

MỰC IN CHUYỂN SẮC QUANG HỌC VÀ MỘT SỐ ỨNG DỤNG

Trần Lê Hải, Trần Đức Châu, Nguyễn Trần Hà

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh

Mực chuyển sắc quang học là gì?

Một số phương pháp xác thực tài liệu tiên tiến như sử dụng nhãn ảnh ba chiều, thẻ ID tần số vô tuyến... có ưu điểm xác thực nhanh song rất phức tạp và tốn kém khi triển khai. Do vậy, mực chuyển sắc quang học đã được phát triển dựa trên cơ chế đóng/mở vòng thay đổi cấu trúc đồng phần của hợp chất, trong một ma trận polymer dưới tác động của ánh sáng UV, dẫn đến sự thay đổi tính chất quang của vật liệu mực in, từ không màu chuyển sang các màu sắc rực rỡ tùy vào cấu trúc của hợp chất dị vòng.

Spiropyran và spirooxazine là một trong những hợp chất nhạy quang dưới tác dụng của tia cực tím (hình 1). Cấu trúc của chúng được chuyển từ dạng spiro không phân cực, khép kín và không màu sang dạng cyanine

có cực, mở vòng với khả năng định vị electron π mở rộng. Từ đó, cho phép các hợp chất này chuyển đổi quang sắc mạnh mẽ, từ không màu chuyển sang màu tím đậm. Với các đặc tính quang hóa và vật lý độc đáo như một công tắc quang học phân tử trong lĩnh vực thiết bị quang điện tử, cảm biến sinh - hóa học, phân phối thuốc giải phóng có kiểm soát... loại hợp chất này đang ngày càng được quan tâm và sử dụng rộng rãi.

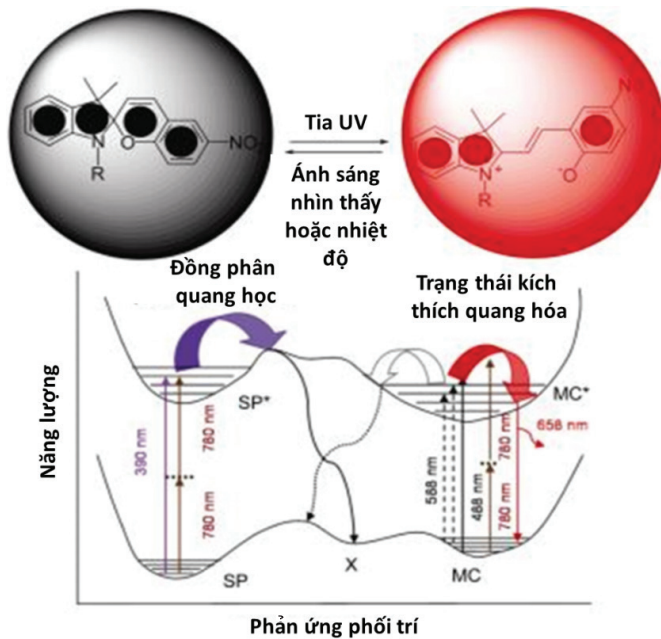
Ứng dụng của mực in chuyển sắc quang học trên cơ sở spiropyran và spirooxazine

Vật liệu mực in trên cơ sở spiropyran và spirooxazine có nhiều ứng dụng tiềm năng trong việc lưu trữ thông tin bằng tín hiệu quang học. Các bộ hiển thị quang sắc chuyển đổi cũng như các bộ lọc quang học là một trong những hướng nghiên cứu ứng dụng chính trong phát

“

Tình trạng làm giả tiền, hàng tiêu dùng, tài liệu quan trọng đã và đang gây ra nhiều hậu quả nghiêm trọng. Do đó, việc tìm kiếm các phương pháp chống hàng giả dựa trên vật liệu tiên tiến như mực chuyển sắc quang học là rất quan trọng. Bài viết giới thiệu một số ứng dụng nổi bật của mực in chuyển sắc quang học.

