

VẬT LIỆU NHÂN TẠO MỚI MỞ ĐƯỜNG CHO NGÀNH ĐIỆN TỬ TIẾN BỘ

Trong số ra ngày 10/04 từ Nature, một loại chất liệu nhân tạo mới được công bố đánh dấu sự khởi đầu cuộc cách mạng phát triển vật liệu cho các ứng dụng điện tử.

Trong số ra ngày 10/04 từ Nature, một loại chất liệu nhân tạo mới được công bố đánh dấu sự khởi đầu cuộc cách mạng phát triển vật liệu cho các ứng dụng điện tử.

Thành tựu này là kết quả sự cộng tác giữa nhóm lý thuyết của giáo sư Philippe Ghosez (Đại học Liège, Bỉ) và nhóm thí nghiệm của giáo sư Jean-Marc Triscone (Đại học Geneva, Thụy Sĩ). Một trong các nhà nghiên cứu hàng đầu của dự án - Matthew Dawber mới đây đã gia nhập Khoa Vật lý và thiên văn học thuộc Đại học Stony Brook – sẽ tiếp tục nỗ lực nghiên cứu và chế tạo các vật liệu nhân tạo mang tính cách mạng trong phòng thí nghiệm của mình.

Vật liệu mới, “siêu mạng”, có cấu trúc đa tầng bao gồm các lớp nguyên tử mỏng nằm luân phiên với thành phần là 2 loại oxit (PbTiO_3 và SrTiO_3) sở hữu những đặc tính hoàn toàn khác với cả 2 loại oxit thành phần. Đặc tính mới này là kết quả trực tiếp của cấu trúc phân tầng nhân tạo và được tạo ra nhờ tương tác ở tỉ lệ nguyên tử tại mặt phân giới của các lớp.

Tiến sĩ Dawber cho biết: “Bên cạnh những ứng dụng trước mắt của loại vật liệu nano này, khám phá còn mở ra một lĩnh vực điều tra mới hoàn toàn cũng như tiềm năng của vật liệu chức năng mới dựa trên quan niệm: kỹ thuật mặt phân giới ở tỉ lệ nguyên tử”.

Cấu trúc tỉ lệ nguyên tử của một “siêu mạng” 1/1 $\text{PbTiO}_3/\text{SrTiO}_3$ (được tính toán theo nguyên tắc số 1), nguyên tử Pb màu xám, nguyên tử Sr màu xanh dương, nguyên tử Ti màu xanh lá cây và nguyên tử O màu đỏ. Các đám mây electron kết hợp có màu vàng. Chu kỳ quay riêng của nguyên tử ôxi (màu đỏ) trong các lớp liên tiếp được kích thích bởi cách xếp lớp nhân tạo trong cấu trúc; đồng thời là một điểm đặc trưng của hoạt động sắt điện phi chính được phát hiện thấy. (Ảnh: Đại học Liège)

Các ôxit kim loại chuyển tiếp là nhóm các vật liệu gây nhiều hứng thú do có đa dạng các đặc tính (chúng có thể là chất điện môi, sắt điện, áp điện, nam châm hoặc chất siêu dẫn) cũng như khả năng kết hợp trong rất nhiều loại thiết bị. Đa phần các ôxit này có cấu trúc tương đương nhau (nhóm vật liệu perovskite) và mới đây, các nhà nghiên cứu đã phát triển thêm một khả năng kết hợp các vật liệu này với nhau, từng lớp nguyên tử một giống như đứa trẻ chơi trò xếp hình Lego, hy vọng chế tạo ra được những vật liệu mới với đặc tính khác thường.

Chất sắt điện là một nhóm các vật liệu hữu dụng nhất được ứng dụng trong nhiều loại thiết bị từ bộ nhớ máy tính cao cấp ổn định, đến các máy móc vi cơ điện hay thiết bị dò hồng ngoại. "Tính sắt điện phi chính" là một loại tính sắt điện hiếm khi có ở vật liệu tự nhiên, hiệu quả của nó thường quá yếu nên không ứng dụng được. Đặc tính phụ thuộc vào nhiệt độ của tính sắt điện phi chính hoàn toàn khác so với các chất sắt điện thông thường. Điều đó có nghĩa là chúng có rất nhiều ưu điểm lớn thích hợp cho nhiều ứng dụng khi mà nhiệt độ hoạt động biến đổi. Nếu tính sắt điện của nhóm vật liệu này mạnh hơn thì ứng dụng của nó sẽ còn nhiều hơn nữa.

