

CHẾ TẠO THÀNH CÔNG NGUỒN PHÁT VIBA ĐƠN PHOTON TRÊN MỘT IC

Các nhà vật lý Mỹ đã đạt thêm một bước tiến gần hơn đến công nghệ chuyển tải thông tin lượng tử trên một con chip bằng cách tạo thành công một nguồn phát sóng vi ba đơn photontương thích trên một vi mạch tích hợp (IC).

Nguồn phát dựa trên một tiếp xúc chui hầm siêu dẫn, có thể sử dụng để "đốt nóng" các photon vi ba mang thông tin lượng tử từ phần này của mạch sang phần khác. Các kết quả này vừa được công bố trên tạp chí Nature.

Các hệ thống viễn thông vi ba đang được sử dụng (còn được gọi là mã hóa lượng tử) có thể sẽ là một trong những thiết bị vượt trội so với các thiết bị viễn thông an ninh truyền thống, nhưng vẫn chưa thể đạt được trước khi các nhà vật lý có các thành tựu đạt được của các hệ thống truyền tải các bit lượng tử (qubits) trong các vi mạch tương tự như hệ thống máy tính hiện nay. Photon là một trong những lựa chọn tốt để chuyển tải các qubit, nhưng trừ khi họ có thể truyền riêng lẻ và chắc chắn theo yêu cầu để có thể loại bỏ nguy cơ rằng các thông tin có thể ăn trộm bằng cách chặn đứng các photon dư thừa.

Một cách để tạo nguồn photon đơn lẻ là đặt một nguyên tử - một qubit - vào trong một hốc nhỏ và kích thích đến trạng thái năng lượng cao để nó phát ra một photon chứa các trạng thái qubit đã được vẽ ra qua hốc đã được mở. Nhưng thông thường hốc là cấu trúc 3 chiều, và thường khó tạo liên kết với các dây dẫn (cấu trúc gần đúng 2 chiều) được sử dụng trong các vi mạch tích hợp.

Hình 1. Mô hình về nguồn đơn photon trên vi mạch tích hợp (Nature 449 328).

Tuy nhiên, mới đây, nhóm của Robert Schoelkopf cùng các cộng sự ở Đại học Yale đã giải quyết thành công vấn đề này, bằng cách tạo ra một hốc là một phần của dây 2D và đặt vào đó một tiếp xúc chui hầm siêu dẫn hoạt động như một qubit thay vì sử dụng một nguyên tử. Tiếp xúc này chứa 2 hạt nhôm (Al) được ngăn cách bởi một rào cách điện.

Các điện tử kết cặp (các cặp Cooper) theo cơ chế cơ học lượng tử có thể chui hầm qua rào thế, có nghĩa là giống như các nguyên tử thực, tiếp xúc có các mức năng lượng đơn giản, trong trường hợp này là tương ứng với bao nhiêu cặp điện tử ở 2 phía của rào thế. Bằng cách hấp thụ một photon sóng viba, một cặp điện tử mới xuất hiện sẽ chui hầm sang lớp kia, cân bằng với nguyên tử ở trạng thái kích thích. Cũng tương tự thế, cặp điện tử sẽ chui hầm trở lại vị trí ở trạng thái không kích thích bằng cách phát ra một photon. Điều này có nghĩa là, sự tồn tại của một photon ở một đầu của dây dẫn sẽ nói lên trạng thái của qubit ở đầu khác.

Hình 2. Sự suy giảm của các qubit ghi nhận theo lý thuyết và thực nghiệm (Nature 449 328).

Không giống với các bit thông tin cổ điển chỉ ở các trạng thái 0 hoặc 1, các qubit có thể ở các trạng thái chồng chập giữa 0 và 1 trong một thời gian. Để tạo cho lớp tiếp xúc hoạt động như một qubit, Schoelkopf cùng các cộng sự đã đặt từ trường để đưa lớp tiếp xúc vào trạng thái kích thích, không kích thích và cả trạng thái chồng chập.

Sóng viba thường được dùng trong các thiết bị viễn thông cổ điển, và nguồn đơn photon của nhóm Schoelkopf là một bước để hướng đến việc sử dụng sóng viba trong thông tin lượng tử. Hiện tại, họ đạt được hiệu suất phát photon là 38% cho trạng thái kích thích và 12% cho trạng thái chồng chập, nhưng Schoelkopf nói trên tạp chí Physics World rằng thử thách của nhóm sẽ là việc truyền

thông tin từ photon trở lại các bit lượng tử (Chi tiết bài báo đăng trên Nature 449 328).

Vạn lý Độc hành