

NƯỚC ĐÓNG VAI TRÒ NHƯ LÀ 1 "CÔNG TẮC QUANG" TRÊN NHỮNG MẠCH ĐIỆN LƯỢNG TỬ ÁNH SÁNG.

Bằng cách sử dụng nước để "ghi" ánh sáng, những nhà khoa học đã thiết kế một mạch lượng tử ánh sáng bên trong một tinh thể lượng tử ánh sáng mà kết hợp nhiều yếu tố quang học. Do đương lượng quang học của một mạch điện tử, thiết kế này đánh dấu một

Bằng cách sử dụng nước để "ghi" ánh sáng, những nhà khoa học đã thiết kế một mạch lượng tử ánh sáng bên trong một tinh thể lượng tử ánh sáng mà kết hợp nhiều yếu tố quang học. Do đương lượng quang học của một mạch điện tử, thiết kế này đánh dấu một biện pháp khác trên con đường hiểu rõ tất cả các thiết bị quang dùng trong những ứng dụng thông tin liên lạc và công nghệ thông tin.

"Tất cả thiết bị quang sử dụng ánh sáng thay vì electron để truyền thông tin" đồng tác giả Francesca Intonti giải thích cho PhysOrg.com. "Ánh sáng có nhiều thuận lợi hơn electron. Nó có thể di chuyển trong một vật liệu điện môi với tốc độ rất lớn so với một electron vận chuyển trong một dây dẫn điện kim loại. Ánh sáng cũng có thể truyền một số lượng lớn thông tin mỗi giây. Bằng thông của những vật liệu

Francesca Intonti và các cộng sự của bà đã tạo ra đường dẫn sóng cong này bằng cách đổ đầy dung dịch nước vào những lỗ chân lông trong những tinh thể lượng tử ánh sáng, điều này tạo ra "sự rò rỉ" trong khe hở năng lượng và cho phép dòng chảy ánh sáng. (Ảnh: Intonti và các cộng sự)

điện môi lớn hơn rất nhiều so với kim loại. Hơn thế nữa, lượng tử ánh sáng không tương tác mạnh mẽ như electron, điều này giúp giảm sự tiêu hao năng lượng."

Trong nhiên cứu của mình, Intonti cùng các cộng sự đã chuyển những lỗ tinh thể lượng tử ánh sáng thành những mạch điện lượng tử ánh sáng bằng sự thấm chất lỏng với một chỉ số khúc xạ riêng. Nhiều năm qua, những nhà khoa học đã và đang khai thác những tinh thể lượng tử ánh sáng bởi vì sự sắp xếp có chu kỳ của chỉ số khúc xạ mà làm cho ánh sáng bị khử ở một vài tần số. Cấu trúc này dẫn đến một khe hở năng lượng, hoặc là một tần số nơi mà ánh sáng không thể truyền qua tinh thể.

Bằng cách lựa chọn chất lỏng với một chỉ số khúc xạ lớn, Intonti cùng các cộng sự có thể đưa ra một trạng thái cho phép trong phạm vi khe hở năng lượng. Trong thí nghiệm của họ, những nhà khoa học đã sử dụng dung dịch nước và một chất nhuộm hữu cơ có màu Rhodamine 6G (dùng

cho sự quan sát huỳnh quang).

Intonti nói rằng "Trong những tinh thể lượng tử ánh sáng, bạn có thể đưa ra một trạng thái cho phép trong khe hở năng lượng bằng cách cố tình đưa ra một sự sai hỏng trong một tinh thể hoàn hảo khác." "Vì vậy, để tạo ra một trạng thái cho phép trong khe hở năng lượng, về mặt vật lý chúng ta đề xuất dung dịch Rhodamine trong một lỗ đơn tinh thể: lỗ thấm này đóng vai trò như là một sự sai hỏng mà nó quyết định sự xuất hiện của một trạng thái cho phép trong khe hở năng lượng."

