

ẢNH HƯỞNG CỦA Ag LÊN TÍNH CHẤT ĐIỆN VÀ CẤU TRÚC VI MÔ CỦA GỐM SIÊU DẪN $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$

Trần Minh Thi, Nguyễn Hữu Bạch
Trường đại học Sư phạm Hà Nội I

Phạm Tế Thế, Thân Đức Hiền, Nguyễn Phú Thùy
Trường đại học Tổng hợp Hà Nội

1. MỞ ĐẦU

Việc đưa mẫu gốm siêu dẫn $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ vào ứng dụng đòi hỏi phải tạo được các mẫu có dòng tới hạn J_c đủ cao (cỡ trên $100 A/cm^2$) và tính chất cơ học tốt. Sự tồn tại những lỗ trống và các biên hạt cách điện trong mẫu gốm siêu dẫn $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ là nguyên nhân chính làm mẫu xóp, dễ vỡ và J_c thấp [9].

Có nhiều công trình nghiên cứu sự ảnh hưởng tới tính chất siêu dẫn do việc đưa thêm Cu hoặc các oxit kim loại khác vào mẫu gốm $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ hoặc thay thế Cu bởi Ag [3, 4]. Công trình [4] cho thấy với hàm lượng Ag dưới 5% thay cho Cu, nhiệt độ chuyển pha T_c thay đổi không đáng kể. Pal và cộng sự [3] thu được mẫu siêu dẫn pha thêm Ag với T_c giảm xuống tới 50K. Gần đây các công trình [5, 6] đã nghiên cứu ảnh hưởng tới tính chất siêu dẫn của việc đưa thêm Ag vào mẫu gốm $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ và nhận thấy rằng khi pha thêm Ag vào mẫu, các hạt được lấp vào các lỗ trống giữa các hạt siêu dẫn [7] đồng thời mật độ dòng tới hạn J_c tăng đáng kể. Theo Ambegaokan và Barattof mật độ dòng tới hạn J_c phụ thuộc T và R_N (điện trở tiếp xúc) có dạng [8] sau:

$$J_c = [\pi\Delta T/2eR_N]\tanh[\Delta(T)/2K_B T]$$

trong đó $\Delta(T)$: khe năng lượng

Như vậy, việc làm giảm điện trở tiếp xúc R_N do Ag lấp đầy vào khoảng trống giữa các hạt siêu dẫn cũng có thể làm tăng J_c của mẫu.

Trong bài báo này, Ag được đưa vào mẫu gốm $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ không phải để thay thế vị trí của bất kỳ nguyên tố nào, mà tạo thành mẫu gốm dạng $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$, trong đó Ag định xứ ở khoảng giữa các hạt siêu dẫn, làm tăng cường sự liên kết giữa các hạt siêu dẫn, kéo theo sự giảm điện trở ở trạng thái thường và cơ tính mẫu tăng lên.

2. THỰC NGHIỆM

Các nguyên liệu ban đầu Y_2O_3 (2N), $BaCO_3$ (2N), CuO (2N) được sử dụng để chế tạo hợp chất $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ bằng phương pháp phản ứng pha rắn. Mẫu siêu dẫn $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ được nghiền trộn với $AgNO_3$ (2N) theo hợp phần (với $x = 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4$) của $(YBa_2Cu_3O_{7-\delta})_{1-x}Ag_x$. Các hỗn hợp bột này được ép thành viên dưới áp suất 4 tấn/cm² và nung ở nhiệt độ 950°C trong 7 giờ rồi ủ 500°C trong môi trường oxy thời 10 giờ.

