

HỘI TỤ ÁNH SÁNG BẰNG CÁC MA TRẬN NANO

Một mảng thiết kế đặc biệt bởi các hốc nano có thể hội tụ ánh sáng thành một điểm cực nhỏ, nhỏ hơn cả bước sóng của ánh sáng sử dụng. Đó là một kết quả vừa được công bố bởi nhóm các nhà vật lý Anh và Tây Ban Nha, mở ra nhiều triển vọng

Một mảng thiết kế đặc biệt bởi các hốc nano có thể hội tụ ánh sáng thành một điểm cực nhỏ, nhỏ hơn cả bước sóng của ánh sáng sử dụng. Đó là một kết quả vừa được công bố bởi nhóm các nhà vật lý Anh và Tây Ban Nha, mở ra nhiều triển vọng ứng dụng trong quang học nano, ví dụ như ghi thông tin quang mật độ cao, quang khắc, hay tạo ra những "bút ánh sáng" mà có thể vẽ các ảnh trong các ô và các vật kích thước micromet (Applied Physics Letters 90 (2007) 091119).

Hốc nano và các ma trận hốc nano trên một màn kim loại có nhiều tính chất quang đặc biệt ví dụ như khả năng cho ánh sáng truyền qua cao. Mới đây, nhóm nghiên cứu mà đứng đầu là Nikolay Zheludev (Đại học Southampton, Anh), cùng các đồng nghiệp ở Phòng thí nghiệm Rutherford Appleton (Oxfordshire, Anh) và Viện Quang học Madrid (Tây Ban Nha) đã công bố rằng các ma trận giả tinh thể của các hốc nano trên các màn kim loại có thể hội tụ ánh sáng ở một khoảng cách nhỏ tới cỡ vài chục lần bước sóng ánh sáng tính từ màn.

Hình 1. Hình ảnh các hốc nano (a) và phổ nhiễu xạ quang học trường gần (Appl. Phys. Lett. 90(2007) 091119).

Các nhà nghiên cứu đã thu được các kết quả này bằng cách sử dụng một cấu trúc gọi là "cấu trúc giả tuần hoàn Penrose" (Penrose-like quasicrystal structure), một pattern phức tạp của các hốc nano có đồng thời cả tính tuần hoàn và ngẫu nhiên. Một chùm sáng chiếu xuyên qua các hốc khác nhau sẽ giao thoa với nhau, tạo nên một điểm sáng gọi là "điểm nóng sáng". Ma trận này chứa khoảng 14000 hốc có đường kính 200 nm, chế tạo bằng phương pháp quang khắc bằng chùm điện tử từ màng mỏng Al dày 100 nm ngưng đọng trên đế Si (hình 1).

Sử dụng ánh sáng kết hợp có bước sóng 660 nm và kính hiển vi quang học quét diaphragm (scanning aperture optical microscopy), Fu Min Huang (Southampton) cùng các đồng nghiệp đã quan sát các điểm sáng có đường kính xung quanh 290 nm, tại khoảng cách 12,5 mm từ ma trận. Ở khoảng cách gần hơn, còn quan sát thấy các điểm hội tụ có đường kính xung quanh 200 nm (hình 2).

Hình 2. Hình ảnh các điểm sáng hội tụ trên màn, kích thước chỉ cỡ hơn 200 nm, tức là nhỏ hơn giới hạn của khả năng hội tụ ánh sáng thông thường (Appl. Phys. Lett. 90(2007) 091119).

Với kết quả này, các hốc nano có thể sử dụng trong hàng loạt các ứng dụng như quang khắc (lithography) và tạo ảnh. Ta biết rằng, phương pháp quang khắc truyền thống sử dụng ánh sáng tử ngoại hội tụ trên các màng cản quang để vẽ ra cấu hình màng cần tạo, bị hạn chế là khó tạo ra sự hội tụ của ánh sáng ở kích thước nhỏ. Hơn nữa, các nhà vật lý còn cho biết rằng, một điểm nóng sáng cô lập với mặt nạ, có thể được sử dụng như một "bút ánh sáng" để vẽ các ảnh dưới cỡ bước sóng bằng cách quét vật dưới điểm sáng hội tụ.

Các ma trận này còn có thể sử dụng để hội tụ ánh sáng trong các ô và các vật thể nhỏ hơn khác. Khe tương đối lớn giữa mảng và vật thể cho sẽ phép quét nhanh hơn nhiều do khả năng sử dụng kỹ thuật hiển vi quang học trường gần truyền thống. Và hơn nữa, do ánh sáng được hội tụ từ nhiều hốc trên mảng, điểm sáng sẽ có cường độ sáng thậm chí còn lớn hơn nhiều so với việc sử dụng các hệ thấu kính hội tụ có diaphragm dưới bước sóng phổ thông hiện nay. Và một khả năng

khác, đó là có thể ứng dụng cho việc ghi dữ liệu quang mật độ cao và bẫy quang học.

Tác giả Fu Min Huang bên cạnh thiết bị nghiên cứu
Vận lý Độc hành