

CẢI THIỆN TÍNH SIÊU DẪN BẰNG ỐNG NANO CARBON

Các nhà vật lý của Argentina và Mỹ vừa công bố kết quả họ đã cải thiện đáng kể tính siêu dẫn của hợp kim MgB_2 bằng cách pha tạp các ống nano cacbon đa tường.

Adriana Serquis (Centro Atómico Bariloche-Instituto Balseiro) cùng các cộng sự ở Phòng Thí nghiệm Quốc gia Los Alamos đã chỉ ra rằng sự pha tạp này giúp cải thiện đáng kể từ trường tới hạn và dòng tới hạn của hợp kim siêu dẫn MgB_2 - hai thông số cực kỳ quan trọng cho việc sử dụng vật liệu siêu dẫn trong thực tế.

Magnesium diboride (MgB_2), lần đầu tiên được phát hiện có tính siêu dẫn vào năm 2001, mở ra khả năng ứng dụng lớn cho công nghệ do có nhiệt độ tới hạn cao (39 K - cao nhất trong các hợp kim), có giá rẻ và thành phần hóa học đơn giản. Tuy nhiên, từ trường tới hạn trên (từ trường triệt tiêu tính siêu dẫn) chỉ là từ 14 đến 16 T và dòng tới hạn cũng chỉ đạt 2.104 A/cm^2 ở 5 T. Hãy nhớ, MgB_2 là vật liệu siêu dẫn loại 2, vì thế nó có 2 từ trường tới hạn và trường tới hạn trên là giá trị tới hạn triệt tiêu tính siêu dẫn, còn giá trị tới hạn dưới (thấp hơn) là giá trị tới hạn mà trường ngoài có thể xuyên vào vật liệu siêu dẫn. Ta biết rằng, để sử dụng các chất siêu dẫn trong các cuộn tạo từ trường, các gốm siêu dẫn có nhiệt độ tới hạn cao rất khó sử dụng nên hợp kim này là sự lựa chọn tuyệt vời.

Và mới đây, Serquis cùng các cộng sự đã lần đầu tiên thành công khi đồng thời tối ưu hóa 2 thông số trên bằng cách pha tạp vào vật liệu này các ống nano cacbon có tường đôi (Double-walled carbon nanotubes - DWNTs). Các mẫu khối MgB_2 có chất lượng cao được chế tạo bằng phương pháp xâm nhập hơi Mg ở Centro Atómico Bariloche (Argentina) và tiếp đó pha tạp các ống DWNTs, sau đó tiến hành đo các tính chất điện và từ bằng các thiết bị phổ thông như từ kế... trong từ trường xung ở Phòng thí nghiệm từ trường cao (Los Alamos).

Họ phát hiện ra rằng, khoảng 3,5% nguyên tử các DWNTs pha tạp vào có thể tạo ra tính chất tối ưu cho MgB_2 với giá trị mật độ dòng tới hạn lên tới 5.104 A/cm^2 (khi trường ngoài là 5 T) và từ trường tới hạn trên lên tới 44 K (ở nhiệt độ 5 K). Một giá trị khác cũng được ghi lại là từ trường tới hạn trên 41,9 T ở 4 K khi hàm lượng pha tạp là 10% nguyên tử (xem hình vẽ). Điều này có nghĩa là từ trường tới hạn được cải thiện tới 3 lần trong khi mật độ dòng tới hạn cũng được nâng lên tới 2,5 lần. Các hàm lượng DWNTs được xác định chính xác bằng cách phân tích cấu trúc tinh thể bằng phương pháp nhiễu xạ tia X.

Theo công trình của nhóm vừa công bố trên tạp chí Superconductor Science and Technology, số 20, trang L12, các kết quả này có thể lý giải bằng 2 vai trò của DWNTs trong cấu trúc của MgB_2 : Đầu tiên, đó là các ống nanocarbon hòa tan một phần vào các ma trận MgB_2 , tác động như một nguồn cacbon làm tăng giá trị từ trường tới hạn lên giá trị cao nhất từng được quan sát.

Thứ hai, đó là tỉ phần của ống nanocarbon giữ nguyên cấu trúc của nó, sẽ tác động như một tâm hãm các lốc xoáy (vortex pinning centres) trong MgB_2 , do đó làm tăng đáng kể giá trị mật độ dòng tới hạn. Điều này hoàn toàn có thể bởi đường kính ống cũng tương tự như chiều dài kết hợp của siêu dẫn MgB_2 .

Các nhà vật lý cũng cho rằng sự tăng cường này có thể mô tả bằng một trong các mô hình lý thuyết đang được sử dụng như lý thuyết siêu dẫn 2 khe, như là MgB_2 . Và một phần khác là sử dụng vật liệu này trong các ứng dụng thực tế như nam châm siêu dẫn. Công trình này có thể là

một hướng mở ra việc tạo ra các cuộn dây siêu dẫn có từ trường lớn nhờ việc cải thiện giá trị từ trường tới hạn.

Kế hoạch sắp tới của nhóm (hợp tác giữa Argentina và Mỹ) là pha tạp MgB_2 với các vật liệu nano khác nhằm cải thiện tính chất của vật liệu: "Bên cạnh đó, chúng tôi sẽ sản xuất các dây MgB_2 đầy tiềm năng cho ứng dụng mà sử dụng hợp phần pha tạp DWNTs" - Serquis phát biểu trên Nanotechweb.org.

Vạn lý Độc hành