

ĐỘT PHÁ MỚI TRONG CUỘC ĐUA TẠO RA SIÊU VẬT LIỆU

Kim cương từng được coi là vật liệu cứng nhất, nhưng giờ đây với sự ra đời của những siêu vật liệu khiến kim cương chỉ còn phù hợp với làm đồ trang sức hơn là những ứng dụng thực tế như một loại vật liệu. Cuộc đua phát triển các vật liệu mới siêu bền, siêu nhẹ dường như chưa bao giờ hạ nhiệt. Những bứt phá trong khoa học vật liệu luôn hứa hẹn mở ra những tiềm năng ứng dụng to lớn nhờ sự đầu tư nghiên cứu bài bản và hợp tác khoa học chặt chẽ giữa các trung tâm nghiên cứu lớn của thế giới.

Cuộc đua phát triển vật liệu siêu nhẹ, siêu bền

10 năm trở lại đây, khoa học vật liệu (material science) trở thành lĩnh vực nghiên cứu “hot”. Con người đã hiểu ra rằng, vật liệu thông minh, siêu bền, siêu nhẹ sẽ trở thành bộ phận cho nhiều ngành công nghiệp phát triển, đồng thời mở ra ứng dụng to lớn trong cuộc sống.

Cuộc cách mạng về vật liệu thực sự bắt đầu khi các nhà khoa học Nga phát triển thành công vật liệu graphene siêu nhẹ nhưng có độ cứng lớn gấp hơn 250 lần thép. Tính siêu việt của loại vật liệu này là siêu mỏng, siêu bền và có thể uốn cong ở bất kỳ góc độ nào. Graphene là phân tử cấu trúc cơ bản của một số hình thù bao gồm: than chì, ống nano cacbon và fulleren. Graphene dày bằng lớp phân tử carbon với liên kết sp² tạo thành tinh thể dạng tổ ong với chiều dài liên kết carbon - carbon chỉ khoảng 0,142 nm. Mặc dù độ dày chỉ tương đương với vài lớp phân tử nhưng chúng ta có thể cảm nhận được bằng thị

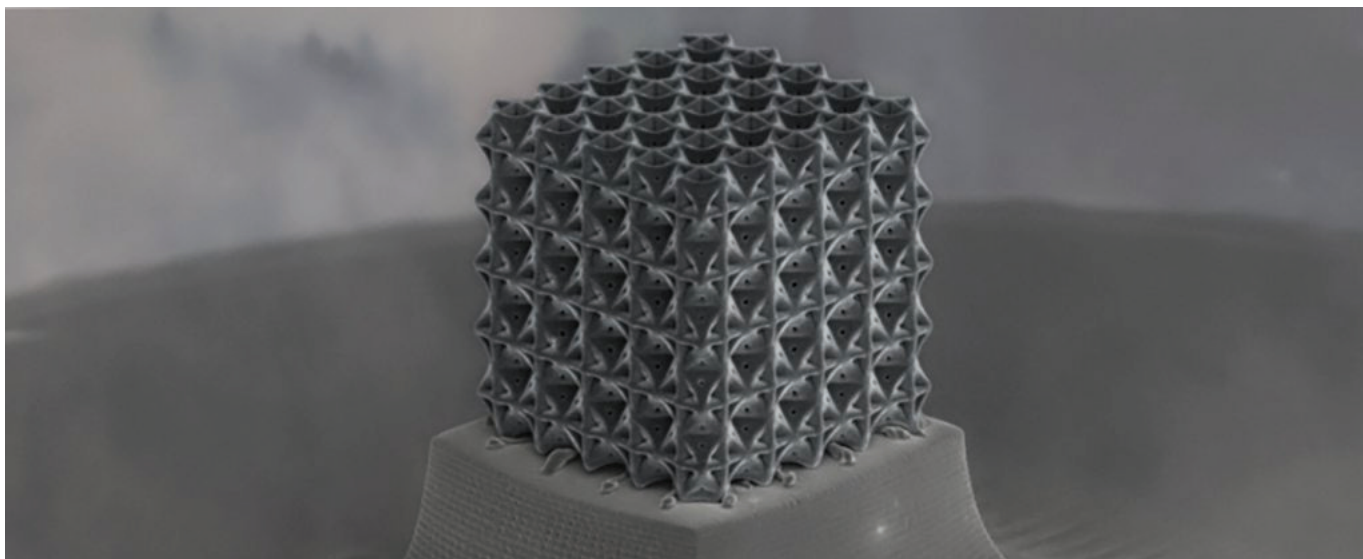
giác. Các nhà khoa học thường ví von: muốn chọc thủng một lớp graphene có độ mỏng như 1 tờ giấy nhựa thông thường thì bạn cần áp lực tương đương với một con voi châu Phi đứng thẳng bằng trên một cây bút chì. Điều thú vị nữa là, mặc dù nhìn như một tấm nhựa dẻo nhưng graphene lại có khả năng truyền dẫn điện tử nhanh gấp 10 lần silicon. Nhờ thành quả nghiên cứu của mình, hai nhà khoa học Andre Geim và Konstantin Novoselov đã được trao giải Nobel Vật lý năm 2010.

Năm 2012, trên Tạp chí Science, các nhà khoa học Đức công bố đã nghiên cứu ra loại vật liệu mới Aerographite được xem là một trong những vật liệu cấu trúc nhẹ nhất từng được tạo ra. Với cấu trúc mạng lưới xốp có kết nối với carbon hình ống giúp chúng trở nên siêu bền, siêu nhẹ (mật độ 180 g/m³).

