

VẬT LIỆU DỆT MAY CÓ TÍNH NĂNG DẪN ĐIỆN VÀ KHÁNG KHUẨN

TS Trương Vĩ Khánh

Phòng Thí nghiệm Kỹ thuật Nano Y sinh, Đại học Flinders, Úc

Ngày nay, vật liệu dệt may dẫn điện đóng vai trò quan trọng trong đời sống hiện đại, chúng được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực như điện tử, y tế, thể thao và thời trang. Các vật liệu này giúp truyền dẫn tín hiệu, điện áp cũng như kiểm soát và điều chỉnh các hoạt động của thiết bị điện tử. Gần đây, các nhà khoa học thuộc Phòng Thí nghiệm Kỹ thuật Nano Y sinh, Đại học Flinders, Úc đã sáng chế thành công vật liệu dệt may dẫn điện phủ kim loại lỏng. Sản phẩm của nhóm nghiên cứu có khả năng tự chữa lành các mạch điện khi bị cắt và cung cấp các đặc tính chống lại vi khuẩn *Pseudomonas aeruginosa* và *Staphylococcus aureus*.

Vai trò của vật liệu dệt may có tính dẫn điện

Vật liệu dệt may có tính dẫn điện đóng vai trò quan trọng trong nhiều ứng dụng công nghệ và thực tiễn. Chúng mang lại các lợi ích và mở ra cơ hội cho sự phát triển của công nghệ điện tử linh hoạt, truyền nhiệt và truyền thông, góp phần tạo ra nhiều sản phẩm tiện lợi và thông minh, đáp ứng nhu cầu của thị trường hiện đại. Cụ thể:

Thứ nhất, vật liệu dệt may có tính dẫn điện cho phép tạo ra các linh kiện và thiết bị điện tử trên các bề mặt vải linh hoạt. Điều này mở ra khả năng phát triển các thiết bị điện tử như màn hình linh hoạt, cảm biến da giả, bộ đo lường tiếp xúc trên da và các thiết bị y tế linh hoạt.

Thứ hai, vật liệu dệt may có tính dẫn điện có khả năng truyền

nhất tốt. Điều này làm cho chúng trở thành một lựa chọn lý tưởng trong việc tạo kết nối và truyền nhiệt hiệu quả giữa các bề mặt. Ví dụ, vật liệu dệt may có tính dẫn điện có thể được sử dụng để làm kết nối nhiệt giữa chip điện tử và hệ thống làm mát.

Thứ ba, với tính dẫn điện, vật liệu dệt may này có thể được sử dụng để tạo kết nối và truyền tín hiệu trong các ứng dụng như trang phục thông minh, thiết bị định vị hoặc giao thông thông minh; sử dụng để tạo ra các đường dẫn điện trên vải, giúp truyền tải dữ liệu và tín hiệu.

Thứ tư, vật liệu dệt may có tính dẫn điện cho phép tích hợp chức năng dẫn điện trực tiếp vào vải, giúp tiết kiệm thời gian và công sức so với việc thêm linh kiện dẫn điện sau khi vải đã được dệt xong.

Ngoài ra, các vật liệu này cũng có khả năng co giãn và linh hoạt, thích hợp cho việc sử dụng trong các ứng dụng y tế, thể thao hay thời trang công nghệ.

Hiện nay, trên thế giới có 4 phương pháp để tạo ra vật liệu dệt may có tính dẫn điện bao gồm:

Sử dụng sợi dẫn điện: Một cách phổ biến để tạo vật liệu dệt may có tính dẫn điện là sử dụng sợi dẫn điện như sợi kim loại hoặc sợi bán dẫn. Sợi này có thể được dệt vào cấu trúc vải thông qua quá trình dệt hoặc nhuộm. Ví dụ như các sợi bạc, đồng, carbon hoặc sợi polymer dẫn điện (như polyester dẫn điện) có thể được sử dụng để tạo vật liệu dệt may có tính dẫn điện.

