

# HIỆU ỨNG MEISSNER THUẬN TỪ VÀ TÍNH CHẤT TỰA THỦY TINH TRONG CÁC GÓM SIÊU DẪN CERAMIC

**Mã số đề tài: 410101**

Chủ nhiệm đề tài: **PGS.TS. HOÀNG DŨNG**

Cơ quan công tác: Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – ĐHQG TP. HCM

Địa chỉ liên lạc: 227 Nguyễn Văn Cừ, Q5, Tp. HCM

Điện thoại: 7242181 Ext 1365      Email: hdung@vnuhcm.edu.vn

Thành viên tham gia:

- PGS. TSKH Mai Xuân Lý
- GS Daniel Dominguez

## 1. TÓM TẮT MỤC ĐÍCH, NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Chúng tôi mô phỏng các siêu dẫn mất trật tự sóng  $s$  và sóng  $d$  bằng mô hình mạng ngẫu nhiên ba chiều gồm các cầu nối Josephson. Đã tính điện trở suất phi tuyến nhờ giải phương trình động học Langevin. Chứng tỏ rằng điện trở suất phi tuyến  $\rho_2$  phụ thuộc vào biên độ dòng ngoài  $I_0$  theo quy luật  $\rho_2 \propto I_0^{-\alpha}$  với chỉ số  $\alpha$  phụ thuộc vào độ tự cảm và dòng ngoài. Trong miền dòng ngoài yếu, chỉ số này không phụ thuộc độ tự cảm và  $\alpha = 0.51 \pm 0.1$  cho cả hai loại siêu dẫn sóng  $s$  và sóng  $d$ .

## 2. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI VỀ MẶT KHOA HỌC

1) Dùng mô hình Josephson và phương trình động học Langevin, đã khảo sát một cách hệ thống tính chất điện của các siêu dẫn mất trật tự granular. Giải thích hiệu ứng Meissner thuận từ trong siêu dẫn sóng  $d$ . Chứng tỏ rằng điện trở suất phi tuyến  $\rho_2$  phụ thuộc vào biên độ dòng ngoài  $I_0$  theo quy luật  $\rho_2 \propto I_0^{-\alpha}$ .

2) Trong miền dòng ngoài yếu ( $I_0 \leq 0.1$ ) chỉ số  $\alpha$  như nhau cho cả hai loại siêu dẫn sóng  $s$  và  $d$ :  $\alpha_{d\text{-wave}} \approx \alpha_{s\text{-wave}} \approx 0.5 \pm 0.1$ . Nhưng trong miền dòng ngoài mạnh, chỉ số  $\alpha$  của siêu dẫn sóng  $s$  và  $d$  phụ thuộc vào độ tự cảm và khác nhau đáng kể trong miền độ tự cảm nhỏ:  $\alpha_{d\text{-wave}} > \alpha_{s\text{-wave}}$ . Kết quả này chính là hệ quả của tính chất tựa thủy tinh (glassy like properties) trong các gôm siêu dẫn mất trật tự granular.

## 3. Ý NGHĨA THỰC TIỄN VÀ HIỆU QUẢ CỦA VIỆC ỨNG DỤNG KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

- Kết quả trên cho phép phân biệt hai loại siêu dẫn sóng  $s$  và  $d$  thông qua việc đo điện trở và chỉ số  $\alpha$ . Việc giải thích được kết quả thực nghiệm chứng tỏ rằng giả thuyết về đối xứng sóng  $d$  của các gôm siêu dẫn là đúng đắn.

- Khi khảo sát tính chất của các siêu dẫn nhiệt độ cao, vai trò của các yếu tố mất trật tự ngẫu nhiên và thăng giáng là vô cùng quan trọng.

## 4. KẾT QUẢ ĐÀO TẠO SAU ĐẠI HỌC

Thạc sĩ đã bảo vệ: 01 (Nguyễn Văn Bình, *Thuật toán song song cho bài toán tính điện trở xoay chiều trong các hệ siêu dẫn mất trật tự*. Luận án Thạc sĩ, Trường Đại học Bách Khoa TP. HCM tháng 8/2003).

