

Hà Nội, ngày tháng 10 năm 2023

## THÔNG TIN VỀ LUẬN ÁN TIẾN SĨ

- Họ và tên nghiên cứu sinh: Phạm Thế An
- Giới tính: Nam
- Ngày sinh: 12/01/1997
- Nơi sinh: Hà Nội
- Quyết định công nhận nghiên cứu sinh: 3358/QĐ-ĐHKHTN
- Các thay đổi trong quá trình đào tạo (nếu có): không
- Tên đề tài luận án: Nghiên cứu tăng mật độ dòng tới hạn của hệ siêu dẫn nhiệt độ cao Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O sử dụng tâm ghim từ có cấu trúc nano
- Chuyên ngành: Vật lý nhiệt
- Mã số: 9440130.07
- Cán bộ hướng dẫn khoa học: HDC: GS.TS. Lưu Tuấn Tài, HDP: PGS.TS. Trần Hải Đức

### 11. Tóm tắt các kết quả mới của luận án:

Luận án giải quyết vấn đề cải thiện mật độ dòng tới hạn và cơ chế ghim từ trong hệ siêu dẫn nhiệt độ cao Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O với ba loại tâm ghim từ cấu trúc dạng 0D, bao gồm thay thế Na, hạt  $\text{TiO}_2$  và hạt  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , đã được thực hiện. Kết quả chính của luận án về việc cải thiện  $J_c$  trên hệ siêu dẫn BPSCCO đạt được với sự bổ sung tâm ghim từ cấu trúc dạng 0D, đã được nghiên cứu một cách có hệ thống và tổng kết như sau:

Đối với hệ siêu dẫn BPSCCO có sự thay thế Na vào vị trí Ca, cơ chế ghim từ chiếm ưu thế không phụ thuộc vào nhiệt độ. Sự cải thiện về tính chất ghim từ đã được cải thiện trên các mẫu có sự thay thế Na với sự xuất hiện của tâm ghim từ cấu trúc dạng điểm và sự suy giảm của tâm ghim dạng biên hạt. Đặc biệt, cơ chế ghim  $\delta l$  được xác định là cơ chế ghim chủ đạo trên tất cả các mẫu trong hệ.

Đối với các siêu dẫn BPSCCO có bổ sung hạt  $\text{TiO}_2$  không từ tính,  $J_c(B)$  của các mẫu đã được cải thiện bởi lượng pha tạp  $x = 0,002, 0,004$ . Kết quả cho thấy các vùng ghim dạng bó nhỏ và bó lớn được mở rộng với lượng pha tạp hạt  $\text{TiO}_2$  phù hợp. Kết quả phân tích

$j(t)$  cho thấy ghim  $\delta l$  là cơ chế ghim chiếm ưu thế trong tất cả các mẫu. Sự phụ thuộc vào từ trường chuẩn hóa của mật độ lực ghim từ rút gọn  $f_p$  đã được nghiên cứu để làm sáng tỏ sự ảnh hưởng của hạt  $\text{TiO}_2$  đóng vai trò là các tâm ghim cấu trúc dạng điểm loại thường tương tác lõi. Ngoài ra, mối quan hệ chặt chẽ giữa biến đổi cấu trúc địa phương và sự thay đổi  $T_c$  của BPSCCO đã được nghiên cứu.

Đối với các mẫu BPSCCO có bổ sung hạt  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  từ tính, sự cải thiện của  $J_c$  đã được đạt được với tỉ phần pha tạp  $x = 0,01$  và  $0,02$ . Sự xuất hiện của các tâm ghim từ cấu trúc dạng điểm nhân tạo bổ sung trong các mẫu đã được chứng minh thông qua áp dụng mô hình Dew-Hughes. Đặc biệt, việc bổ sung hạt nano từ tính cho thấy khả năng cải thiện  $J_c$  mạnh nhất của trong số các phương pháp được sử dụng.

12. Các hướng nghiên cứu tiếp theo: Dựa trên các kết quả nghiên cứu đã đạt được, trong tương lai gần, nghiên cứu sinh tiếp tục nghiên cứu cải thiện mật độ dòng tới hạn và thông số ghim từ của hệ siêu dẫn nhiệt độ cao Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O sử dụng vật liệu nano từ tính và hệ  $\text{MgB}_2$  dạng màng sử dụng chiếu xạ ion.