Phủ lớp chất dẫn điện: Bên cạnh phương pháp sử dụng sợi dẫn điện là phủ lớp chất dẫn điện

lên bề mặt của vật liệu dệt may. Các chất dẫn điện như graphene, bạc nano, nanotube carbon hoặc các hợp chất dẫn điện khác có thể được phủ lên sợi hoặc bề mặt vải thông qua các phương pháp phun, in ấn hoặc tẩm.

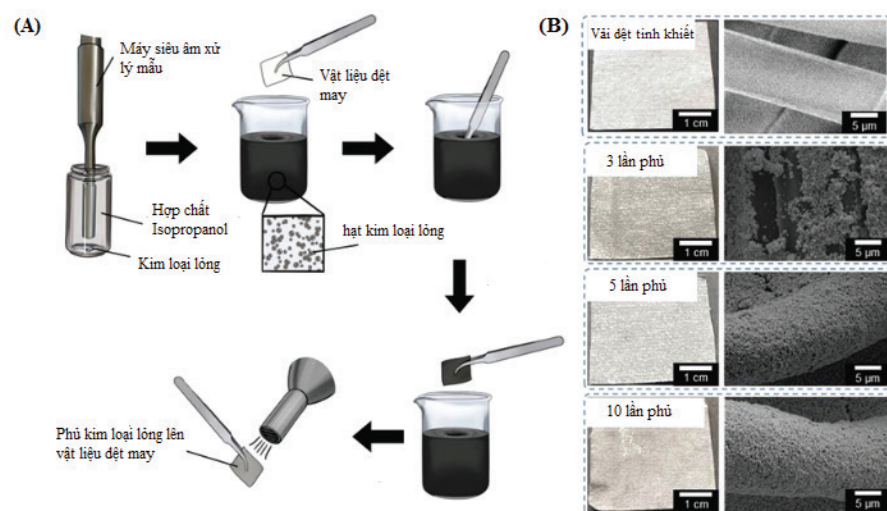
Tạo cấu trúc dẫn điện: Một phương pháp khác là tạo cấu trúc dẫn điện trong vật liệu dệt may. Ví dụ, tổ chức các sợi dẫn điện thành mạng lưới hay kết nối chúng bằng các công nghệ đặc biệt như kỹ thuật thêu hoặc công nghệ in 3D.

Sử dụng polymers dẫn điện: Polymers dẫn điện có thể được kết hợp vào quá trình dệt may để tạo ra vật liệu có tính dẫn điện. Các polymer như polyaniline, polypyrrole hoặc PEDOT:PSS có khả năng dẫn điện và có thể được áp dụng trong quá trình dệt may.

Các phương pháp này có thể được kết hợp hoặc tùy chỉnh theo yêu cầu của ứng dụng cụ thể. Quá trình tạo vật liệu dệt may có tính dẫn điện có thể thực hiện thông qua các công nghệ sản xuất vải truyền thống hoặc sử dụng các công nghệ tiên tiến như in ấn linh hoạt hay công nghệ nano.

Tạo vật liệu dệt may có tính dẫn điện từ kim loại lỏng

Xuất phát từ việc nghiên cứu về kim loại tồn tại ở thể lỏng, các nhà khoa học thuộc Phòng Thí nghiệm Kỹ thuật Nano Y sinh (Đại học Flinders, Úc) phát hiện thấy, kim loại ở thể lỏng là những hợp chất không độc, chúng có những