Tiến sĩ đã bảo vệ: 0

## 5. SẢN PHẨM KHOA HỌC ĐÃ HOÀN THÀNH

### 5.1. Các công trình đã công bố trên các tạp chí khoa học quốc tế

- [1]. Mai Suan Li, Hoang Zung, D. Dominguez, *Nonlinear ac resistivity in s-wave and d-wave disordered granular superconductors*, Phys. Rev. Lett. **88**, 257004 (2002).
- [2]. Hoang Zung, Ziep Quang Vinh, Mai Suan Li, *Current-voltage characteristics of the three-dimensional anisotropic vortex glass model*, Physica C **388**, 639 (2003).

### 5.2. Các công trình đã công bố trên các tạp chí khoa học quốc gia

- [1]. Hoang Zung, M. S. Li, D. Dominguez, *Về một khả năng phân biệt giữa siêu dẫn có đối xứng tạo cặp sóng s và sóng d*, Tạp chí Phát triển Khoa học và Công nghệ, Đại học Quốc gia TP.HCM Tập 7, Số 4&5, trang 21-26, năm 2004.

### 5.3. Các báo cáo khoa học tại các hội nghị

#### 5.3.1 Các báo khoa học tại các hội nghị Quốc tế

- [1]. Hoang Zung, M. S. Li, D. Dominguez, *AC resistivity in d-wave and d-wave superconductors*, Program & Abstracts of the 23<sup>rd</sup> International Conference on Low Temperature Physics, Hiroshima, Japan, August 20-27, 2002, p171, 22BP31.
- [2]. Hoang Zung, Ziep Quang Vinh, M. S. Li, *Current-voltage characteristics of the three-dimensional vortex glass*, Program & Abstracts of the 23<sup>rd</sup> International Conference on Low Temperature Physics, Hiroshima, Japan, August 20-27, 2002, p185, 22BP75.
- [3]. Hoang Zung and Mai Suan Li, *AC resistivity in s-wave disordered superconductors*, Extended Abstract of the 4<sup>th</sup> German-Vietnamese Seminar on Physics and Engineering, Dresden, Germany, June 5-9, 2001, p32-35.

#### 5.3.2 Các báo khoa học tại các hội nghị Quốc gia

- [1]. Hoang Zung, M. S. Li, D. Dominguez, *The peak in the nonlinear AC resistivity of granular superconductors*, Tuyển tập báo cáo Hội nghị Vật lý Lý thuyết lần thứ 27, Cửa Lò, 2 – 6/8/2002, trang 105-107.
- [2]. Hoang Zung, Ziep Quang Vinh, M. S. Li, *Current-voltage scaling of the three-dimensional anisotropic vortex glass model with screening*, Tuyển tập báo cáo Hội nghị Vật lý Lý thuyết lần thứ 27, Cửa Lò, 2 – 6/8/2002, trang 101-103.

- [3]. Hoang Zung, Mai Suan Li , Ziep Quang Vinh, Ong Phuong Vu, *Vortex glass transition in type-II superconductors*. Báo cáo tại Hội nghị Vật lý Lý thuyết Toàn quốc lần thứ 28, Sầm Sơn, Thanh Hóa 8/2003.
- [4]. Nguyễn Văn Bình, Trần Văn Lăng, Hoàng Dũng, *Song song hoá thuật giải hệ phương trình động học Langevin cho bài toán siêu dẫn mất trật tự*. Tuyển tập báo cáo Hội thảo Quốc gia lần thứ 6 về Một số vấn đề của Công nghệ Thông tin, Thái Nguyên, 29 – 31/8/2003.

## **PARAMAGNETIC MEISSNER EFFECT AND SPIN GLASS LIKE PROPERTIES IN CERAMIC SUPERCONDUCTORS**

### **ABSTRACT**

We model s-wave and d-wave disordered superconductors with a three-dimensional lattice of randomly distributed Josephson junctions. The nonlinear resistivity  $\rho_2$  of the system was calculated using Langevin dynamical equations. The current amplitude dependence of  $\rho_2$  at the peak position is found to be a power law characterized by exponent  $\alpha$ , which is not universal but depends on the self-inductance and the current regimes. In the weak current regime  $\alpha$  is independent of the self-inductance and  $\alpha = 0.51 \pm 0.1$  for both s- and d-wave materials.