13. Các công trình công bố liên quan đến luận án:

[1] **An T. Pham**, Dzung T. Tran, Duong B. Tran, Luu T. Tai, Nguyen K. Man, Nguyen T. M. Hong, Tien M. Le, Duong Pham, Won-Nam Kang, Duc H. Tran (2021), “Unravelling the scaling characteristics of flux pinning forces in  $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_{2-x}\text{Na}_x\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$  superconductors”, *Journal of Electronics Materials* 50, pp. 1444-1451.

[2] Dzung T. Tran, **An T. Pham**, Ha H. Pham, Nhung T. Nguyen, Nguyen H. Nam, Nguyen K. Man, Won-Nam Kang, I-Jui Hsu, Wantana Klysubun, Duc H. Tran (2021), “Local structure and superconductivity in  $(\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta})_{1-x}(\text{Fe}_3\text{O}_4)_x$  compounds”, *Ceramics International* 47(12), pp. 16950-16955.

[3] **An T. Pham**, Dzung T. Tran, Ha H. Pham, Nguyen H. Nam, Luu T. Tai, Duc H. Tran (2021), “Improvement of flux pinning properties in  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanoparticle-doped  $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$  superconductors”, *Materials Letters* 298, pp. 130015(1-5).

[4] **An T. Pham**, Dzung T. Tran, Linh H. Vu, Nang T.T. Chu, Nguyen Duy Thien, Nguyen H. Nam, Nguyen Thanh Binh, Luu T. Tai, Nguyen T.M. Hong, Nguyen Thanh Long, Duc H. Tran (2022), “Effects of  $\text{TiO}_2$  nanoparticle addition on the flux pinning properties of the  $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$  ceramics”, *Ceramics International* 48(14), pp. 20996–21004.

- [5] **An T. Pham**, Linh H. Vu, Dzung T. Tran, Nguyen Duy Thien, Wantana Klysubun, T. Miyanaga, Nguyen K. Man, Nhan T.T. Duong, Nguyen Thanh Long, Phong V. Pham, Nguyen Thanh Binh, Duc H. Tran (2023), “Correlation between local structure variations and critical temperature of  $(\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta})_{1-x}(\text{TiO}_2)_x$  superconductor”, *Ceramics International* 49(7), pp. 10506-10512.
- [6] Tran Tien Dung, **Pham The An**, Tran Ba Duong, Nguyen Khac Man, Nguyen Thi Minh Hien, Tran Hai Duc (2021), “Excess Conductivity Analyses in Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O Systems Sintered at Different Temperatures”, *VNU Journal of Science: Mathematics – Physics* 37(4), pp. 1-10.
- [7] **An T. Pham**, Thao V. Nguyen, Yen T. Pham, Duc H. Tran, Nguyen K. Man, Dang T. B. Hop (2019), “Effects of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanoparticle addition on structural and superconducting properties of  $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$  system”, *Proceedings The 4<sup>th</sup> International Conference on Advanced Materials and Nanotechnology*, pp. 17-20.
- [8] **An T. Pham**, Duc V. Ngo, Duc H. Tran, Nguyen K. Man, Dang T. B. Hop (2019), “Improvements of flux pinning properties in  $\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta}$  system by Na substitutions”, *Proceedings The 4<sup>th</sup> International Conference on Advanced Materials and Nanotechnology*, pp. 36-39.
- [9] **An T. Pham**, Dzung T. Tran, Luu T. Tai, Nhung T. Nguyen, Nguyen K. Man, Dang T. B. Hop, Phung Manh Thang, Duc H. Tran (2022), “Investigation of flux pinning properties of the  $(\text{Bi}_{1.6}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10+\delta})_{1-x}(\text{Fe}_3\text{O}_4)_x$  superconductors”, *Proceedings The 12<sup>th</sup> Vietnam National Conference of Solid Physics and Materials Science*, pp. 19-22.

**Cán bộ hướng dẫn**

**Nghiên cứu sinh**