



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0031745

(51)⁷

G01J 3/00

(13) B

(21) 1-2019-07222

(22) 20/12/2019

(45) 25/05/2022 410

(43) 25/05/2020 386ASC

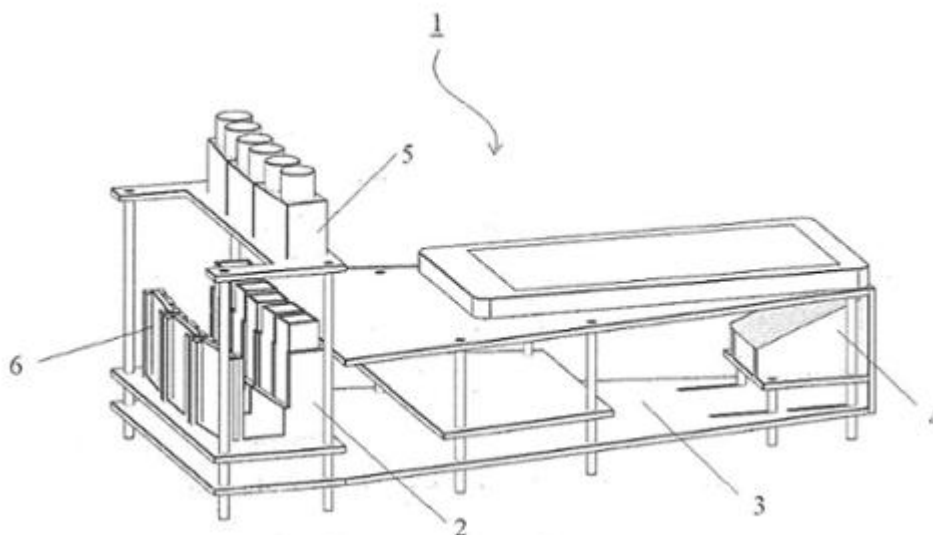
(73) Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội (VN)

334 Nguyễn Trãi, quận Thanh Xuân, thành phố Hà Nội

(72) Mai Hồng Hạnh (VN); Lê Trần Thịnh (VN).

(54) THIẾT BỊ ĐO NỒNG ĐỘ CHẤT HỮU CƠ CÓ TRONG DUNG DỊCH

(57) Sáng chế đề cập đến Thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch bao gồm: ít nhất là một khung đỡ (1) gồm có khối giá cuvet dung dịch (2) và khoang kín (3); ít nhất là một cuvet (15) được bố trí trên khối giá cuvet dung dịch (2); ít nhất là một khe hẹp (16) tương ứng với cuvet (15) nêu trên được bố trí nằm giữa cuvet (15) và khoang kín (3); khối nguồn sáng (5) gồm có ít nhất là một điôt laze (21) được bố trí phía trên cuvet (15) và ở vị trí tương ứng với cuvet (15) này để truyền ánh sáng trực tiếp vào dung dịch được chứa trong cuvet (15); khối nguồn sáng (6) gồm có ít nhất là một đèn LED để tạo ra ánh sáng trắng âm truyền qua dung dịch được chứa trong cuvet (15), khối nguồn sáng (6) này được bố trí sao cho cuvet (15) nằm giữa khối nguồn sáng (6) và khe hẹp (16); khối cách tử nhiễu xạ (4) được bố trí bên trong khoang kín (42) để đón và phản xạ ánh sáng được truyền tới từ khe hẹp (16); ô (29) được tạo ra trên khoang kín (42) ở vị trí tương ứng với khối cách tử nhiễu xạ (4) sao cho ánh sáng phản xạ từ khối cách tử nhiễu xạ (4) có thể truyền ra ngoài qua ô (29) này; khối cảm biến quang học sử dụng cảm biến CMOS của camera có sẵn trên điện thoại thông minh được bố trí tại ô (29) để thu ánh sáng phản xạ từ khối cách tử nhiễu xạ (4), ánh sáng thu được này được sử dụng để xác định nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch bằng phương pháp đo phổ huỳnh quang và/hoặc phương pháp đo phổ hấp thụ.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch, cụ thể hơn là dùng để đo nồng độ các chất hữu cơ độc hại, bị cấm trong công nghiệp dệt nhuộm và công nghiệp thực phẩm, thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch này có thể sử dụng camera có sẵn trên thiết bị điện tử, thiết bị điện tử này có thể được lựa chọn một trong số bao gồm điện thoại thông minh, máy ảnh, máy tính bảng, laptop, webcam, thiết bị số hóa cá nhân, hoặc thiết bị điện tử tương tự, làm cảm biến quang học để đo và tính toán nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch dựa trên phương pháp đo phổ huỳnh quang và/hoặc phương pháp đo phổ hấp thụ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, có rất nhiều phương pháp lý, hóa được sử dụng để đo nồng độ dung môi và các chất hữu cơ. Trong đó rất nhiều chất hữu cơ được sử dụng trong công nghiệp dệt, và công nghệ thực phẩm để làm các chất nhuộm vải, chất tạo màu, và phụ gia thực phẩm. Để đo nồng độ các chất này, có thể sử dụng các phương pháp hóa như: phương pháp kết tủa, phương pháp phổ sắc ký lỏng và khí (HLPC), hoặc sử dụng phương pháp lý như: phương pháp đo phổ huỳnh quang, đo phổ hấp thụ, phổ khối, v.v.. Phương pháp đo phổ huỳnh quang hay phổ hấp thụ hoạt động dựa trên nguyên tắc là sự thay đổi tín hiệu ánh sáng huỳnh quang và ánh sáng truyền qua chất cần đo sẽ được thu lại và phân tích bởi máy quang phổ. So với các phương pháp khác, các phương pháp này có ưu điểm như kỹ thuật đơn giản, dễ sử dụng, không phá hủy mẫu, không yêu cầu quy trình xử lý mẫu phức tạp. Các kết quả thu được là nhanh và có độ chính xác cao. Tuy nhiên phương pháp này có những khuyết, nhược điểm như: giá thành máy quang phổ cao, mặc dù kỹ thuật đơn giản nhưng vẫn cần người có chuyên môn được đào tạo để vận hành. Đặc biệt các thiết bị này tương đối cồng kềnh, mặc dù hiện nay đã có những loại máy quang phổ có kích thước nhỏ nhưng vẫn

rất khó để di chuyển ra khỏi phòng thí nghiệm dẫn đến không thích hợp với yêu cầu kiểm tra nhanh, tại chỗ tại hiện trường và khó khăn trong việc phổ biến kỹ thuật và cung cấp phương tiện trên diện rộng.

Do đó, có nhu cầu về việc tạo ra các thiết bị thay thế có kích thước được thu gọn, và đồng thời được tích hợp với các tính năng mới để đáp ứng được với yêu cầu kiểm tra nhanh, tại chỗ tại hiện trường, có thể phổ biến kỹ thuật và cung cấp phương tiện trên diện rộng, mà vẫn đảm bảo được độ chính xác và độ tin cậy cao.

Với các máy quang phổ trong phòng thí nghiệm, cảm biến dùng để thu nhận ánh sáng thường là nhân quang điện hay CCD (Charge Coupled Device), lý do là các nhân quang điện hay CCD có độ nhạy sáng và chính xác cao, do đó có thể giúp đạt được độ chính xác và tin cậy cao. Một lý do khác nữa, đó là trước đây công nghệ liên quan đến CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) chưa đủ phát triển đến mức có thể thay thế cho các nhân quang điện CCD. Tuy nhiên, hiện nay trong thiết bị cảm biến quang sử dụng cho camera (chẳng hạn như camera dùng cho điện thoại thông minh, máy ảnh, máy tính bảng, laptop, webcam, thiết bị số hóa cá nhân, hoặc thiết bị điện tử tương tự), CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) được sử dụng thay thế cho vai trò của nhân quang điện hay của CCD. Lý do là do CCD và CMOS đều là photodiode mảng và sự phát triển của công nghệ bán dẫn đã giúp cho chất lượng của CMOS được cải thiện đáng kể và có thể thay thế được CCD trong nhiều ứng dụng tạo ra các thiết bị quang học.

