

LƯỢNG TỬ HÓA TỪ ĐIỆN TRỞ TRONG CÁC TIẾP XÚC NANO

Các nhà nghiên cứu ở Mỹ và Pháp đã chỉ ra rằng điện trở của một dây từ tính với chiều dày chỉ vài lớp nguyên tử có thể thay đổi theo kiểu nhảy bậc dưới tác dụng của một từ trường ngoài.

Kết quả này được khẳng định là thí nghiệm kiểm chứng đầu tiên về hiệu ứng từ điện trở dị hướng đạn đạo (ballistic anisotropy magnetoresistance), được giả thiết lần đầu tiên vào năm 2005. Bước nhảy vọt này có thể được khai thác nhanh chóng trong thời gian tới để nâng dung lượng các thiết bị ghi từ (Theo kết quả vừa công bố trên Nature Nanotechnology).

Các điện tử đạn đạo chuyển động trong một dây rất mỏng cũng giống như một viên đạn đi trong nòng súng - chúng đều bị cưỡng ép chuyển động trên một chiều nhất định và hầu như ít bị va chạm hay nói cách khác là không có sự cản trở dọc theo đường truyền. Nếu dây có chiều dày chỉ vài lớp nguyên tử, khả năng dẫn điện tử - độ dẫn điện - sẽ bị lượng tử hóa, là một số nguyên lần (N) của độ dẫn của một điện tử bởi vì năng lượng của điện tử bị cầm tù trong dây trong dây là các dải hẹp và N sẽ tương ứng với số dải năng lượng trên mức Fermi, mà ở đó xảy ra tính dẫn điện.

Hình 1. Hình chụp tiếp xúc nano có điện cực Au, dây dẫn Co và lượng tử hóa độ dẫn theo thời gian.

Năm 2005, Evgeny Tsymbal và các đồng nghiệp ở Đại học Tổng hợp Nebraska, Lincoln giả thiết rằng số N có thể thay đổi bằng cách đặt một từ trường vào một dây rất mảnh làm bằng các kim loại từ tính (Theo công trình xuất bản trên Physical Review Letters 94 (2005) 127203). Trong các vật liệu đó, các điện tử dẫn dưới tác dụng của từ trường sẽ phải dịch chuyển mức năng lượng so với mức Fermi và do đó dẫn đến việc thay đổi N . Do độ dẫn của dây tỉ lệ với N , nên các nhà nghiên cứu giả định rằng có thể quan sát thấy sự thay đổi kiểu nhảy bậc của độ dẫn (hay nói cách khác là điện trở). Họ gọi hiệu ứng này là "hiệu ứng từ điện trở dị hướng đạn đạo" (ballistic anisotropy magnetoresistance - BAMR) - từ "dị hướng" ở đây là do hiệu ứng này phụ thuộc vào góc tương đối giữa từ trường và chiều của dòng điện dẫn.

Hình 2. Lượng tử hóa độ dẫn khi đặt trong từ trường bão hòa, tiếp xúc quay xung quanh trục vuông góc ở một tần số góc.

Mới đây, Bernard Doudin ở Viện Vật lý và Hóa học Vật liệu (Strasbourg) và các đồng nghiệp ở Đại học Tổng hợp Nebraska, Lincoln đã quan sát thấy hiệu ứng BAMR trong một loạt các dây khác nhau ở kích cỡ nguyên tử chế tạo bằng Co. Trong một mẫu, các nhà nghiên cứu đã đo được sự thay đổi của độ dẫn tương ứng với $N = 6, 7$ khi mà chiều của từ trường thay đổi. Các nhà nghiên cứu cho hay sự phản ứng này có liên quan đến sự trênh lệch ở thang nguyên tử trong cấu trúc của các dây nano và có thể giải thích bằng lý thuyết Tsymbal's về BAMR.

Hình 3. Lượng tử hóa độ dẫn khi thay đổi giữa góc của từ trường và mặt phẳng tiếp xúc.

BAMR sẽ nhanh chóng được khai thác để tạo ra các đầu đọc cực nhỏ cho việc đọc các dữ liệu ghi trên đĩa từ và các loại khác. Trên lý thuyết, điều này có thể đẩy mật độ lưu trữ thông tin bằng từ tính đến giới hạn nguyên tử. Tuy nhiên, Doudin cảnh báo rằng sự nhạy của hiệu ứng với sự thay đổi cấu trúc đồng nghĩa với việc linh kiện sẽ phải chế tạo với độ chính xác tới cấp độ nguyên tử - một điều rất khó khăn ở thời điểm hiện tại.

Vạn lý Độc hành