Vật liệu siêu mạng mới này có tính sắt điện phi chính (đặc tính không tồn tại ở các vật liệu thành phần) lớn gấp khoảng 100 lần so với vật liệu sắt điện thông thường. Nó hứa hẹn mở ra một cánh cửa mới đến những ứng dụng thực tế trên toàn thế giới.

PbTiO_3 và SrTiO_3 là 2 loại oxit phổ biến và tiêu biểu vừa thể hiện tính không bền trong cấu trúc của chất sắt điện vừa thể hiện tính không bền cấu trúc phân cực. Một nghiên cứu lý thuyết được thực hiện tại Liège (sử dụng các quy tắc phức tạp đầu tiên của kỹ thuật mô phỏng cơ lượng tử được gọi là phương pháp hóa lượng tử *ab initio*) dự đoán rằng khi các ôxit này kết hợp thành cấu trúc siêu mạng, sự kết hợp khác thường và hoàn toàn bất ngờ giữa hai loại chất không bền này tạo nên tính sắt điện phi chính.

Nghiên cứu thực nghiệm song song được tiến hành tại Geneva đã xác nhận cấu trúc siêu mạng có tính sắt điện phi chính, đồng thời cung cấp những bằng chứng về một đặc tính mới lạ khác thường nhưng rất hữu ích: hằng số điện môi (một giá trị cho biết phản ứng của vật liệu đối với điện trường) tại cùng thời điểm có giá trị rất lớn và không phụ thuộc vào nhiệt độ, hai loại ôxit dường như loại trừ lẫn nhau lại kết hợp thành một vật liệu đồng nhất.

Nhưng thực tế khám phá này mang lại nhiều ý nghĩa quan trọng hơn là những ứng dụng trước mắt. Nghiên cứu đã khẳng định khả năng tạo ra các vật liệu khác biệt hoàn toàn bằng cách tiến hành kỹ thuật ở tỉ lệ nguyên tử, hệ thống siêu mạng $\text{PbTiO}_3/\text{SrTiO}_3$ chỉ là một ví dụ đầu tiên. Quan điểm về việc kết hợp các chất không bền tại mặt phân giới trong cấu trúc đa tầng nhân tạo cũng có thể áp dụng được với các loại oxit khác, đồng thời là một chiến lược đặc biệt thú vị về lĩnh vực các oxit multiferroic đang phát triển. Kết quả trên thu được sau phát hiện năm trước rằng mặt phân giới giữa hai ôxit khác biệt thực chất lại có tính siêu dẫn, trong khi không một ôxit nào có được đặc tính này.

Khám phá này cùng với những tiến bộ hiện thời đã khiến tạp chí Science phải xếp loại những khám phá về oxit đa tầng vào nhóm 10 phát kiến khoa học đột phá của năm 2007. Tương tự như tầm quan trọng của việc nắm vững đặc tính mặt phân giới của chất bán dẫn trong quá trình phát triển của ngành điện tử học hiện đại, việc tạo ra các đặc tính mới tại mặt phân giới giữa các oxit có thể mang lại cuộc cách mạng công nghệ lớn ngang tầm trong những năm tới.

Bài tham khảo và nguồn tài trợ: Nghiên cứu này là thành quả của một nhóm các nhà khoa học được Quỹ Volkswagen tài trợ (Nanosized Ferroelectric Hybrids), Quỹ Khoa học quốc gia Thụy Sĩ (qua Trung tâm khả năng nghiên cứu MaNEP quốc gia), Cộng đồng châu Âu (FAME-EMMI và MaCoMuFi). Eric Bousquet (ULg), Matthew Dawber (SBU/UniGe), Nicolas Stucki (UniGe), Céline Lichtensteiger (UniGe), Patrick Hermet (ULg), Stefano Gariglio (UniGe), Jean-Marc Triscone (UniGe) & Philippe Ghosez (ULg). *Tờ Nature* 10/4/2008 ; 452 (7188) 732-736.

Bài viết trước: N. Reyren et al., *tờ Science* 317, 1196 (2007).