Dựa vào thực tế này, các thiết bị cảm biến quang sử dụng camera sẵn có của các thiết bị điện tử nhỏ gọn như điện thoại thông minh, máy ảnh, máy tính bảng, laptop, webcam, thiết bị số hóa cá nhân, hoặc thiết bị điện tử tương tự đang được tập trung nghiên cứu và chế tạo để tạo ra các ứng dụng nhằm kiểm soát nồng độ các chất hữu cơ độc hại hòa tan trong môi trường nước (hoặc dung dịch). Nói chung là, các thiết bị này cơ bản là có kích thước được thu gọn hơn

và có thể khắc phục các nhược điểm máy quang phổ dùng trong phòng thí nghiệm như công kênh, mà vẫn đảm bảo được độ chính xác và độ tin cậy.

Tuy nhiên, đối với các ứng dụng thực tế khác nhau luôn đòi hỏi các yêu cầu rất cụ thể, chẳng hạn như chi phí, mức độ dễ vận hành và có cấu tạo đơn giản, nhưng vẫn phải đảm bảo được độ chính xác và tin cậy.

Trong thực tế, các chất Coumarin, Rhodamine B, và các chất tương tự là các hóa chất tạo màu phụ gia bị cấm trong công nghiệp thực phẩm, trong khi đó những chất này do chưa được xử lý đúng cách nên vẫn xuất hiện nhiều trong nước thải và do đó ảnh hưởng đến nguồn nước sinh hoạt gây nguy hại sức khỏe con người. Các tác giả sáng chế nhận thấy rằng, việc có thể phát hiện ra sự có mặt và nồng độ của Coumarin trong nước nhờ thiết bị nhỏ gọn có thể giúp cho việc dễ dàng cảnh báo, có biện pháp quản lý và xử lý đúng cách. Các tác giả sáng chế cũng nhận thấy rằng, việc đo nồng độ Coumarin trong dung dịch sử dụng phương pháp đo phổ huỳnh quang có thể tạo ra độ chính xác và tin cậy cao.

Do đó, có nhu cầu về thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch có kích thước nhỏ gọn, cấu tạo đơn giản, và có thể sử dụng camera có sẵn trên thiết bị điện tử làm cảm biến quang học để đo và tính toán nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch dựa trên phương pháp đo phổ huỳnh quang.

Bên cạnh đó, các chất Methyl Orange, Methyl Violet, và các chất tương tự là các loại thuốc nhuộm đang được sử dụng rất phổ biến trong công nghiệp nhuộm vải cũng đang có xu hướng xuất hiện nhiều trong nước thải và do đó ảnh hưởng đến nguồn nước sinh hoạt gây nguy hại sức khỏe con người, cần được phát hiện ra sự có mặt và nồng độ của chúng. Các tác giả sáng chế nhận thấy rằng, việc đo nồng độ Methyl Orange, Methyl Violet, và Rhodamine B trong dung dịch sử dụng phương pháp đo phổ hấp thụ có thể tạo ra độ chính xác và tin cậy cao.

Vì vậy, có nhu cầu về thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch có kích thước nhỏ gọn, cấu tạo đơn giản, và có thể sử dụng camera có sẵn trên

thiết bị điện tử làm cảm biến quang học để đo và tính toán nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch sử dụng kết hợp được cả hai phương pháp đo phổ huỳnh quang và phổ hấp thụ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch có kích thước nhỏ gọn, cấu tạo đơn giản, và có thể sử dụng camera có sẵn trên thiết bị điện tử làm cảm biến quang học để đo và tính toán nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch dựa trên phương pháp đo phổ huỳnh quang.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch có kích thước nhỏ gọn, cấu tạo đơn giản, và có thể sử dụng camera có sẵn trên thiết bị điện tử làm cảm biến quang học để đo và tính toán nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch sử dụng kết hợp được cả hai phương pháp đo phổ huỳnh quang và phổ hấp thụ.

Mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch có một kênh hoặc nhiều hơn một kênh, có thể đo được nồng độ thấp của các chất màu như Methyl Orange, Methyl Violet là các chất màu sử dụng trong công nghiệp dệt nhuộm; và các chất cấm như Rhodamine B và Coumarin thường được sử dụng như chất tạo màu thực phẩm.

Để đạt được một hoặc một số các mục đích nêu trên, theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch bao gồm:

ít nhất là một khung đỡ (1) gồm có khối giá cuvet dung dịch (2) và khoang kín (3);

ít nhất là một cuvet (15) được bố trí trên khối giá cuvet dung dịch (2);

ít nhất là một khe hẹp (16) tương ứng với cuvet (15) nêu trên được bố trí nằm giữa cuvet (15) và khoang kín (3);

khối nguồn sáng (5) gồm có ít nhất là một điôt laze (21) được bố trí phía trên cuvet (15) và ở vị trí tương ứng với cuvet (15) này để truyền ánh sáng trực tiếp vào dung dịch được chứa trong cuvet (15);

khối nguồn sáng (6) gồm có ít nhất là một đèn LED để tạo ra ánh sáng trắng ám truyền qua dung dịch được chứa trong cuvet (15), khối nguồn sáng (6) này được bố trí sao cho cuvet (15) nằm giữa khối nguồn sáng (6) và khe hẹp (16);

khối cách tử nhiễu xạ (4) được bố trí bên trong khoang kín (42) để đón và phản xạ ánh sáng được truyền tới từ khe hẹp (16);

ô (29) được tạo ra trên khoang kín (42) ở vị trí tương ứng với khối cách tử nhiễu xạ (4) sao cho ánh sáng phản xạ từ khối cách tử nhiễu xạ (4) có thể truyền ra ngoài qua ô (29) này;

khối cảm biến quang học sử dụng cảm biến CMOS được bố trí tại ô (29) để thu ánh sáng phản xạ từ khối cách tử nhiễu xạ (4), ánh sáng thu được này được sử dụng để xác định nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch bằng phương pháp đo phổ huỳnh quang và/hoặc phương pháp đo phổ hấp thụ.

Tốt hơn là, thiết bị nêu trên bao gồm nhiều khung đỡ thứ nhất và thứ hai (101, 102) có cấu tạo tương tự như khung đỡ (1) nêu trên, mỗi khung đỡ (101, 102) này gồm có khối giá cuvet dung dịch (2) và khoang kín (3).

Theo một kết cấu cụ thể, các khung đỡ thứ nhất và thứ hai (101, 102) được xếp trải theo các góc từ 0^0 đến 360^0 và cơ bản là tạo thành một tầng.

Theo một kết cấu cụ thể khác, một số các khung đỡ thứ nhất và thứ hai (101, 102) được xếp chồng lên các khung đỡ khác để tạo ra nhiều hơn một tầng các khung đỡ.

Tốt hơn là, thiết bị nêu trên bao gồm sáu cuvet (15) được bố trí trên khối giá cuvet dung dịch (2) để tạo thành sáu kênh đo tương ứng với mỗi khung đỡ, trong đó sáu khe hẹp (16) tương ứng với sáu cuvet (15) được bố trí nằm giữa mỗi cuvet (15) và khoang kín (3); và khối nguồn sáng gồm có sáu điốt laser (21) được bố trí phía trên sáu cuvet (15) và ở vị trí tương ứng với các cuvet (15) này để truyền ánh sáng trực tiếp vào dung dịch được chứa trong mỗi cuvet (15).

