VAI TRÒ CỦA La_2O_3 VÀ CoO THAY THẾ TRONG FERIT LỤC GIÁC Sr

Nguyễn Khánh Dũng[1] , **Nguyễn Thị Lệ Huyền**[2]
[1] Trường Đại học Công nghiệp TP. Hồ Chí Minh
H1-4, Khu Hưng vượng 2, P. Tân phong, Q.7, TP. HCM; E-mail: ngkhanhdung@hcm.vnn.vn
[2] Viện Vật lý TP. Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Một lượng nhỏ La_2O_3 và CoO (0,1 – 0,3% mol) thay thế trong ferit lục giác $Sr_{1-x}La_xFe_{12-y}Co_yO_{19}$ chế tạo theo phương pháp gốm truyền thống đã tạo ra sản phẩm có từ tính rất cao: với mẫu ferit dị hướng $Sr_{0,8}La_{0,2}Fe_{11,7}Co_{0,3}O_{19}$ thiêu kết ở 1280°C/2h cho các giá trị B_r = 4,6 kG; ${}_BH_C$ = 3,5 kOe; $(BH)_{max}$ = 5,7 MG.Oe.

Khảo sát cấu trúc (bằng phổ nhiễu xạ tia X và chụp ảnh SEM) và các tính chất từ của các mẫu (bằng các phép đo từ độ, hằng số dị hướng từ và đường cong từ trễ) đã chỉ ra nguyên nhân của sự cải thiện từ tính của nam châm ferit là do sự đóng góp của La_2O_3 và CoO đã giúp tạo ra hạt hình kim, kiềm chế sự phát triển hạt trong quá trình thiêu kết mẫu, tăng mật độ khối lượng, dẫn tới việc tăng từ độ và dị hướng từ (dị hướng từ tinh thể và hình dạng), do vậy làm tăng đáng kể các giá trị từ tính cơ bản của ferit từ cứng.

GIỚI THIỆU

Nhiều công trình nghiên cứu về hệ ferit Sr-La-Co đã chỉ ra sự cải tiến đáng kể từ tính của loại vật liệu này [1,2,3,4].

Trong công trình này chúng tôi khảo sát cấu trúc và tính chất của ferit $Sr_{1-x}La_xFe_{12-y}Co_yO_{19}$ + 0,5% trọng lượng SiO_2 với x = 0,0 ÷ 0,4 và y = 0,0 ÷ 0,2 chế tạo theo công nghệ gốm truyền thống bằng phổ tia X, chụp ảnh kính hiển vi điện tử quét, đo từ độ, hằng số dị hướng từ tinh thể và các thông số từ tính cơ bản. Kết quả cho thấy với tỷ lệ La_2O_3 và CoO thích hợp, mẫu $Sr_{0,8}La_{0,2}Fe_{11,7}Co_{0,3}O_{19}$ thiêu kết ở 1280°C/2h cho các giá trị từ tối ưu : B_r = 4,6 kG; ${}_BH_C$ = 3,5 kOe; $(BH)_{max}$ = 5,7 MG.Oe. Nguyên nhân ở đây có thể được giải thích do vai trò thay thế của La_2O_3 và CoO cho SrO và Fe_2O_3 góp phần kiềm chế sự phát triển hạt tinh thể trong quá trình thiêu kết, tăng sự định hướng hạt, tăng từ độ và dị hướng từ (cả dị hướng từ tinh thể và dị hướng hình dạng).

Báo cáo trình bầy công nghệ chế tạo mẫu, các kết quả thực nghiệm và bàn luận về nguyên nhân dẫn đến sự cải thiện từ tính của mẫu.

THỰC NGHIỆM

Các mẫu nghiên cứu có thành phần hóa học sau : $Sr_{1-x}La_xFe_{12-y}Co_yO_{19}$ với giá trị của x và y cho trong bảng 1 dưới đây.