Lượng chất lỏng trong một lỗ tinh thể lượng tử ánh sáng đơn chỉ khoảng 1/1000 thể tích của 1 giọt nhỏ mà được dùng trong những máy in phun mực. Để làm việc trên tỉ lệ này, những nhà khoa học đã sử dụng 1 hệ thống thấm micro – hệ thống này đầu tiên được phát triển cho việc vận chuyển chất lỏng trong những tế bào sinh học – để đạt được sự chính xác vị trí 0.1 micromet. Hệ thống thấm micro này được trang bị 1 thấu kính hiển vi quang học kết hợp, cho phép những nhà khoa học điều chỉnh cục bộ chỉ số khúc xạ của những tinh thể, tạo ra 1 phiên bản quang học của 1 mạch điện tử.

Hệ thống thấm vi mô (micromet) cho phép chất lỏng đi vào những lỗ chân lông trong những tinh thể lượng tử ánh sáng bằng những giọt nhỏ có kích thước nhỏ hơn 1 fm (1 fm = 10⁻¹⁵m). Sự thấm (thâm nhập) được quan sát bằng thấu kính hiển vi quét laser cùng tiêu điểm (CLSM) được gắn lên trên đỉnh của một thấu kính hiển vi tiêu chuẩn. (Ảnh: Intonti, và các cộng sự).

Do việc ghi lên mỗi pixel được làm bằng cách cho chất lỏng vào trong những lỗ chân lông, Intonti cùng các cộng sự cũng có thể xóa và ghi lại những pixel bằng cách di chuyển và thay thế chất lỏng, và/hoặc chọn những lỗ khác nhau để cho chất lỏng vào. Để giúp chất lỏng đi vào những lỗ hẹp, những nhà khoa học đã phủ lên những bức tường lỗ 1 lớp mỏng SiO₂ (1 hợp chất thấm nước). Sau đó, bằng cách thêm 1 chất hóa học vào chất lỏng, những nhà khoa học có thể hòa tan SiO₂, tạo ra 1 lỗ không thấm nước, và cho phép loại bỏ dễ dàng chất lỏng.

Sử dụng công nghệ của họ cho những lỗ chân lông có đường kính 200 đến 600 nm, những nhà khoa học có thể tạo ra những thiết kế khác nhau với những màu sắc khác nhau, chẳng hạn như những đường dẫn sóng được chỉnh tinh.

Intonti nói rằng “1 mạch điện quang cần nhiều hoặc ít hơn những thành phần giống nhau so với 1 mạch điện tử: ví dụ, những đường dẫn sóng, những bộ lọc, những bộ khuếch đại, những công tắc,” “Với kỹ thuật này, bạn có thể nhận ra số lượng lớn những thiết bị: từ đơn giản nhất – ví dụ, 1 sự sai hỏng điểm có thể đóng vai trò như 1 lỗ hỏng micro ($1 \text{ micromet} = 10^{-6} \text{ m}$), hoặc 1 sự sai hỏng đường đóng vai trò như là 1 đường dẫn sóng – đến những thiết bị phức tạp như những bộ lọc nhỏ giọt, những công tắc quang, và những tia laser ngưỡng thấp. Thật vậy, bên cạnh những chất lỏng với những chỉ số khúc xạ lớn, với kỹ thuật này bạn có thể thẩm 1 nguồn sáng cục bộ - chẳng hạn, 1 hỗn hợp những điểm lượng tử của chất keo hoặc những tinh thể lỏng để điều chỉnh bên ngoài chỉ số khúc xạ.”

Những nhà khoa học cũng đề nghị rằng, ngoài quang học, kỹ thuật thẩm này có thể ứng dụng cho những chip cảm biến bằng cách sử dụng 1 chất lỏng mà thay đổi những đặc tính quang của nó tùy theo hình thái sinh học hoặc khí.

Trích dẫn: Intonti, Francesca, cùng các cộng sự. “Những mạch lượng tử ánh sáng có thể ghi lại.” Những bài báo Vật lý ứng dụng 89, 211117 (2006).

Thanh Vân