Cần hiểu rằng, số lượng kênh đo hoặc số lượng các cuvet (15) không bị giới hạn bởi sáu, mà số lượng này có thể là bất kỳ, chẳng hạn như được lựa

chọn là từ 1 đến 10 kênh hoặc nhiều hơn 10 kênh, miễn là ánh sáng truyền tới từ khe hẹp (16) có thể được truyền tới và được phản xạ bởi khối cách tử nhiễu xạ (4).

Theo một phương án ưu tiên, khối cảm biến quang học sử dụng cảm biến CMOS là khối cảm biến quang học sử dụng cảm biến CMOS của camera có sẵn trên thiết bị điện tử, thiết bị điện tử này có thể được lựa chọn một trong số bao gồm điện thoại thông minh, máy ảnh, máy tính bảng, laptop, webcam, thiết bị số hóa cá nhân, hoặc thiết bị điện tử tương tự.

Tốt hơn là, camera có độ phân giải khoảng 16 megapixel hoặc lớn hơn, khối cách tử nhiễu xạ (4) có chu kỳ khoảng 1300 vạch/mm, và diốt laser có thể tạo ra laser liên tục có bước sóng khoảng 405 nm.

Theo một kết cấu cụ thể, khối giá cuvet dung dịch (2) bao gồm bộ giá mẫu (14), bộ giá mẫu (14) này có các rãnh (17) để lắp tấm (18) có các khe hẹp có kích thước nhỏ được đặt sau khe hẹp (16).

Theo một kết cấu cụ thể, khung đỡ (1) còn bao gồm đế (33) và các cọc (từ 8 đến 11, từ 23 đến 26, và từ 35 đến 38) lắp xuyên qua đế (33) này, khối giá cuvet dung dịch (2) được đỡ trên đế (33), khối giá cuvet dung dịch (2) này bao gồm đế (7) và bốn cọc (từ 8 đến 11) lắp xuyên qua đế (7) này, khối nguồn sáng (5) được lắp trên đế (19), đế (19) này được lắp vào bốn cọc của khối nguồn sáng cũng được lắp vào bốn cọc (từ 8 đến 11) và được bố trí bên trên đế (7) và các cuvet (15) mà được bố trí trên đế (7).

Theo một kết cấu cụ thể, khối cách tử nhiễu xạ (4) bao gồm cách tử nhiễu xạ (27) được đặt trên bộ đỡ cách tử (22), bộ đỡ cách tử (22) này gồm có bốn cọc đồng (từ 23 đến 26) được bố trí ở bốn góc lắp xuyên qua đế (33).

Theo một kết cấu cụ thể, khoang kín (3) bao gồm các thành (39, 40) được gắn cố định với đáy (33) có tác dụng chặn ánh sáng từ bên ngoài vào khoang kín (3) này.

Tốt hơn là, khung đỡ (1) còn bao gồm khối giá điện thoại có miếng ghép (31), miếng ghép (31) này được khớp với mảng (30) được gắn cố định trên đáy

(28) mà đáy (28) này đóng vai trò là phần che bên trên của khoang kín (3) và ô (29) được tạo ra trên đáy (28).

Theo một phương án ưu tiên, ánh sáng thu được bởi cảm biến CMOS nêu trên được sử dụng để xác định nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch thông qua việc tính toán dựa vào phần mềm chuyên dụng được cài đặt trên máy tính ở xa hoặc các thiết bị tính toán tương tự.

Tốt hơn là, ánh sáng thu được bởi cảm biến CMOS nêu trên được sử dụng để xác định nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch thông qua việc tính toán dựa vào phần mềm chuyên dụng được cài đặt trên thiết bị điện tử mà khối cảm biến quang học sử dụng cảm biến CMOS của camera có sẵn trên thiết bị điện tử này được sử dụng cho việc thu ánh sáng nêu trên.

Tốt hơn là, phần mềm chuyên dụng có thể cho phép chuyển đổi từ thông tin trên ảnh thành dữ liệu cường độ ánh sáng, dữ liệu cường độ sáng này có thể được hiển thị ngay trên ứng dụng dưới dạng đồ thị như là hình ảnh phổ và có thể được chuyển đổi thành tệp tin số liệu để dễ dàng sử dụng, chia sẻ hay lưu trữ.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch có cấu tạo hoàn toàn tương tự như được đề xuất trên đây, chỉ khác là không sử dụng khối nguồn sáng (6) để thực hiện chỉ phương pháp đo phổ huỳnh quang.

Với cấu tạo như được đề xuất trên đây, thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch theo sáng chế kích thước nhỏ gọn, cấu tạo đơn giản, dễ dàng di chuyển, và có thể xác định được nồng độ Methyl Violet trong dải từ 5 μM đến 30 μM với giới hạn đo là 0,97 μM ; Methyl Orange trong dải nồng độ từ 10 μM đến 35 μM với giới hạn đo là 0,88 μM . Tương tự như vậy, dải nồng độ đo được của Coumarin là từ 2 μM đến 17 μM với giới hạn đo là 0,072 μM ; dải nồng độ đo được của Rhodamine B là từ 2,5 μM đến 9 μM với giới hạn đo là 0,074 μM .

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1A là hình phối cảnh thể hiện thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch theo một phương án ưu tiên thực hiện sáng chế, trong đó thiết bị này bao gồm cơ bản là một khung đỡ (1) và được bố trí sáu kênh đo;

Hình 1B và Hình 1C là các hình phối cảnh thể hiện thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch theo một phương án ưu tiên thực hiện sáng chế khác, trong đó thiết bị này bao gồm nhiều khung đỡ (1) được sắp xếp trải theo các góc từ 0^0 đến 360^0 và cơ bản là tạo thành nhiều hơn một tầng;

Hình 2A, Hình 2B và Hình 2C là các hình vẽ phối cảnh, hình chiếu bằng và hình chiếu cạnh thể hiện khối nguồn sáng cho phép đo truyền qua và khối giữ cuvet dung dịch;

Hình 3A, Hình 3B và Hình 3C là hình vẽ phối cảnh, hình chiếu đứng và hình chiếu cạnh thể hiện khối nguồn sáng cho phép đo huỳnh quang và khối giữ cuvet dung dịch;

Hình 4A và Hình 4B là hình vẽ phối cảnh và hình chiếu đứng sơ lược thể hiện khối cách tử nhiễu xạ;

Hình 5 là hình phối cảnh tách rời các chi tiết thể hiện khối gá điện thoại thông minh;

Hình 6 là hình phối cảnh thể hiện rõ hơn cấu tạo của khung đỡ, khoang kín và khối chân thiết bị;

Hình 7A là đồ thị thể hiện độ nhạy của thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch trong vùng bước sóng từ 400 đến 700 nm;

Hình 7B là đồ thị thể hiện độ nhạy của thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch trong vùng bước sóng từ 300 đến 1100 nm;

Hình 8A và Hình 8B là các đồ thị thể hiện phổ hấp thụ của Methyl Orange đo bằng thiết bị cảm biến quang và phổ hấp thụ của Methyl Orange đo bằng thiết bị Avantes với nồng độ Methyl Orange từ 0,01 mM đến 0,035 mM;

Hình 9 là đồ thị thể hiện đường chuẩn đo phổ hấp thụ của Methyl Orange bằng thiết bị cảm biến quang (ký hiệu - hình tròn) và bằng thiết bị Avantes (ký

hiệu - hình vuông) và đo tại bước sóng 463 nm với các nồng độ Methyl Orange từ 0,01 mM đến 0,035 mM;