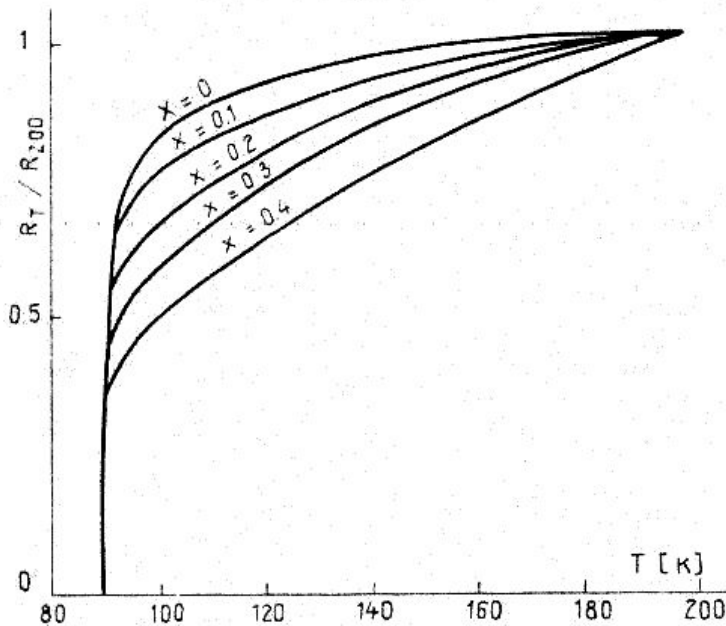
Các mẫu được khảo sát bằng phép đo điện trở (R_T/R_{200}) và phép đo hệ số từ hóa xoay chiều χ_{ac} tại phòng thí nghiệm nhiệt độ thấp Trường đại học Tổng hợp Hà Nội. Các mẫu được phân tích nhiễu xạ tia X, chụp ảnh hiển vi điện tử quét vi phân tích trên thiết bị SEM-35 tại đại học Bách khoa Hà Nội.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Hình 1: Biểu diễn đường cong R_T/R_{200} phụ thuộc T . Các đường cong cho thấy, mặc dù hàm lượng Ag pha vào các mẫu tăng đáng kể từ 0% tới 40%, nhiệt độ chuyển pha T_c thay đổi không đáng kể và có giá trị $T_c = 90 \pm 1K$.

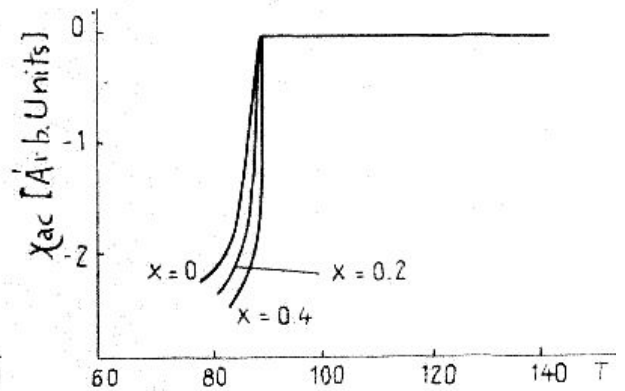
Điện trở của mẫu ở trạng thái thường ở vùng nhiệt độ $T > T_c$ giảm đi khi tăng Ag. Đường cong điện trở vùng $T > T_c$ (điểm bắt đầu chuyển pha) của các mẫu có hàm lượng Ag cao thể hiện tính kim loại nhiều hơn so với các mẫu có hàm lượng Ag thấp. Kết quả này phù hợp với các công trình [1, 2].

Hình 2: Biểu diễn sự phụ thuộc nhiệt độ của hệ số từ hóa xoay chiều χ_{ac} của các mẫu tiêu biểu $(YBa_2Cu_3O_{7-\delta})_{1-x}Ag_x$ với $x = 0; 0,2; 0,4$.



Hình 1

Đường cong R_T/R_{200} phụ thuộc TK



Hình 2

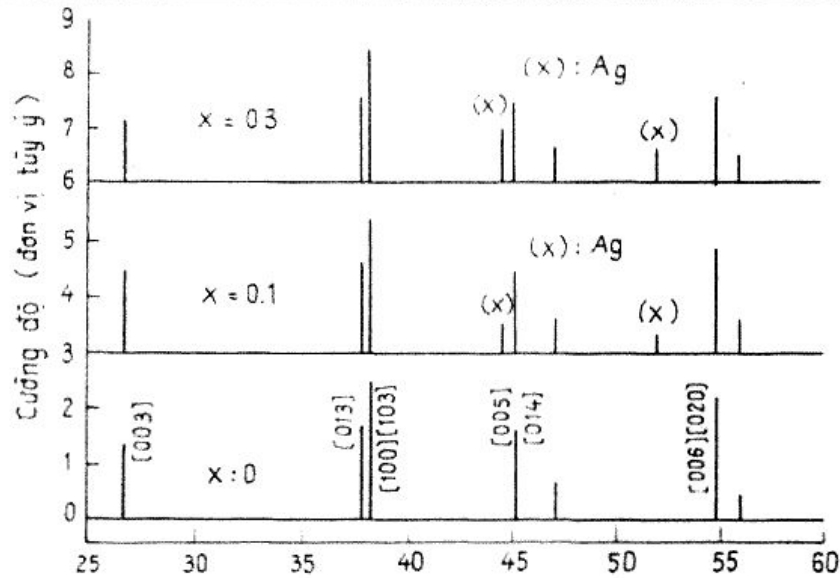
Sự phụ thuộc nhiệt độ của hệ số từ hóa xoay chiều χ_{ac}

