

CÔNG NGHỆ QUANG TỬ NANO NỀN SILICON

Ngày 06 - 12 vừa qua, nhóm nghiên cứu Silicon của IBM đã công bố một kết quả quan trọng trong ứng dụng của quang tử nano nền Silicon, sử dụng ánh sáng thay thế cho các sợi đồng cho việc truyền tải thông tin trong các "nỗ" của một con chip.

Ngày 06 - 12 vừa qua, nhóm nghiên cứu Silicon của IBM đã công bố một kết quả quan trọng trong ứng dụng của quang tử nano nền Silicon, sử dụng ánh sáng thay thế cho các sợi đồng cho việc truyền tải thông tin trong các "nỗ" của một con chip.

Thành công này là bước ngoặt quan trọng dẫn đến việc chế tạo các siêu máy tính - là một ước mơ bấy lâu nay, khi các chip hiện tại vẫn bị hạn chế bởi bài toán tỏa nhiệt, tiêu hao năng lượng và kích thước lớn - thay vào đó là một chip đơn, sử dụng cho các máy tính cá nhân, hoạt động nhanh hơn, mát hơn và tiêu hao rất ít năng lượng.

Biến ước mơ siêu máy tính trên một chip thành hiện thực

Kết quả được công bố trên tạp chí Optics Express, các nhà nghiên cứu của IBM nhấn mạnh đây là một thành công vô cùng quan trọng trong việc truyền tải thông tin giữa các lõi, hay "nỗ" của một con chip, bằng cách sử dụng các xung ánh sáng, thay thế cho các tín hiệu điện trong dây dẫn thông thường, để tạo nên một siêu máy tính trên chip hoàn toàn bằng silicon.

Hình 1: Nguyên lý hoạt động của bộ điều chế quang học (IBM)

Bộ điều chế quang học của IBM có chức năng biến đổi một tín hiệu điện số trên một dây dẫn sang một chuỗi các xung ánh sáng, để lưu thông và xử lý trong một đường dẫn sóng quang tử nano nền silicon. Đầu tiên, một tia laser nguồn (màu đỏ) chiếu vào bộ điều chế quang học. Bộ điều chế quang học (hộp màu đen với nhãn hiệu IBM) thực tế là một "cửa chớp" rất nhanh để điều khiển tín hiệu laser, hoặc chặn tín hiệu nguồn, hoặc cho nó truyền qua đường dẫn sóng đầu ra. Khi một tín hiệu điện số là xung (được mã hóa bằng số "1", màu vàng) đến từ bên trái bộ điều chỉnh, một xung ánh sáng ngắn được phép đi qua tới bộ quang học đầu ra bên phải. Ngược lại, nếu không có xung điện tại bộ điều chỉnh (được mã hóa bằng số "0"), bộ điều chỉnh này sẽ ngăn ánh sáng, không cho chúng đi tới được đầu ra. Với cách xử lý này, thiết bị đã "điều chỉnh" cường độ của tia laser đầu vào, và biến các tín hiệu điện số (1 và 0) thành các xung ánh sáng.

Bộ điều chế được các nhà nghiên cứu sử dụng đó là bộ điện-quang Mach-Zehnder nền silicon, để biến đổi tín hiệu điện sang tín hiệu xung ánh sáng. Điều đáng chú ý là bộ điều chế này có kích thước nhỏ hơn 100 (và có khả năng thu nhỏ hơn tới 1000 lần) so với các thiết bị điều chế hiện tại. Đây cũng là thiết bị sau cùng trong hệ thống tích hợp cần được silicon hóa, để xây dựng một chip hoàn toàn trên nền silicon. Công nghệ silicon vẫn là một ứng cử viên sáng giá, so với các công nghệ sử dụng các vật liệu khác như Germanium, hay Gallium Arsenide, Cadmium Sulfide và Gallium Nitride.

Tính phong phú (silicon là một trong số các nguyên tố có trữ lượng nhiều nhất trên trái đất), và sự đầu tư nghiên cứu trong suốt 30 là những thế mạnh mà silicon có được. Nhóm nghiên cứu sử dụng bộ điều chỉnh nền silicon cũng không nằm ngoài mục đích này, và nó là một nguyên nhân làm giảm giá thành, một vấn đề quan trọng và quyết định khi thương mại hóa sản phẩm; kết hợp với bộ xử lý hoàn toàn bằng quang học, sẽ tiêu hao năng lượng ít hơn, bảo mật hơn, đồng thời tăng dung lượng truyền tải thông tin giữa các lõi lên tới hàng trăm lần so với phương pháp dây dẫn hiện tại.