Hình 10A và Hình 10B là các đồ thị thể hiện phthể hiện à Hình 10B
IViolet đo bằng thiết bị cảm biến quang và phổ hấp thụ của Methyl Violet đo bằng thiết bị Avantes với các nồng độ Methyl Violet từ 0,005 mM đến 0,03 mM;

Hình 11 là đồ thị thể hiện đường chuẩn đo phổ hấp thụ của Methyl Violet bằng thiết bị cảm biến quang (ký hiệu - hình tròn) và bằng thiết bị Avantes (ký hiệu - hình vuông) và đo tại bước sóng 569 nm với các nồng độ Methyl Violet từ 0,005 mM đ05 0,03 mM;

Hình 12A và Hình 12B là các đồ thị thể hiện phổ hấp thụ của Rodamine B đo bằng thiết bị cảm biến quang và phổ hấp thụ của Rodamine B đo bằng thiết bị Avantes với các nồng độ Rodamine B từ 0,0025 mM đ02 0,009 mM;

Hình 13 là đồ thị thể hiện đường chuẩn đo phổ hấp thụ của Rodamine B bằng thiết bị cảm biến quang (ký hiệu - hình tròn) và bằng thiết bị Avantes (ký hiệu - hình vuông) và đo tại bước sóng 563 nm với các nồng độ Rodamine B từ 0,0025 mM đến 0,009 mM;

Hình 14A và Hình 14B là đồ thị thể hiện phình 14A và Hi của Coumarin đo bằng thiết bị cảm biến quang và phổ huỳnh quang của Coumarin đo bằng thiết bị Avantes với các nồng độ Coumarin từ 0,002 mM đến 0,017 mM;

Hình 15 là đồ thị thể hiện đường chuẩn đo phổ hấp thụ của Rodamine B bằng thiết bị cảm biến quang (ký hiệu - hình tròn) và bằng thiết bị Avantes (ký hiệu - hình vuông) và đo tại bước sóng 526 nm với các nồng độ Coumarin từ 0,002 mM đến 0,017 mM;

Hình 16 là ảnh chụp màn hình của điện thoại thông minh thể hiện giao diện của phần mềm (App) sau khi xử lý ảnh và cho ra đồ thị biểu diễn phổ hấp thụ theo bước sóng của Rohdamin B ở các kênh khác nhau.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả trực tiếp theo các phương án ưu tiên thực hiện có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Cần hiểu rằng, các phương án sẽ được mô tả này chỉ nhằm mục đích làm các ví dụ minh họa cho việc hiểu rõ hơn về bản chất cũng như các nguyên lý của sáng chế mà không giới hạn phạm vi của sáng chế theo các phương án này.

Trước tiên, các nguyên lý cơ bản của các thiết bị đo sử dụng phương pháp đo phổ huỳnh quang và đo phổ hấp thụ sẽ được trình bày lại để thuận tiện hơn trong việc làm sáng tỏ và dễ hiểu hơn các phương án ưu tiên thực hiện sáng chế.

Liên quan đến thiết bị đo sử dụng phương pháp đo phổ huỳnh quang, đã biết huỳnh quang là sự phát quang khi phân tử hấp thụ năng lượng dưới dạng nhiệt (phonon) hoặc dạng quang (photon). Các phân tử sau khi hấp thụ năng lượng từ bên ngoài và chuyển thành năng lượng của các electron, các electron sẽ nhảy từ mức năng lượng cơ bản lên mức năng lượng cao hơn hay gọi là trạng thái kích thích. Đây là trạng thái không bền, các electron có xu hướng quay về trạng thái bền vững ở mức năng lượng cơ bản. Trong quá trình dịch chuyển về các mức cơ bản này, electron sẽ phát ra năng lượng dưới dạng photon. Với phương pháp đo phổ huỳnh quang, thiết bị sử dụng nguồn kích thích quang (photon) là laze (laser) với số lượng laze tương ứng với số kênh (có thể là một hoặc nhiều hơn một). Một ví dụ cụ thể là đối với dung dịch chất cần phân tích có chứa Coumarin chẳng hạn (Coumarin - chất có khả năng phát quang) khi được chiếu bằng laze sẽ phát ra ánh sáng huỳnh quang đặc trưng của chất đó. Khi phân tích cường độ và bước sóng của ánh sáng huỳnh quang này thì ta có thể xác định được loại chất và nồng độ chất đó trong dung dịch.

Liên quan đến thiết bị đo sử dụng phương pháp đo phổ hấp thụ, đã biết là khi chiếu một chùm sáng có bước sóng tương ứng với vùng hấp thụ của một dung dịch chất màu, các phân tử của chất màu sẽ hấp thụ một phần năng lượng chùm sáng, phần còn lại sẽ được truyền qua dung dịch. Một ví dụ cụ thể đối với phép đo này, có thể sử dụng nguồn sáng là đèn LED với số lượng đèn tương ứng với số kênh (có thể là một hoặc nhiều hơn một). Bằng cách đo cường độ

ánh sáng truyền qua, và so sánh với cường độ ánh sáng kích thích, ta có thể xác định được nồng độ của dung dịch cần đo.

Tiếp theo, một phương án ưu tiên thực hiện sáng chế sẽ được mô tả dựa trên Hình 1A. Trên hình vẽ thể hiện thể hiện thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch theo một phương án ưu tiên thực hiện sáng chế, trong đó thiết bị này bao gồm cơ bản là một khung đỡ 1 và được bố trí sáu kênh đo.

Như được thể hiện trên Hình 1A, thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch theo phương án ưu tiên thực hiện sáng chế này bao gồm:

khung đỡ 1 gồm có khối gá cuvettt dung dịch 2 và khoang kín 3 (sẽ được mô tả chi tiết hơn dựa vào Hình 6);

sáu cuvettt 15 được bố trí trên khối gá cuvettt dung dịch 2 (sẽ được mô tả chi tiết hơn dựa vào các hình vẽ từ Hình 2A đến Hình 2C);

sáu khe hẹp 16 (xem các hình vẽ từ Hình 2A đến Hình 2C) tương ứng với cuvettt 15 nêu trên được bố trí nằm giữa cuvettt 15 và khoang kín 3;

khối nguồn sáng 5 gồm có sáu điôt laze 21, mỗi điôt laze 21 này được bố trí phía trên một cuvettt 15 và ở vị trí tương ứng với cuvettt 15 này để truyền ánh sáng trực tiếp vào dung dịch được chứa trong cuvettt 15;

khối nguồn sáng 6 bao gồm sáu đèn LED để tạo ra ánh sáng trắng ấm, khối nguồn sáng 6 này được bố trí sao cho các cuvettt 15 nằm giữa khối nguồn sáng 6 và khe hẹp 16;

khối cách tử nhiễu xạ 4 được bố trí bên trong khoang kín 42 để đón và phản xạ ánh sáng được truyền tới từ khe hẹp 16 (sẽ được mô tả chi tiết hơn dựa vào Hình 4A và Hình 4B);

ô 29 được tạo ra trên khoang kín 42 ở vị trí tương ứng với khối cách tử nhiễu xạ 4 sao cho ánh sáng phản xạ từ khối cách tử nhiễu xạ 4 có thể truyền ra ngoài qua ô 29 này (sẽ được mô tả chi tiết hơn dựa vào Hình 5);

khối cảm biến quang học sử dụng cảm biến CMOS được bố trí tại ô 29 để thu ánh sáng phản xạ từ khối cách tử nhiễu xạ 4, ánh sáng thu được này bao gồm ánh sáng truyền trực tiếp vào dung dịch có trong cuvettt 15 từ khối nguồn 5

và ánh sáng truyền qua dung dịch có trong cuvet 15 từ khối nguồn 6, nhờ đó có thể được sử dụng để xác định nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch bằng phương pháp đo phổ huỳnh quang và/hoặc phương pháp đo phổ hấp thụ.

