashiq, M. Aslam Malana, A. Mahmood, M. Farooq Warsi, M. Najam-ul-Haq, N. Karamat, Electrical, dielectric and magnetic characterization of Bi–Cr substituted M-type strontium hexaferrite nanomaterials, J. Magn. Magn. Mater. 362 (2014) 110–114.
[10] Robert C. Pullar, Progress in Materials Science 57 (2012) 1191–1334

[11] Waseem Abbas, Department of Physics, Bahauddin Zakariya University, Multan 60800, Pakistan, ete, Structural and magnetic behavior of Pr-substituted M-type hexagonal ferrites synthesized by sol–gel auto combustion for avariety of applications" Journal of Magnetism and Magnetic Materials 374(2015)187–191.