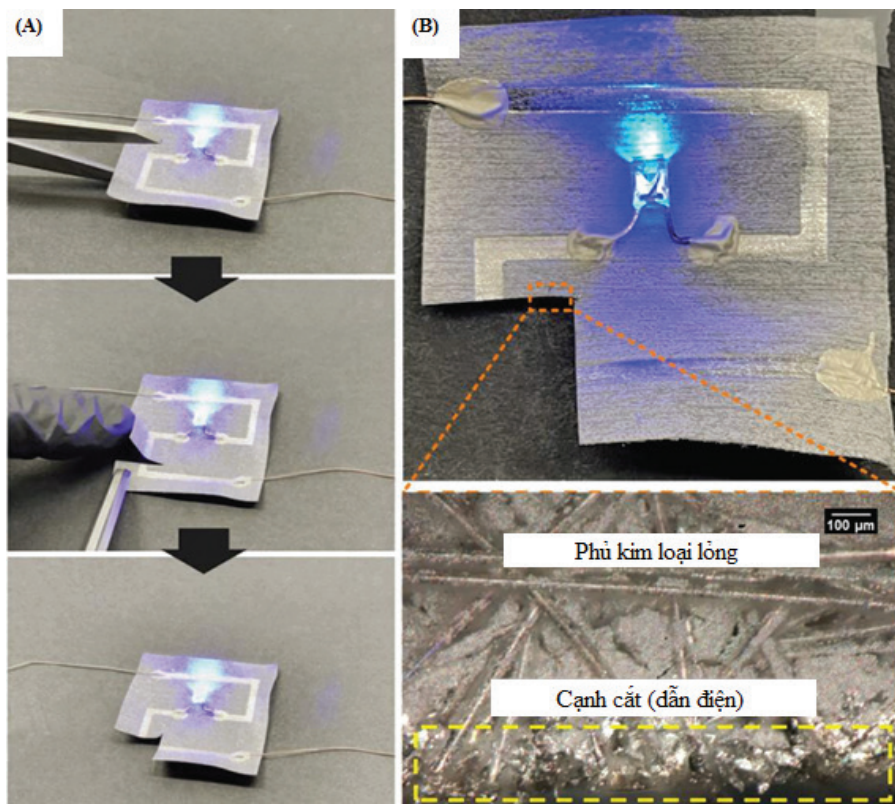
Hình 1. Tạo vật liệu dệt may có khả năng dẫn điện bằng cách phủ kim loại lỏng. (A) Quy trình tạo vật liệu; (B) Hình ảnh của vật liệu dưới kính hiển vi điện tử quét (SEM).

đặc điểm hóa, lý rất riêng biệt và hữu ích như tính dẫn điện tốt, dẻo, khả năng chịu nhiệt cao... Về phương diện sinh học, những hợp chất này có tính kháng khuẩn cao và khi tác dụng lực nén, chất lỏng bên trong sẽ chảy ra tạo thành các hạt dẫn điện. Từ những ưu điểm trên, nhóm nghiên cứu đã lựa chọn kim loại lỏng để tạo ra vật liệu dệt may có tính dẫn điện (hình 1).

Kim loại lỏng là một loại chất lỏng có tính chất kim loại. Nó khác với hợp kim hay các chất lỏng khác vì không có một thành phần cụ thể nào, thay vào đó là một hỗn hợp của các nguyên tố kim loại. Kim loại lỏng thường được sử dụng trong các ứng dụng công nghệ như làm mát máy móc, truyền nhiệt và điện gia công. Kim loại chất lỏng dựa trên gallium được tạo thành từ hỗn hợp của gallium với các nguyên

tố khác như indium, thiếc, kẽm và antimon. Các hỗn hợp này có nhiều tính chất đặc biệt, bao gồm điểm nóng chảy thấp, độ nhớt thấp, khả năng dẫn điện và khả năng truyền nhiệt tốt. Kim loại lỏng dựa trên gallium thường được sử dụng trong các ứng dụng như làm mát vi mạch điện tử, truyền nhiệt hiệu quả và tạo kết nối giữa các bề mặt để cải thiện truyền nhiệt. Chúng cũng có thể được sử dụng trong các ứng dụng y tế như làm kết nối linh hoạt trong các thiết bị y tế, ví dụ như cảm biến da giả để theo dõi dấu hiệu sinh lý.