Theo phương án ưu tiên thực hiện sáng chế này, có thể tạo ra thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch có sáu kênh đo tương ứng với sáu cuvet 15, sáu khe hẹp 16, và sáu điốt laser và sáu LED đóng vai trò làm nguồn sáng cho từng kênh riêng biệt. Tuy nhiên, việc thay đổi số kênh đo này hoàn toàn có thể được thực hiện một cách dễ dàng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này để đáp ứng theo các ứng dụng đo cụ thể, chẳng hạn như một kênh đo, nhiều hơn một kênh đo, chẳng hạn như được lựa chọn trong số từ 1 đến 10 kênh hoặc nhiều hơn 10 kênh, hoặc số lượng kênh đo bất kỳ miễn là ánh sáng truyền tới từ khe hẹp 16 có thể được truyền tới và được phản xạ bởi khối cách tử nhiễu xạ 4.

Trên các hình vẽ từ Hình 2A đến Hình 2C, cấu tạo của khối giá cuvet dung dịch 2, khối nguồn sáng 6 và các chi tiết liên quan được thể hiện chi tiết hơn.

Như được thể hiện trên các hình vẽ, khối giá cuvet dung dịch 2 bao gồm bộ giá mẫu 14, bộ giá mẫu 14 này có các rãnh 17 để lắp tấm 18 có các khe hẹp có kích thước nhỏ được đặt sau khe hẹp 16 bộ giá mẫu 14, tấm 18 có các khe hẹp với kích thước nhỏ được đặt sau khe 16 để làm tăng độ phân giải cho thiết bị. Khối nguồn sáng 6 bao gồm sáu đèn LED 12 được gắn trên bộ giá cho các nguồn đèn 13. Các cuvet 15 chứa dung dịch của chất cần đo sẽ được đặt vào bộ giá mẫu 14 và được sử dụng trong cả hai phép đo huỳnh quang và truyền qua. Trong phép đo truyền qua, ánh sáng từ các đèn 12 ở vị trí tương ứng sau khi truyền qua dung dịch trong cuvet 15 tới khe hẹp 16. Ánh sáng sau khi đi qua khe hẹp 16 sẽ truyền tới cách tử 27 của khối cách tử nhiễu xạ 4. Toàn bộ khối nguồn sáng và khối giữ cuvet được giữ trên đế 7 gồm có bốn cọc 8, 9, 10, 11 có thể được làm bằng đồng hoặc vật liệu tương tự, ở bốn góc đế giữ trên đế 33 có kích thước lớn hơn đế 7 cũng như đỡ đế 19 của khối nguồn sáng cho phép đo

huỳnh quang bên trên (sẽ được mô tả chi tiết dưới đây). So với trục chính của 2 kênh trung tâm, thì 2 trục của 2 kênh bên phải và 2 kênh bên trái trục chính nghiêng 1 góc là α được thể hiện trong hình 2b, góc α nằm trong khoảng từ 0° đến 360° .

Trên Hình 3A và Hình 3B, cấu tạo của khối gá cuvette dung dịch 2, khối nguồn sáng 5 và các chi tiết liên quan được thể hiện chi tiết hơn.

Như được thể hiện là trên các hình vẽ, khối nguồn sáng 5 bao gồm các nguồn sáng là các điôt laze 21 và được lắp trên bộ gá nguồn sáng 20. Để thực hiện phép đo huỳnh quang, hệ thống nguồn sáng bao gồm sáu điôt laze 21 tương ứng với sáu kênh đo, được gắn trên bộ gá nguồn sáng 20 đặt trên đế 19. Đế 19 được đỡ bởi bốn cọc 8, 9, 10, 11 có thể được làm bằng đồng hoặc vật liệu tương tự. Ánh sáng từ các điôt laze 21 được chiếu từ trên xuống các cuvette 15. Ánh sáng huỳnh quang phát ra từ dung dịch trong các cuvette 15 chiếu tới các khe hẹp 16, 18, sau đó truyền tới cách tử 27 của khối cách tử nhiễu xạ 4.

Trên Hình 4A và Hình 4B, cấu tạo của khối cách tử nhiễu xạ 4 được thể hiện chi tiết hơn.

Như được thể hiện trên các hình vẽ, khối cách tử nhiễu xạ 4 bao gồm cách tử nhiễu xạ 27 được đặt trên bộ đỡ cách tử 22. Bộ đỡ gồm có bốn cọc 23, 24, 25, 26 có thể được làm bằng đồng hoặc vật liệu tương tự, ở bốn góc lắp lên trên đế 33 có kích thước lớn hơn đế bộ đỡ cách tử 22, đồng thời hai cọc 25, 26 hỗ trợ đỡ phần đáy trên 28. Ánh sáng từ khe 16 được truyền tới cách tử nhiễu xạ 27 sẽ được phân tách và phản xạ tới thiết bị CMOS của camera điện thoại 32 (xem Hình 5). Bộ đỡ cách tử 22 có góc nghiêng β nằm trong khoảng từ 0° đến 90° .

Để thuận tiện trong việc chế tạo và có thể tích hợp thêm tính năng mới (chẳng hạn như tính năng xử lý ảnh và tính toán), khối cảm biến quang học sử dụng cảm biến CMOS là khối cảm biến quang học sử dụng cảm biến CMOS của camera có sẵn trên thiết bị điện tử để có thể đồng thời kết hợp sử dụng các tính năng xử lý ảnh và tính toán có sẵn, thiết bị điện tử này có thể được lựa chọn

một trong số bao gồm điện thoại thông minh, máy ảnh, máy tính bảng, laptop, webcam, thiết bị số hóa cá nhân, hoặc thiết bị điện tử tương tự.

Theo một ví dụ cụ thể, thiết bị điện tử nêu trên được lựa chọn là điện thoại thông minh 32. Điện thoại thông minh này được lắp vào thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch theo sáng chế nhờ miếng ghép 31 như sẽ được mô tả chi tiết hơn dựa trên Hình 5.

Như được thể hiện trên hình vẽ, điện thoại 32 được gắn với miếng ghép 31, miếng ghép này được khớp với mảng 30 được gắn cố định trên đáy 28. Ánh sáng phản xạ từ cách tử 27 sẽ truyền qua ô 29 và được chiếu lên CMOS của camera điện thoại 32. Ô 29 được thiết kế với độ lớn vừa đủ để CMOS của camera chỉ nhận ánh sáng tới từ cách tử. Phần đáy trên 28 được đỡ bằng sáu cọc 25, 26, 35, 36, 37, 38, trong đó hai cọc 24, 25 từ khối cách tử nhiễu xạ bị che khuất nên không thấy trên hình vẽ.

Trên Hình 6, cấu tạo của khung đỡ 1, buồng kín 3 và các chi tiết liên quan được thể hiện chi tiết hơn.

Như được thể hiện trên hình vẽ. Khung đỡ 1 bao gồm khối chân thiết bị có nhiệm vụ đỡ toàn bộ các khối bên trên và đáy 33 cùng với các cụm cọc 8, 9, 10, 11 để nối với các khối nguồn sáng 5, 6 và khối giá cuvet dung dịch 2; cụm cọc 23, 24, 25, 26 để nối với khối cách tử nhiễu xạ. Phần đáy giữa 34 lắp trên để lớn nhờ 4 cọc 35, 36, 37, 38 ở bốn góc để cố định hệ đo cũng như đỡ đế 28 của khối giá điện thoại. Các thành 39 và 40 và thành tương ứng đối diện với thành 39 (không được thể hiện trên hình vẽ) được gắn cố định với đáy 33 và kết hợp với đế 28 và khối giá cuvet dung dịch 2 để tạo thành khoang kín 3, cơ bản là có thể ngăn được sáng từ bên ngoài vào khoang kín 3 này, ngoại trừ ánh sáng truyền vào từ các khe hẹp và truyền ra ở ô 29.