Nhiệt độ chuyển pha siêu dẫn của các mẫu với x khác nhau xác định từ đồ thị này cũng phù hợp với các kết quả đo điện trở trên. Một điều đáng lưu ý là vùng chuyển pha từ trạng thái thường sang siêu dẫn (ΔT), là khá nhỏ và ΔT giảm khi tăng hàm lượng Ag vào các mẫu. Mặt khác, mật độ mẫu được pha Ag tăng lên khi x tăng (bảng 1) chứng tỏ việc pha thêm Ag vào mẫu $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ đã làm mẫu siêu dẫn đỡ xốp hơn, do đó cơ tính của mẫu tốt hơn.

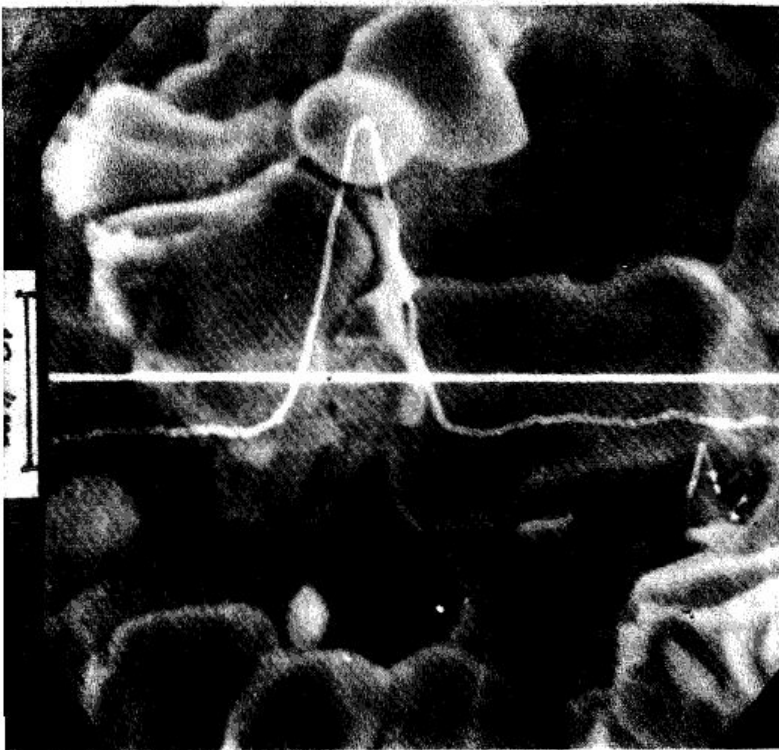
Các kết quả phân tích nhiễu xạ tia X cho 3 mẫu với: $x = 0; 0,1; 0,3$; cho thấy các đỉnh đặc trưng của pha orthorhombic 1-2-3 (pha chính) kèm theo các đỉnh nhiễu xạ của Ag của các góc $2\theta = 44^\circ 3; 51^\circ 9$ (pha phụ). Hằng số mạng của pha 1-2-3 không thay đổi theo x , điều này phù hợp với kết quả của [1]. Các đỉnh nhiễu xạ của Ag có cường độ tăng dần khi tăng hàm lượng Ag vào mẫu và cho thấy rằng $AgNO_3$ bị phân hủy hoàn toàn sau khi nung và Ag tồn tại trong mẫu như một pha riêng biệt. Kết quả này phù hợp với các kết quả thu được trong công trình [6, 7] khi pha Ag_2O vào gốm $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$.