”



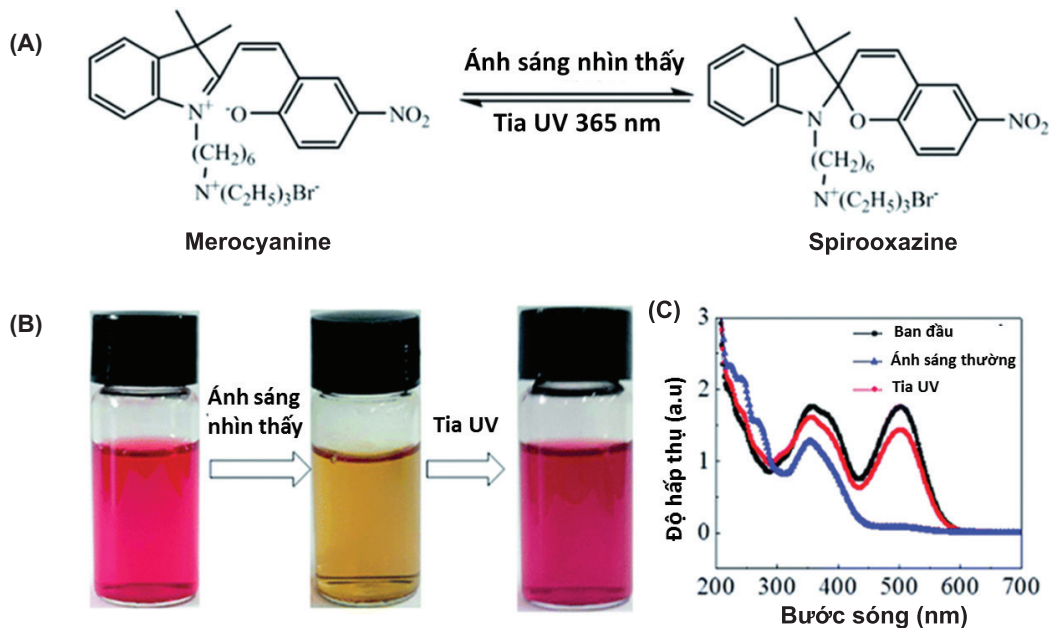
Hình 1. Mực in chuyển sắc quang học dựa trên spiropyrans và các mức năng lượng vùng cấm [1].

triển vật liệu mực in chuyển sắc quang học. Thực tế cho thấy, ngày càng có nhiều công ty công nghiệp và quốc phòng quan tâm đến lĩnh vực này.

Spiropyrans được phát triển trở thành công tác quang hóa học cho các linh kiện điện tử bán dẫn. Tuy nhiên, vấn đề về độ bền chuyển sắc cần được xem xét

và quan tâm. Mực in chuyển sắc quang học trên cơ sở spiropyrans mang những đặc tính có giá trị trong một số ứng dụng hiển thị nhất định. Trong trường hợp màn hình chuyển sắc sử dụng hợp chất spiropyrans, sự hiển thị màn hình chuyển sắc quang học sẽ thay đổi màu sắc khi nhận được ánh sáng kích thích thông thường là bước sóng UV 365 nm, làm cho màn hình chuyển từ trong suốt sang trạng thái màu xanh dương, khi ngừng chiếu xạ UV thì màn hình chuyển sắc chuyển về trạng thái cân bằng (trạng thái ban đầu) là trong suốt (hình 2).

Ở chế độ ghi dữ liệu, bức xạ UV được sử dụng để kích hoạt màu cho tấm phim chuyển sắc quang học theo lệnh từ bộ tạo màn hình. Màn hình ở chế độ xóa sử dụng một tấm phim được duy trì ở trạng thái màu bằng cách chiếu xạ đồng đều bằng tia UV. Để xóa dữ liệu lên tấm chuyển sắc quang học, nguồn sáng khả kiến sẽ được kích hoạt và đưa vật liệu chuyển sắc về trạng thái trong suốt như ban đầu. Các đặc điểm chính của vật liệu chuyển sắc quang học cần quan tâm bao gồm: độ phân giải, độ nhạy, tốc độ ghi, độ bền, độ sáng, màu sắc, độ tương phản. Hơn nữa, quá trình ghi và xóa dữ liệu quang học đối với vật liệu quang chuyển sắc khá phức tạp và phải được phân tích dưới dạng xử lý quang học, tín hiệu điện hóa, tín hiệu độ thẩm điện môi chất của màng phim.