Cần hiểu rằng, khoang kín 3 được tạo ra theo cách như được thể hiện trên Hình 6 chỉ là một ví dụ cụ thể, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể dễ dàng tạo ra các khoang kín hoặc các cấu tạo kín ánh sáng tương tự ở bất kỳ hình dạng nào hoặc bất kỳ cách thức nào, miễn là cho

phép ánh sáng truyền qua khe hẹp 16, được phản xạ tại cách tử 27 và truyền tới ô 29, và được che kín để ánh sáng bên ngoài không làm ảnh hưởng hoặc làm nhiễu ánh sáng được truyền qua khe hẹp 16, đảm bảo độ chính xác của phép đo.

Thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch theo phương án ưu tiên thực hiện sáng chế trên đây được cấu tạo phù hợp cho một tập hợp các kênh đo cơ bản là được bố trí gần nhau, tuy nhiên thiết bị này không bị giới hạn bởi một khung đỡ, mà thiết bị này hoàn toàn có thể dễ dàng được cấu tạo có nhiều hơn một khung đỡ để có thể bố trí được nhiều tập hợp các kênh đo. Trên Hình 1B và Hình 1C thể hiện các cấu tạo như vậy, trong đó các khung đỡ thứ nhất 101 và khung đỡ thứ hai 102 có cấu tạo hoàn toàn tương tự như khung đỡ 1 (hay cũng có thể hiểu theo cách khác là các khung đỡ 1 được sắp xếp theo các cách thức khác nhau như được thể hiện trên Hình 1B và Hình 1C tạo thành các khung đỡ 101 và 102), cách sắp xếp của các khung đỡ này sẽ được mô tả dưới đây.

Như được thể hiện trên Hình 1B và Hình 1C, thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch theo một kết cấu cụ thể bao gồm nhiều khung đỡ thứ nhất và thứ hai 101, 102 có cấu tạo tương tự như khung đỡ 1 nêu trên, mỗi khung đỡ 101, 102 này gồm có khối giá cuvet dung dịch 2 và khoang kín 3 để bố trí trên đó một tập hợp các kênh đo. Các khung đỡ thứ nhất và thứ hai 101, 102 này được xếp trải theo các góc từ 0^0 đến 360^0 và cơ bản là tạo thành một tầng, và trong đó một số các khung đỡ thứ nhất và thứ hai 101, 102 được xếp chồng lên các khung đỡ khác để tạo ra nhiều hơn một tầng các khung đỡ.

Với cấu tạo theo một hoặc một số phương án được mô tả trên đây, thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch có kích thước nhỏ gọn, cấu tạo đơn giản, và có thể sử dụng camera có sẵn trên thiết bị điện tử làm cảm biến quang học để đo và tính toán nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch sử dụng kết hợp được cả hai phương pháp đo phổ huỳnh quang và phổ hấp thụ. Trong thực tế, việc áp dụng chỉ phương pháp đo phổ huỳnh quang cũng đạt được hiệu quả tốt trong một số trường hợp. Vì vậy, theo một phương án ưu tiên thực hiện sáng

chế khác, thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch có kích thước nhỏ gọn, cấu tạo đơn giản, và có thể sử dụng camera có sẵn trên thiết bị điện tử làm cảm biến quang học để đo và tính toán nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch dựa trên phương pháp đo phổ huỳnh quang cũng được đề cập đến. Cấu tạo chi tiết của thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch theo phương án ưu tiên thực hiện sáng chế này hoàn toàn giống với các phương án thực hiện đã được mô tả trên đây, chỉ khác biệt ở chỗ, khối nguồn sáng 6 không được sử dụng. Hay nói theo cách khác là loại bỏ khối nguồn sáng 6 trong các phương án thực hiện đã được mô tả trên đây để tạo ra thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch có thể đo và tính toán nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch dựa trên phương pháp đo phổ huỳnh quang theo phương án này.

Tốt hơn là, phần mềm chuyên dụng có thể cho phép chuyển đổi từ thông tin trên ảnh thành dữ liệu cường độ ánh sáng, dữ liệu cường độ sáng này có thể được hiển thị ngay trên ứng dụng dưới dạng đồ thị như là hình ảnh phổ và có thể được chuyển đổi thành tệp tin số liệu để dễ dàng sử dụng, chia sẻ hay lưu trữ.

Phần mềm chuyên dụng nêu trên được lập trình ở dạng một phần mềm xử lý ảnh (Application – App) chạy trên các thiết bị điện tử như điện thoại thông minh, máy ảnh, máy tính bảng, laptop, webcam, thiết bị số hóa cá nhân, hoặc thiết bị điện tử tương tự. Phần mềm này nhằm mục đích giúp cho việc xử lý ảnh một cách tự động, tiết kiệm thời gian đồng thời giúp cho những người không được đào tạo về Quang học và xử lý ảnh vẫn thể sử dụng dễ dàng. Do đó thiết bị có thể ứng dụng trong các phép đo nhanh, kiểm tra tại chỗ ở hiện trường.

Theo một ví dụ cụ thể, phần mềm chuyên dụng nêu trên chạy trên nền tảng hệ điều hành Android được lập trình bằng ngôn ngữ Java. Phần mềm sử dụng thuật toán chuyên dụng cho phép chuyển đổi các pixel (điểm ảnh) trên ảnh thành cường độ sáng. Từ cường độ sáng, phần mềm đưa ra đồ thị dưới dạng phổ biểu diễn sự phụ thuộc vào cường độ hấp thụ/huỳnh quang theo bước sóng tương tự như các máy quang phổ. Hình 16 thể hiện giao diện của phần mềm

(App) sau khi xử lý ảnh và cho ra đồ thị biểu diễn phổ hấp thụ theo bước sóng của Rohdamin B ở các kênh khác nhau theo ví dụ cụ thể này.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch có cấu tạo sáu kênh đo như được mô tả trên đây đã được chế tạo thử nghiệm để tiến hành đo đặc nồng độ một số chất hữu cơ như Methyl Orange, Methyl Violet, Rhodamine B, Coumarin, so sánh với các thiết bị đo đã có để đánh giá khách quan một số hiệu quả mang lại bởi sáng chế.

Trong ví dụ thực hiện này, thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch theo sáng chế được sử dụng để xác định sự có mặt cũng như là nồng độ của các chất hữu cơ nói trên trong môi trường nước với nồng độ nhỏ. Các kết quả đo được từ thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch theo sáng chế được so sánh với kết quả đo từ máy đo trong phòng thí nghiệm để đánh giá mức độ chính xác, và đáng tin cậy của thiết bị.

Điện thoại Samsung Galaxy S6 được sử dụng để thử nghiệm trong ví dụ thực hiện này, cảm biến CMOS của camera điện thoại có độ phân giải 16 megapixel. Cảm biến cho phép thu nhận ánh sáng trong vùng nhìn thấy do đó thiết bị có thể hoạt động trong vùng bước sóng từ 400 đến 700 nm. Do đó, độ phân giải trung bình các kênh của thiết bị được tính toán là khoảng 0.167 nm/pixel.