Bảng 1. Độ rộng chuyển pha ΔT trong phép đo χ_{ao} và mật độ ρ

Hàm lượng x	ρ (g/cm ³)	ΔT
0	4,648	11
20	5,297	7
40	5,834	5



Hình 3. Kết quả phân tích nhiễu xạ tia X cho 3 mẫu $x = 0; 0,1; 0,3$



Hình 4
Ảnh hiển vi điện tử quét
phân tích cho mẫu $x = 0,2$

Để xác định sự phân bố của Ag trong siêu dẫn đã chế tạo, các mẫu đã được ch ảnh hiển vi điện tử quét vi phân tích. Hình 4 là ảnh hiển vi điện tử quét vi phân t cho mẫu tiêu biểu có thành phần $x = 0$. Trên ảnh cho thấy một chùm tia điện tử quét thành một đường thẳng nằm ngang t bề mặt của mẫu gồm được bẻ gãy. Chùm tia này đi qua những hạt còn nguyên vẹn những hạt gãy đôi (do bẻ mẫu). Định phân của chùm tia cho thấy vị trí của hạt Ag có k thước trung bình cỡ 10^{-6} m nằm xen giữa hạt siêu dẫn. Kết quả phân tích này cho ph khẳng định rằng các hạt Ag nhỏ nằm ở b hạt đã làm tăng cường sự liên kết giữa hạt siêu dẫn và giảm điện trở tiếp xúc gi các hạt đó. Các kết quả nghiên cứu trong 9] cũng cho rằng khi pha thêm Ag vào mấ gồm $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$, Ag đã lấp đầy vào k trống giữa các hạt siêu dẫn và không thai phản ứng.

Từ những kết quả trên có thể thấy rằng nhờ việc pha thêm Ag vào gốm $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ theo chế độ công nghệ nêu trên, đã thu được hệ mẫu siêu dẫn $(YBa_2Cu_3O_{7-\delta})_{1-x}Ag_x$ trong đó Ag không thay thế bất kỳ vị trí nguyên tố nào trong cấu trúc của $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$. Các hạt Ag có kích

thước cỡ 10^{-6} m xen giữa các hạt siêu dẫn, làm tăng cường sự liên kết giữa các hạt đó và làm giảm điện trở của mẫu khối ở trạng thái thường, nhưng không làm thay đổi nhiệt độ chuyển pha T_c . Như vậy việc đưa Ag vào mẫu $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ theo chế độ công nghệ nói trên làm giảm điện trở tiếp xúc R_N có thể là biện pháp nâng cao J_c . Việc xác định J_c là nhiệm vụ cần nghiên cứu.

Chúng tôi xin cảm ơn chân thành các đồng chí Nguyễn Thị Loan, Hoa Văn Khánh, Lưu Tuấn Tài, Nguyễn Hữu Đức đã giúp đỡ nhiệt tình trong các phép đo đạc, tạo điều kiện thuận lợi trong quá trình thí nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Su-Zhang-peng, Zao Yong, Sun Shi-fang, Chen Zu-yao, Chen Xian-hui and Zhang Qi-rui, Solid state Commun 69 (1989), 1067.
2. S. Zannella, B. Martini, V. Ottoboni, F. Parmigiani, A. M. Ricon and G. Riparion, Physica C 162-164 (1989), 1179.
3. K. K. Pan, H. Mathias, C. M. Ray, W. G. Moulton, H. K. Ng, L. R. Testardi and Y. L. Wang., Phys. Lett. A. 125 (1987), 147.
4. P. Strobel, C. Paulsen and J. L. Tholence, Solid State Commun 65 (1988), 585.
5. B. D. Wir, Afronte and Pavuna. Physica C 162-164, (1989), 351.
6. D. Pavuna, H. Berger, M. Afronte and J. Vander Mass., Solid State Commun 68 (1988), 535.
7. S. Reich, D. Verenik, I. Felner and U. Yaron., J. Appl Phys 72 (1992), 4085.
8. M. Phalle, W. Boon, E. Osquiguil, C. Van Haesendonck and Y. Bruyseraed, Physica C 185-198 (1991), 2447.
9. B. Ropers, F. Carmona and S. Flandrois, Physica C 204 (1992), 71.

THE INFLUENCE OF Ag ON THE ELECTRIC PROPERTIES AND MICROSTRUCTURE OF THE $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ SUPERCONDUCTING CERAMICS

Tran Minh Thi, Nguyen Huu Bach
Pedagogic University of Hanoi

Pham Te The, Than Duc Hien, Nguyen Phu Thuy
Hanoi University

The research on the electric properties and microstructure of the Ag additive $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ superconducting ceramics is presented. The Ag content varies from 0 to 40 w%. It is shown that in the sample Ag exists in the form of small grains with average size of about 10^{-6} m, which fill the superconducting intergranular space. Upon adding Ag, the T_c value is not affected within the experiment accuracy, but the intergranular junction resistance drops, that is due to the decrease of the normal state resistance.