Bước tiến tiếp theo là các nhà khoa học thuộc Đại học Vienna (Áo) đã phát triển thành công vật liệu mới có tên là Carbyne. Những công bố khoa học vào tháng

4/2016 của các nhà khoa học cho thấy, siêu vật liệu Carbyne cứng hơn cả graphene nhưng lại dẻo dai như một sợi DNA. Để có được tính chất đáng kinh ngạc này, Carbyne có một cấu trúc rất đặc biệt, đó là các nguyên tử carbon liên kết đơn và ba hoặc liên kết đôi kéo dài liên tục. Tuy nhiên, nhược điểm của vật liệu này là khó duy trì ở trạng thái ổn định.

Cuộc đua phát triển siêu vật liệu chưa dừng ở đó. Tháng 1/2017, trên Tạp chí Science Advances, các nhà khoa học tại Viện Công nghệ Massachusetts (Mỹ) công bố đã phát triển thành công một loại vật liệu nhẹ graphene có cấu trúc 3D dạng xốp với tỷ trọng chỉ bằng 5% của thép nhưng cứng hơn thép gấp 10 lần. Để tạo ra loại vật liệu này, các nhà khoa học đã nén graphene trong điều kiện nhiệt độ và áp suất rất cao, khiến cấu trúc của chúng thay đổi (dưới kính hiển vi điện tử, chúng có cấu trúc giống như san hô). Nhờ kỹ thuật này, các nhà khoa học có thể tạo nên những vật liệu graphene cấu



Vật liệu carbon với cấu trúc nano mới, hình khối lập phương có độ bền cơ học mạnh nhất từ trước tới nay.

trúc 3D từ các vật liệu cấu trúc 2D, trong khi vẫn đảm bảo được những tính chất vật lý ưu việt của nó. Chúng ta biết rằng, graphene ở cấu trúc 2D là một trong những vật liệu siêu cứng, siêu bền. Nhờ vào mô hình mô phỏng trên máy tính, các nhà khoa học đã phát hiện ra rằng, độ bền và độ cứng của vật liệu cấu trúc 3D phụ thuộc vào hình dạng cấu trúc của nó.

Có thể thấy, những bước tiến trong việc tạo ra vật liệu graphene mở ra những ứng dụng to lớn trong việc phát triển các linh kiện điện tử, hệ thống pin nhỏ gọn, khả năng lưu trữ năng lượng lớn và sạc cực nhanh. Những thế hệ vật liệu này cũng mang lại ứng dụng tiềm năng cho nhiều lĩnh vực khác, đặc biệt là hàng không - vũ trụ.

Soán ngôi vô địch

Thành tựu mới nhất trong cuộc đua chế tạo siêu vật liệu là ngày 27/3/2020, trên Tạp chí Nature Communication, các nhà khoa học thuộc Đại học California (Mỹ) đã công bố nghiên cứu thành công vật liệu carbon với cấu trúc

nano mới. Loại siêu vật liệu này có cấu trúc dạng xếp với các liên kết dạng trụ và thanh carbon 3 chiều. Nhờ đó, nó có độ cứng đặc biệt ấn tượng. Theo tính toán của các nhà khoa học, loại vật liệu mới có cường độ tăng 639% và độ cứng tăng 522% so với phương pháp tiếp cận sợi nano trước đây. Các hạt nano được sắp xếp trong một thiết kế dựa trên tấm tế bào kín sẽ cực kỳ bền. Các cấu trúc dựa trên chòm hình trụ trước đây không đạt hiệu quả về tính chất cơ học. Các mạng tinh thể nano dạng tấm mới bền và cứng hơn nhiều.

Để tạo ra cấu trúc ưu việt này, các nhà khoa học đã tiến hành quy trình in laser trùng hai photon. Họ đã chiếu tia laser tập trung vào một giọt nhựa cây lỏng cực nhạy với tia cực tím để biến nó thành một loại polymer rắn, nơi các phân tử bị tấn công cùng lúc bởi hai photon. Việc sử dụng tia cực tím tạo thành các lớp trùng lên nhau tạo ra một loại polymer vô cùng bền khi hai photon giao nhau. Nhờ vậy, cho phép các tế bào lặp lại trở thành các tấm có

khuôn mỏng chỉ khoảng 160 nm. Một trong những điểm đặc biệt là các lỗ nhỏ trong các tấm có thể được sử dụng để loại bỏ nhựa thừa ra khỏi vật liệu hoàn thiện. Sau khi qua quá trình nhiệt phân, được nung nóng đến 900°C trong chân không với thời gian khoảng 1 giờ. Nhờ quy trình này, một mạng carbon hình khối lập phương được tạo ra có độ bền cơ học mạnh nhất từ trước tới nay.

Theo các nhà khoa học, những vật liệu với cấu trúc mạng nano dạng tấm mang lại những ứng dụng tiềm năng lớn trong thực tế, tạo bước đột phá lớn trong nhiều lĩnh vực như công nghệ điện tử và y học. Đặc biệt, vật liệu này sẽ giúp chế tạo những chiếc máy bay, con tàu vũ trụ nhẹ và bền, chống chịu được với các tác động cơ học, khí động học cực đoan nhất.

Hoàng Anh

(tổng hợp từ tạp chí Science, Nature)