

NGUYÊN TỬ LƯU GIỮ HÌNH ẢNH 2D TRONG THỜI GIAN KỶ LỤC

Các nhà vật lý ở Israel đã chỉ ra rằng hình ảnh 2D của ánh sáng có thể được chiếu vào khí nguyên tử, lưu lại ở đó và phục hồi trong thời gian lên đến 9 μ s sau đó. Mặc dù đây không phải là lần đầu tiên điều này xảy ra

Bình thường nếu một chùm laser “thăm dò” (probe) được chiếu vào khí nguyên tử với tần số phù hợp để làm nguyên tử nhảy lên mức năng lượng cao hơn, ánh sáng sẽ được hấp thụ bởi các nguyên tử và sau đó phát xạ trở lại theo các hướng khác nhau khi các nguyên tử trở về trạng thái chính. Nếu một chùm laser “bơm” (pump) được thiết lập tương ứng với một trạng thái năng lượng kích thích khác và được chiếu vào các nguyên tử cùng thời điểm thì chùm laser “thăm dò” sẽ vượt qua đám mây nguyên tử mà không bị cản trở – một hiệu ứng gọi là sự trong suốt điện từ cảm ứng (electromagnetically – induced transparency – EIT).

Vào năm 2001, các nhà nghiên cứu đã tìm ra rằng nếu chùm tia laser “bơm” bị tắt đi ngay tức thì trong khi chùm tia laser “thăm dò” vẫn ở trong khí nguyên tử thì chùm tia laser “thăm dò” có thể được giữ lại ở đó cho đến khi chùm tia laser “bơm” được bật lại.

Hiện nay, Nir Davidson và các cộng sự từ trường đại học khoa học Weizmann và đại học công nghệ Technion – Israel đã chỉ ra rằng hiệu ứng EIT có thể được sử dụng để lưu giữ và phục hồi hình ảnh 2D.

Hình 1. Nir Davidson và các cộng sự tại Weizman Institute of Science và Technion – Israel Institute of Technology đưa ra các hình ảnh “2”, “6” và “9” xuất hiện trước (cột trái) và sau (cột phải) khi họ lưu giữ chúng trong khí nguyên tử. Đối với hình ảnh “2”, họ còn chỉ ra các hình ảnh bị yếu đi trong khí nguyên tử như thế nào (cột giữa) đơn giản là do bản chất tán xạ của môi trường. Sự mờ đi của các hình ảnh, kết quả của sự khuếch tán nguyên tử, có thể được giảm bớt khi sử dụng kỹ thuật “dịch chuyển pha”.

Nhóm nghiên cứu bắt đầu với việc chia ánh sáng từ laser điốt thành hai chùm tia – chùm tia “thăm dò” và chùm tia “bơm” – phân cực 90 độ so với nhau và sau đó chiếu chúng lên một phần tử (cell) gồm các nguyên tử rubidi – 87 bị bay hơi ở nhiệt độ phòng. Tuy nhiên đường đi của chùm tia laser “thăm dò” bị chặn bởi một mặt nạ 2D (2D mask) có tác dụng in hình ảnh của mình lên các nguyên tử bằng cách giới hạn những nguyên tử bị kích thích lên các trạng thái năng lượng cao hơn.

Ngay vừa khi chùm tia “thăm dò” bắt đầu rời khỏi khí nguyên tử thì chùm tia “bơm” được tắt đi và bật lại sau một khoảng thời gian. Sau đó họ hướng ánh sáng thoát ra bất kỳ từ khí vào camera CCD sau khi đã lọc ánh sáng chùm tia laser “bơm” bằng cách sử dụng kính phân cực.

Thí nghiệm với các mặt nạ 2D có số “2”, “6” và “9”, Davidson và các cộng sự đã phát hiện ra rằng họ có thể lưu giữ hình ảnh trong khí nguyên tử lên đến 9 μs và thu nhận tín hiệu vào camera – mạnh hơn 103 lần so với nhóm nghiên cứu ở US đã trình bày sớm hơn trong năm nay khi sử dụng một kỹ thuật khác. Họ nói rằng đây là thời gian lưu giữ ảnh dài nhất trước khi sự khuếch tán của các nguyên tử sẽ làm cho ảnh không thể đọc được.

Để vượt qua giới hạn này, nhóm nghiên cứu đã thử áp dụng một kỹ thuật trong sản xuất bán dẫn gọi là khắc in bản dịch chuyển pha thường được sử dụng để khắc axit các tính chất với độ phân giải cao mà không cần bất kỳ sự phân bố nào của sự khúc xạ. Trong sự lưu giữ hình ảnh, việc chuyển pha ánh sáng giữa các phần khác nhau của hình ảnh làm cho các tính chất có liên quan trực tiếp đến hình ảnh bị triệt tiêu lẫn nhau vì vậy làm cho hình ảnh “miễn dịch” với sự khuếch tán nguyên tử.

Hình 2. Lưu giữ hình ảnh của 3 dòng có chiều rộng 340 nm trong thời gian lên đến 30 μs . Bên tay trái là kết quả thí nghiệm (cột trái) và kết quả tính toán lý thuyết (cột phải) khi hình ảnh được chiếu đến phần tử (cell) với sự không thay đổi pha. Bên tay phải là hình ảnh nhận được với độ phân giải tốt hơn khi dịch chuyển pha π đối với 2 dòng bên ngoài. Hiệu ứng này là sự tương đương nguyên tử so với việc khắc in bản dịch chuyển pha trong công nghiệp bán dẫn.

Sử dụng kỹ thuật dịch chuyển pha này, Davidson và các cộng sự có thể lưu giữ hình ảnh của 3 dòng có chiều rộng 340 μm và có thể tái tạo chúng sau khi họ phục hồi chúng trên camera 30 μs sau đó.

Hiện nay nhóm nghiên cứu Israel đang muốn thử thay đổi hình dạng trường của chùm tia laser “thăm dò” từ đường cong “Gaussian” hình chuông sang một dạng nào đó phức tạp hơn để có thể biểu diễn thông tin 3D – một dạng gần giống một bộ phim.

Theo các nhà nghiên cứu hệ thống này sẽ có đủ dung lượng để được sử dụng như là một thiết bị nhớ dành cho các trạng thái photon sử dụng trong tính toán lượng tử.

Damap