Bảng 1: Giá trị x và y trong các mẫu ferit được khảo sát

Mẫu	M1	M2	M3	M4	M5
x	0	0,2	0,3	0,2	0,1
y	0	0	0,1	0,3	0,1

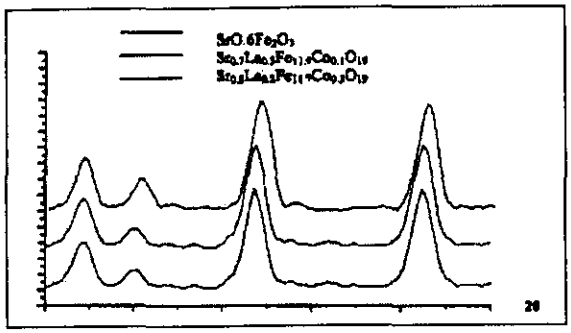
Các nguyên liệu Fe_2O_3 , $SrCO_3$, La_2O_3 và CoO ở dạng bột mịn, được cân theo tỷ lệ tương ứng rồi trộn đều với nước trong máy nghiền hành tinh 2h, lấy mẫu phân tích nhiệt DTA, TGA. Sau đó phôi liệu được sấy khô và nung sơ bộ ở vùng nhiệt độ 1260°C , giữ 2h trong môi trường không khí. Chế phẩm nung được nghiền mịn với nước trong máy nghiền hành tinh, để đạt đến kích thước hạt trung bình trong khoảng 1-3μm (đo bằng máy nhiễu xạ laser Mastersizer Microplus Ver.2-17, Malvern, UK). Tiếp đó bột ferit lại được sấy khô rồi ép thành các mẫu dị hướng (ép ướt trong từ trường 1T) và các mẫu đẳng hướng (ép khô, không có từ trường, áp lực 1000 kG/cm^2) và đem thiêu kết ở nhiệt độ 1260-1280°C/2h trong môi trường không khí.

Các mẫu được khảo sát cấu trúc và các tính chất từ bằng các phép đo phổ nhiễu xạ tia X (máy X- ray Diffracter Siemens D 5005), chụp ảnh hiển vi điện tử quét (SEM, JEOL-JSM 5410 LV, Japan), đo từ độ (từ kế mẫu rung VMS, NIM-200C hysteresisgraphs, USA), đo hằng số dị hướng từ tinh thể (phương pháp SPD, dùng từ kế từ trường xung cao) và đo đường cong từ trễ (trên thiết bị AMH-5020 HYSTERESISGRAPH, Walker Scientific, Inc. USA).

KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

Từ phổ nhiễu xạ tia X của các mẫu bột (hình 1), tính được các hằng số mạng tinh thể (bảng 2), đã chỉ ra rằng ferit Sr-La-Co có cấu trúc tinh thể lục giác dạng magnetoplumbite.

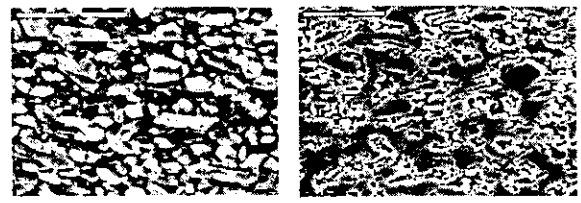
Hình 1: Phổ tia X của các mẫu ferit Sr-La-Co



Bảng 2: Các hằng số mạng của ferit Sr-La-Co

Mẫu	a (Å)	c (Å)
M1	5,887	23,037
M2	5,877	23,103
M3	5,874	23,109
$SrFe_{12}O_{19}$	5,879	23,054

Các ảnh SEM của các mẫu khối ferit thuần $SrO.6Fe_2O_3$ (hình 2) và mẫu $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11.7}Co_{3.3}O_{19}$ cho thấy một cách tường minh sự khác biệt về kích thước hạt tinh thể của các mẫu có và không có La_2O_3, CoO thay thế. Ở đây các chất thay thế có vai trò quan trọng trong việc kiềm chế sự phát triển hạt trong quá trình thiêu kết, tạo hạt hình kim, tăng tính định hướng hạt, do đó làm tăng từ độ và dị hướng từ, là những yếu tố quyết định từ tính cao của ferit từ cứng. La_2O_3 ảnh hưởng chủ yếu tới kích thước hạt [5].