Hình 2. Cấu trúc đồng phân của spiroxazine dưới sự chiếu xạ tia UV (A); Màu của mực in spiroxazine trước khi chiếu xạ, chiếu xạ ánh sáng vùng khả kiến và chiếu xạ dưới tia UV (B); Phổ hấp thụ UV-Vis của mực in spiroxazine (C).

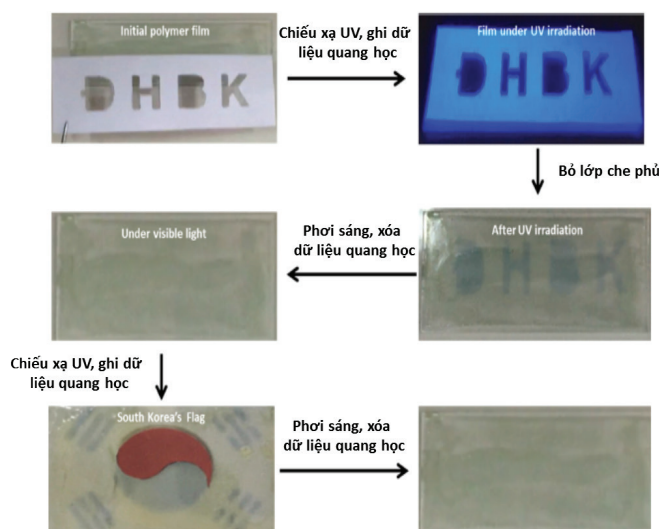


Hiện nay, một số bộ lọc quang sắc có thể thay thế màng chắn trong kính mắt thông minh, các lens lọc quang học của máy ảnh và cũng có thể được sử dụng kết hợp với tế bào quang điện của bộ điều khiển phơi sáng tự động của máy ảnh.

Spiropyran và spirooxazine có màu sắc đẹp và hằng số động học tẩy trắng có thể điều chỉnh, hứa hẹn nhiều ứng dụng thú vị trong lĩnh vực vật liệu truyền dẫn (kính râm, thấu kính nhãn khoa, kính cửa sổ, cửa sổ ô tô...). Ngoài ra, việc ứng dụng mực in spirooxazine và spirooxazine còn được ứng dụng trong các cảm biến hóa học, quang học, sinh hóa và vật liệu polymer thông minh. Gần đây, để tăng tính chất nhạy quang bằng cách biến tính spirooxazine, các nhà khoa học đã thêm nhóm methoxy vào vị trí 9' hoặc nhóm bromide vào vị trí 8' của vòng spirooxazine. Mặc dù đã cải thiện đáng kể tính nhạy quang của spirooxazine, những chất biến tính này vẫn chưa tăng thêm nhiều dải hấp thụ hồng ngoại. Đáng chú ý, khi biến tính nhóm alicyclic amino vào vị trí 6' của spirooxazine, hợp chất spirooxazine biến tính gây ra sự dịch chuyển dải hấp thụ đến vùng hồng ngoại thêm khoảng 30-40 nm so với tiền chất spirooxazine.

*
* * *

Hiện nay, nhóm nghiên cứu tại Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh cũng đang phát triển loại mực in trên cơ sở spirooxazine hướng đến làm vật liệu in bảo mật công nghệ cao (hình 3). Vật liệu



Hình 3. Kết quả nghiên cứu mực in chuyển sắc quang học trên cơ sở spirooxazine được tổng hợp từ Trường Đại học Bách khoa, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh [2].

polymer trên cơ sở spirooxazine được thử nghiệm trên nền kính trong suốt và ghi nhận dữ liệu quang học trong vòng lặp 50 lần vẫn đạt được các tính chất ban đầu. Kết quả này hứa hẹn tạo ra vật liệu polymer chuyển sắc mang nhiều ứng dụng trong thực tiễn ☞

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] G. Berkovic, V. Krongauz, V. Weiss (2000), "Spiropyran and spirooxazines for memories and switches", *Chem. Rev.*, **100**, pp.1741-1754, DOI: 10.1021/cr9800715.

[2] H.M. Tran, T.H. Nguyen, V.Q. Nguyen, et al. (2019), "Synthesis of a novel fluorescent cyanide chemosensor based on photoswitching poly(pyrene-1-ylmethyl-methacrylate-random-methyl methacrylate-random-methacrylate spirooxazine)", *Macromol. Res.*, **27**, pp.25-32, DOI: 10.1007/s13233-019-7030-7.