Dựa trên ưu điểm của kim loại lỏng là khả năng lắng đọng và tạo nét ở nhiệt độ phòng lên các bề mặt vải dệt mà kim loại rắn không thể thực hiện được, nhóm nghiên cứu đã tiến hành phủ các hạt kim loại lỏng trực tiếp lên vải dệt. Điều đặc biệt là cách làm này không chặn các lỗ xốp của vải dệt. Khi



Hình 2. Khả năng tự khôi phục mạch dẫn điện của vật liệu. (A) Quá trình cắt mạch dẫn điện của vật liệu, **(B)** Quá trình tự khôi phục mạch dẫn điện trên vật liệu.

vật liệu dệt được nhúng vào dung dịch chứa các hạt kim loại lỏng, các hạt này dính vào vải một cách tự nhiên, nhưng không tạo thành đường dẫn điện. Do đó, nhóm nghiên cứu đã tác dụng lực ép lên các vùng cục bộ của vật liệu đã phủ, ngoại lực làm cho các hạt kim loại lỏng vỡ ra, chảy tràn, phủ đều bề mặt và hợp nhất để tạo thành các đường dẫn điện theo đúng thiết kế đạt độ dẫn điện cao ($0,03 \Omega \text{ sq-1}$).

Bên cạnh đó, nhóm nghiên cứu đã phát hiện ra, các hạt kim loại lỏng có khả năng/tự khôi phục tính dẫn điện, nghĩa là vải có thể được cắt hoàn toàn nhưng vẫn giữ được độ dẫn điện, các mạch dẫn điện tự động lành lại

khi bị cắt bằng cách hình thành các đường dẫn điện mới dọc theo mép của vết cắt (hình 2), giúp những vật liệu dệt này có những ứng dụng hữu ích như làm các kết nối mạch, bộ gia nhiệt Joule và các điện cực linh hoạt để đo tín hiệu điện tâm đồ. Trong khi đó, vật liệu có khả năng thấm khí tốt, tính linh hoạt của vật liệu đã được xác nhận thêm thông qua việc thử nghiệm một số ứng dụng bao gồm các mạch linh hoạt có tính thấm khí, máy sưởi trên cơ thể và điện cực ECG. Đáng chú ý, sản phẩm của nhóm nghiên cứu có khả năng kháng khuẩn vượt trội với *Pseudomonas aeruginosa* và *Staphylococcus aureus*. Tính năng chống lại vi khuẩn của sản

phẩm này không chỉ bảo vệ vải mà còn ngăn ngừa sự lây lan bệnh tật khi tiếp xúc với người khác. Đây là giải pháp hoàn hảo cho những nhà nghiên cứu muốn đẩy lùi các mầm bệnh và đồng thời tăng thời gian sử dụng vải mà không cần giặt thường xuyên.

Có thể khẳng định, sản phẩm của nhóm nghiên cứu là một giải pháp đơn giản, hiệu quả cao để tạo ra loại vật liệu may mặc mới có khả năng tích hợp nhiều tính năng công nghệ tiên tiến, đảm bảo sự thoải mái, tăng cường hiệu năng vận động và bảo vệ sức khỏe người sử dụng. Thành công của nhóm nghiên cứu đã đặt tiền đề cho việc khai thác vật liệu may mặc có tính năng dẫn điện, đa dạng hóa thành các sản phẩm thời trang đa dạng, phù hợp với chiến lược, chính sách phát triển của ngành may mặc. Bên cạnh đó, việc nâng cao tính năng song vẫn đảm bảo độ bền, sự thoải mái của sản phẩm giúp gia tăng giá trị sử dụng, tuổi thọ của sản phẩm. Thông qua đó, góp phần giảm chi phí tiêu thụ. Sản phẩm của nhóm đã mở ra các hướng nghiên cứu, ứng dụng mới cho kim loại lỏng. Trong tương lai, nhóm nghiên cứu sẽ mở rộng hướng nghiên cứu về điều chế vật liệu kháng khuẩn, vật liệu thông minh trên nền những hợp kim có nguồn gốc bắt nguồn từ gallium để có thể ứng dụng trong nhiều lĩnh vực hơn, bao gồm cả y sinh.