Hình 2: Ảnh SEM của khối ferit thuần Sr (M1, trái) và mẫu có La_2O_3, CoO thay thế (M4, phải)

So sánh các giá trị từ tính cơ bản của hệ ferit Sr-La-Co (bảng 3) ta thấy các mẫu có một tỷ lệ La_2O_3, CoO thay thế thích hợp có sự cải thiện đáng kể từ tính, đặc biệt là lực kháng từ.

Với mẫu $Sr_{0,8}La_{0,2}Fe_{11,7}Co_{0,3}O_{19}$ + 0,5% trọng lượng SiO_2 dị hướng, thiêu kết ở 1280°C/2h cho các giá trị B_r = 4,6 kG; ${}_BH_C$ = 3,5 kOe; $(BH)_{max}$ = 5,7 MG.Oe , là các giá trị cực đại đối với loại vật liệu này hiện nay. Rõ ràng là dị hướng từ, từ độ và độ đậm đặc cao của sản phẩm quyết định từ tính cao của các mẫu. Điều này được minh chứng khi so sánh giá trị của các đại lượng này ở các mẫu ferit thuần Sr và mẫu có La_2O_3, CoO thay thế (bảng 4). Ở đây CoO có vai trò quyết định tới sự tăng từ độ và dị hướng từ tinh thể [6].

Bảng 4 : Giá trị từ độ, hằng số dị hướng từ tinh thể và khối lượng riêng của ferit Sr có và không có La_2O_3, CoO thay thế.

Mẫu	M_r(emu/g)	$K_1.10^5$(J/m^3)	D(g/cm^3)
M1	5.34	3.60	4.65
M4	6.27	3.93	4.98

KẾT LUẬN

Với một lượng nhỏ La_2O_3, CoO thay thế (0,1 – 0,3% mol) trong ferit lục giác $Sr_{1-x}La_xFe_{12-y}Co_yO_{19}$ chế tạo theo phương pháp gốm truyền thống đã tạo ra sự cải thiện đáng kể từ tính của ferit từ cứng lục giác.

Bảng 3 : Các giá trị từ tính cơ bản của ferit Sr-La-Co

Mẫu	Thiêu kết 1260°C / 2h			Thiêu kết 1270°C / 2h			Thiêu kết 1280°C / 4h		
	Br [kG]	${}_BH_C$ [kOe]	(BH)max MG.Oe	Br [kG]	${}_BH_C$ [kOe]	(BH)max MG.Oe	Br [kG]	${}_BH_C$ [kOe]	(BH)max MG.Oe
M1	3.75	1.61	3.20	3.72	1.49	3.40	4.60	2.15	4.78
M2	3.74	2.36	3.40	3.78	2.25	3.80	4.58	2.73	5.34
M3	4.07	2.06	3.78	4.00	1.81	3.90	4.50	2.90	5.60
M4	3.92	2.35	3.80	3.92	2.50	3.90	4.66	3.46	5.70
M5	3.72	2.25	3.32	3.81	2.54	3.53			

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Hội đồng Khoa học Tự nhiên, Bộ Khoa học Công nghệ và Viện Khoa học Công nghệ Việt nam đã hỗ trợ kinh phí để thực hiện đề tài nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

[1] H.Taguchi, et al.: *High performance SrLaCo-ferrite magnets with M-structure,* Proc. ICF8, Japan 2000, p.1.

[2] Y.Kobuta, et al.: *La-Co substituted Sr ferrite magnets,* Proc. ICF8, Japan 2000, p.2.

[3] R. Grössinger, et al.: *Anisotropy and coercivity of M-type Ba and Sr-ferrites,* Proc.ICF8, Japan2000, p.9

[4] A. Morel, et al.: *Modelling of La-Co substituted M-type ferrite coercivity force,* Proc. ICF8, Japan 2000, p.11

[5] N.K.Dung, N.T.L.Huyen: *The Influence of La_2O_3 and CoO on the anisotropy of Sr-hexaferrite,* Procee-ding of 1st IWOFM-3rd IWONN, Halong 12/2006

[6] N.T.L.Huyền: *Khảo sát tính dị hướng từ tinh thể và cấu trúc hạt của hệ ferit lục giác Sr-La-Co,* Luận văn Thạc sĩ Khoa học, ĐH Cần thơ, 2005.