Đối với các cách tử phản xạ, chúng là phần tử quang học, trong đó có các vạch (rãnh) nhỏ cách đều nhau nằm trên một mặt phẳng, số lượng vạch trên một đơn vị mm được gọi là chu kỳ cách tử. Cách tử phản xạ có tác dụng phân tách chùm sáng tới có nhiều thành phần thành các chùm sáng đơn sắc với các bước sóng khác nhau, và sau đó phản xạ chúng theo các góc khác nhau phụ thuộc vào độ lớn của bước sóng của ánh sáng đơn sắc. Cách tử với các chu kỳ khác nhau sẽ có độ phân giải khác nhau, việc lựa chọn cách tử có chu kỳ phù hợp phụ thuộc ứng dụng cụ thể. Trong thiết bị này, cách tử được sử dụng là một phần của đĩa DVD số vạch khoảng 1300 vạch/mm.

Đèn LED được sử dụng trong các phép đo truyền qua là loại LED trắng ấm có bước sóng trong vùng nhìn thấy từ 400 đến 700 nm. Laze được sử dụng trong các phép đo huỳnh quang là laze liên tục có bước sóng là 405 nm.

Toàn bộ các phần nguồn sáng, giá đỡ cuvet chứa dung dịch chất đo, cách tử nhiễu xạ, giá đỡ điện thoại thông minh được chế tạo bằng công nghệ in 3D với vật liệu là PLA. Vật liệu sử dụng màu đen nhằm giảm nhiễu do ánh sáng từ bên ngoài truyền tới.

Kết quả thực nghiệm

Thiết bị được tiến hành thử nghiệm với các mẫu chất hữu cơ trong dung môi là nước được chuẩn bị trong phòng thí nghiệm. Để kiểm nghiệm độ chính xác cũng như độ nhạy của thiết bị, các kết quả được so sánh với thiết bị phòng thí nghiệm. Hệ đo trong phòng thí nghiệm bao gồm: các nguồn sáng là các nguồn đèn LED trắng ấm (đối với các phép đo hấp thụ) hoặc là các laze có bước sóng 405 nm (với phép đo phổ huỳnh quang), hệ giá mẫu và chuẩn trực của Avantes (Model: CUV-ALL-UV/VIS) và máy quang phổ của Avantes (Model: AvaSpec-ULS2048L-TEC-RS-USB2). Nguồn sáng kích thích trong hệ đo của phòng thí nghiệm đồng thời là các nguồn sáng được sử dụng trong thiết bị cảm biến quang.

Kết quả được thể hiện trên Hình 7A và Hình 7B, là đồ thị thể hiện độ nhạy của thiết bị cảm biến quang và thiết bị Avantes theo bước sóng. Có thể thấy việc có thêm các bộ lọc RGB làm cho cảm biến của thiết bị cảm biến có những vùng kém nhạy vào khoảng 500 nm và 570 nm.

Với Methyl Orange, thử nghiệm được tiến hành với các mẫu có nồng độ từ 0,010 mM (10 μ M) đến 0,035 mM (35 μ M) lần lượt là: 0,010; 0,015; 0,020; 0,025; 0,030; 0,035 (mM). Mẫu Methyl Orange được đo bằng phép đo hấp thụ và biểu diễn độ hấp thụ (absorbance - abs) theo bước sóng trong khoảng từ 450 đến 650 nm như trên Hình 8. Đơn vị của độ hấp thụ là đơn vị không thứ nguyên (arbitrary unit – a.u.).

Dạng phổ thu được từ thiết bị cảm biến quang và thiết bị Avantes gần tương tự nhau, vùng hấp thụ nằm trong khoảng bước sóng 463 đến 470 nm. Bước sóng 463 nm được chọn để đưa ra đường chuẩn của hai thiết bị từ đó có thể so sánh và đánh giá độ chính xác của thiết bị cảm biến quang. Đường chuẩn là đường tuyến tính biểu diễn sự phụ thuộc độ hấp thụ vào nồng độ chất cần đo.

Hình 9 biểu diễn đường chuẩn của hai thiết bị cảm biến quang và thiết bị Avantes. Hai đường gần như trùng nhau với độ dốc (slope) là 32,55 và R^2 (R-square) là 0,9967 cho thiết bị Avantes; với thiết bị cảm biến quang độ dốc là 32,28 và R^2 là 0,9941. Ở đây, độ dốc của đường chuẩn đặc trưng cho độ nhạy của thiết bị, R^2 hay bình phương cực tiểu thể hiện độ thích hợp của số liệu với đường chuẩn. R^2 càng gần 1 thì số liệu thực nghiệm thu được càng khớp với đường chuẩn. Sai số của thiết bị cảm biến quang so với Avantes được tính qua độ dốc là 0,82%.

Với Methyl Violet, thử nghiệm được tiến hành với các mẫu có nồng độ từ 0,005 mM (5 μ M) đến 0,030 mM (30 μ M) lần lượt là: 0,005; 0,010; 0,015; 0,020; 0,025; 0,030 (mM). Mẫu Methyl Violet được đo bằng phép đo hấp thụ và kết quả được đưa ra ở Hình 10A và Hình 10B.

Dạng phổ thu được từ thiết bị cảm biến quang và thiết bị Avantes gần tương tự nhau, tuy nhiên có sự khác nhau ở vị trí đỉnh hấp thụ. Đỉnh hấp thụ thu được từ thiết bị cảm biến quang là 573 nm trong khi đỉnh hấp thụ thu được từ thiết bị Avantes là 569 nm. Sự khác biệt này do là do giới hạn độ nhạy của camera tại bước sóng khoảng 570 nm như đã được đưa ra ở hình 1. Bước sóng 569 nm được chọn để đưa ra đường chuẩn của hai thiết bị từ đó có thể so sánh và đánh giá độ chính xác của thiết bị cảm biến quang.

Hình 11 biểu diễn đường chuẩn của hai thiết bị cảm biến quang và thiết bị Avantes. Hai đường gần như trùng nhau với độ dốc (slope) là 29,34 và R^2 (R-square) là 0,9958 cho thiết bị Avantes; với thiết bị cảm biến quang độ dốc là 28,25 và R^2 là 0,9962. Sai số của thiết bị cảm biến quang so với Avantes được tính qua độ dốc là 3,71%.

Với Rodamine B, thử nghiệm được tiến hành với các mẫu có nồng độ từ 0,0025 mM (2.5 μ M) đến 0,009 mM (9 μ M) lần lượt là: 0,0025; 0,005; 0,006; 0,007; 0,008; 0,009 (mM). Mẫu Rodamine B được đo bằng phép đo hấp thụ và kết quả được đưa ra ở Hình 12A và Hình 12B.

Dạng phổ thu được từ thiết bị cảm biến quang và thiết bị Avantes gần giống nhau, đỉnh hấp thụ tại bước sóng 553 nm. Bước sóng 553 nm được chọn để đưa ra đường chuẩn của hai thiết bị từ đó có thể so sánh và đánh giá độ chính xác của thiết bị cảm biến quang.

Hình 13 biểu diễn đường chuẩn của hai thiết bị cảm biến quang và thiết bị Avantes. Hai đường gần như trùng nhau với độ dốc (slope) là 94,50 và R^2 (R-square) là 0,9966 cho thiết bị Avantes; với thiết bị cảm biến quang độ dốc là 98,86 và R^2 là 0,9956. Sai số của thiết bị cảm biến quang so với Avantes được tính qua độ dốc là 4,61%.

Với Coumarin, thử nghiệm được tiến hành với các mẫu có nồng độ từ 0,002 mM (2 μ M) đến 0,017 mM (17 μ M) lần lượt là: 0,002; 0,005; 0,007; 0,010; 0,015; 0,017 (mM). Mẫu Coumarin được đo bằng phép đo huỳnh quang và biểu diễn phổ cường độ huỳnh quang (Intensity) theo bước sóng trong khoảng từ 450 đến 650 nm như Hình 14A và Hình 14B. Đơn vị của cường độ là đơn vị không thứ nguyên (arbitrary unit – a.u.).