Hình 2: Cấu trúc bên trong của bộ điều chế quang học (IBM)

Bộ điều chế quang học của IBM sử dụng các đường dẫn sóng quang tử nano nền silicon để điều khiển nguồn sáng trên một chip silicon. Các tín hiệu điện số được truyền vào các đường dẫn sóng silicon nanophotonics tạo bởi lớp bán dẫn dạng p+-i-n+ thông qua các cực điện (vàng). Các điện tích (lỗ - các hạt màu xanh, và electron - các hạt màu đỏ) vào trong các đường dẫn và thay đổi đặc tính quang học của silicon; đó cũng là cơ chế của bộ điều chỉnh quang học.

"Các công việc vẫn đang được thực hiện bởi nhóm IBM và một số tổ chức công nghiệp để kết hợp và hoàn thiện hóa các lõi tính trên một chip, mà so sánh với các chip hiện tại thì sẽ vấp phải bài toán tỏa nhiệt cũng như bài toán xử lý với khối lượng thông tin ngày càng lớn", tiến sĩ T.C.Chen, phó giám đốc Khoa học và Công nghệ của IBM phát biểu: "Chúng tôi đã thực hiện một bước đi quan trọng tiến tới việc chế tạo các bộ liên kết giữa các lõi trong chip kích thước tối giản và công suất hiệu quả, theo hướng mà không một nhóm nào đã từng thực hiện."

Một trong số các chip mạnh nhất của IBM, đó là bộ xử lý Cell, sử dụng trong bộ game Sony Playstation 3, chứa 9 lõi trong một chip. Công nghệ mới này sẽ hướng tới một phương pháp công suất - hiệu quả để có thể liên thông hàng trăm đến hàng nghìn các lõi với nhau trong một chip nhỏ, và thay thế hoàn toàn các dây dẫn. Sử dụng ánh sáng thay cho dây dẫn để truyền thông tin giữa các lõi sẽ tăng tốc độ lên tới 100 lần, trong khi chỉ tiêu hao 1/10 năng lượng so với kỹ thuật dây dẫn đương thời.

Hình 3 : Mô phỏng quá trình hoạt động của đường dẫn

sóng trong bộ điều chế quang học (IBM)

Đường dẫn sóng (waveguide) được tạo bởi các sợi silicon (màu tím) với chiều 200 lần nhỏ hơn so với sợi tóc của chúng ta, trên một màng cách điện silicon (SOI). Ánh sáng hoàn toàn bị giam trong các đường dẫn quang tử nano silicon, như trên hình vẽ, là các hình elip màu đồng tâm. Sự giam giữ mạnh mẽ ánh sáng này giúp cho bộ điều chế quang học có thể giảm kích thước một cách rõ rệt so với công nghệ hiện tại.

Hình 4 : Mô hình đề xuất chip nền silicon sử dụng hoàn toàn đường dẫn quang học

Đây là mô hình đề xuất thực hiện đường dẫn hoàn toàn bằng quang học với N kênh, mỗi kênh có khả năng truyền tải 10Gps thông tin. N kênh đầu tiên được tách kênh theo phương pháp phân chia bước sóng trong mạch quang tử WDM, sau đó được sắp xếp và đảo qua bộ điều chỉnh quang học OXC, và được ghép kênh trở lại bằng bộ ghép kênh bước sóng. Nguồn dữ liệu có thể được đệm trong một đường làm chậm quang học nếu cần thiết. Các kênh được điều khiển cùng với bộ cảm quang Ge tích hợp. Các mạch logic CMOS sẽ thực hiện quá trình xử lý thông tin. Các chân điện nối chip quang điện với các chip khác thông qua các tín hiệu điện.

"Chúng tôi tin tưởng đây là một bước tiến quan trọng trong lĩnh vực chip quang tử nano nền silicon", tiến sĩ Will Green, trưởng nhóm nghiên cứu của dự án phát biểu. "Giống như các mạng cáp quang đã giúp cho việc phát triển và mở rộng mạng internet bằng việc tạo điều kiện cho người sử dụng có thể trao đổi một số lượng thông tin vô cùng đồ sộ từ mọi nơi trên trái đất, công nghệ của IBM cũng sẽ mang đến khả năng tương tự vậy trên các chip máy tính."

Thông tin chi tiết tại IBM.com

Bunhia