Kết quả thu được từ hai thiết bị đều có vùng phổ huỳnh quang nằm trong khoảng từ 475 nm đến 625 nm. Dạng phổ thu được từ thiết bị cảm biến quang và thiết bị Avantes khác biệt là do giới hạn độ nhạy của camera tại bước sóng khoảng 570 nm như đã được đưa ra ở hình 1. Bước sóng 526 nm được chọn để đưa ra đường chuẩn của hai thiết bị từ đó có thể so sánh và đánh giá độ chính xác của thiết bị cảm biến quang.

Hình 15 biểu diễn đường chuẩn của hai thiết bị cảm biến quang và thiết bị Avantes. Hai đường gần như trùng nhau với độ dốc (slope) là 485,66 và R^2 (R-square) là 0,9981 cho thiết bị Avantes; với thiết bị cảm biến quang độ dốc là

494,63 và R^2 là 0,9980. Sai số của thiết bị cảm biến quang so với Avantes được tính qua độ dốc là 1,84%.

Hiệu quả có thể đạt được bởi sáng chế

Với cấu tạo như được đề xuất trên đây, thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch theo sáng chế kích thước nhỏ gọn, cấu tạo đơn giản, dễ dàng di chuyển, và có thể xác định được nồng độ Methyl Violet trong dải từ 5 μM đến 30 μM với giới hạn đo là 0,97 μM ; Methyl Orange trong dải nồng độ từ 10 μM đến 35 μM với giới hạn đo là 0,88 μM . Tương tự như vậy, dải nồng độ đo được của Coumarin là từ 2 μM đến 17 μM với giới hạn đo là 0,072 μM ; dải nồng độ đo được của Rhodamine B là từ 2,5 μM đến 9 μM với giới hạn đo là 0,074 μM .

Yêu cầu bảo hộ

1. Thiết bị đo nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch bao gồm:

ít nhất là một khung đỡ (1) gồm có khối gá cuvet dung dịch (2) và khoang kín (3);

ít nhất là một cuvet (15) được bố trí trên khối gá cuvet dung dịch (2);

ít nhất là một khe hẹp (16) tương ứng với cuvet (15) nêu trên được bố trí nằm giữa cuvet (15) và khoang kín (3);

khối nguồn sáng (5) gồm có ít nhất là một điôt laze (21) được bố trí phía trên cuvet (15) và ở vị trí tương ứng với cuvet (15) này để truyền ánh sáng trực tiếp vào dung dịch được chứa trong cuvet (15);

khối nguồn sáng (6) gồm có ít nhất là một đèn LED để tạo ra ánh sáng trắng âm truyền qua dung dịch được chứa trong cuvet (15), khối nguồn sáng (6) này được bố trí sao cho cuvet (15) nằm giữa khối nguồn sáng (6) và khe hẹp (16);

khối cách tử nhiễu xạ (4) được bố trí bên trong khoang kín (42) để đón và phản xạ ánh sáng được truyền tới từ khe hẹp (16);

ô (29) được tạo ra trên khoang kín (42) ở vị trí tương ứng với khối cách tử nhiễu xạ (4) sao cho ánh sáng phản xạ từ khối cách tử nhiễu xạ (4) có thể truyền ra ngoài qua ô (29) này;

khối cảm biến quang học sử dụng cảm biến CMOS được bố trí tại ô (29) để thu ánh sáng phản xạ từ khối cách tử nhiễu xạ (4), ánh sáng thu được này được sử dụng để xác định nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch bằng phương pháp đo phổ huỳnh quang và/hoặc phương pháp đo phổ hấp thụ.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị này bao gồm nhiều khung đỡ thứ nhất và thứ hai (101, 102) có cấu tạo tương tự như khung đỡ (1) nêu trên, mỗi khung đỡ (101, 102) này gồm có khối gá cuvet dung dịch (2) và khoang kín (3).

3. Thiết bị theo điểm 2, trong đó các khung đỡ thứ nhất và thứ hai (101, 102) được xếp trải theo các góc từ 0^0 đến 360^0 và cơ bản là tạo thành một tầng.

4. Thiết bị theo điểm 2 hoặc 3, trong đó một số các khung đỡ thứ nhất và thứ hai (101, 102) được xếp chồng lên các khung đỡ khác để tạo ra nhiều hơn một tầng các khung đỡ.
5. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó sáu cuvet (15) được bố trí trên khối giá cuvet dung dịch (2) để tạo thành sáu kênh đo tương ứng với mỗi khung đỡ.
6. Thiết bị theo điểm 5, trong đó sáu khe hẹp (16) tương ứng với sáu cuvet (15) được bố trí nằm giữa mỗi cuvet (15) và khoang kín (3); và khối nguồn sáng gồm có sáu điôt laze (21) được bố trí phía trên sáu cuvet (15) và ở vị trí tương ứng với các cuvet (15) này để truyền ánh sáng trực tiếp vào dung dịch được chứa trong mỗi cuvet (15).
7. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó khối cảm biến quang học sử dụng cảm biến CMOS là khối cảm biến quang học sử dụng cảm biến CMOS của camera có sẵn trên thiết bị điện tử, thiết bị điện tử này có thể được lựa chọn một trong số bao gồm điện thoại thông minh, máy ảnh, máy tính bảng, laptop, webcam, thiết bị số hóa cá nhân, hoặc thiết bị điện tử tương tự.
8. Thiết bị theo điểm 7, trong đó camera có độ phân giải khoảng 16 megapixel hoặc lớn hơn.
9. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó khối cách tử nhiễu xạ (4) có chu kỳ khoảng 1300 vạch/mm.
10. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó điôt laze có thể tạo ra laze liên tục có bước sóng khoảng 405 nm.
11. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó khối giá cuvet dung dịch (2) bao gồm bộ giá mẫu (14), bộ giá mẫu (14) này có các rãnh (17) để lắp tấm (18) có các khe hẹp có kích thước nhỏ được đặt sau khe hẹp (16).
12. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó khung đỡ (1) còn bao gồm đế (33) và các cọc (từ 8 đến 11, từ 23 đến 26, và từ 35 đến 38) lắp xuyên qua đế (33) này.
13. Thiết bị theo điểm 12, trong đó:

khối gá cuvet dung dịch (2) được đỡ trên đế (33), khối gá cuvet dung dịch (2) này bao gồm đế (7) và bốn cọc (từ 8 đến 11) lắp xuyên qua đế (7) này;

khối nguồn sáng (5) được lắp trên đế (19), đế (19) này được lắp vào bốn cọc của khối nguồn sáng cũng được lắp vào bốn cọc (từ 8 đến 11) và được bố trí bên trên đế (7) và các cuvet (15) mà được bố trí trên đế (7).

14. Thiết bị theo điểm 12 hoặc 13, trong đó khối cách tử nhiễu xạ (4) bao gồm cách tử nhiễu xạ (27) được đặt trên bộ đỡ cách tử (22), bộ đỡ cách tử (22) này gồm có bốn cọc đồng (từ 23 đến 26) được bố trí ở bốn góc lắp xuyên qua đế (33).

15. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 14, trong đó khoang kín (3) bao gồm các thành (39, 40) được gắn cố định với đáy (33) có tác dụng chặn ánh sáng từ bên ngoài vào khoang kín (3) này.

16. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 15, trong đó khung đỡ (1) còn bao gồm khối gá điện thoại có miếng ghép (31), miếng ghép (31) này được khớp với mảng (30) được gắn cố định trên đáy (28) mà đáy (28) này đóng vai trò là phần che bên trên của khoang kín (3) và ô (29) được tạo ra trên đáy (28).

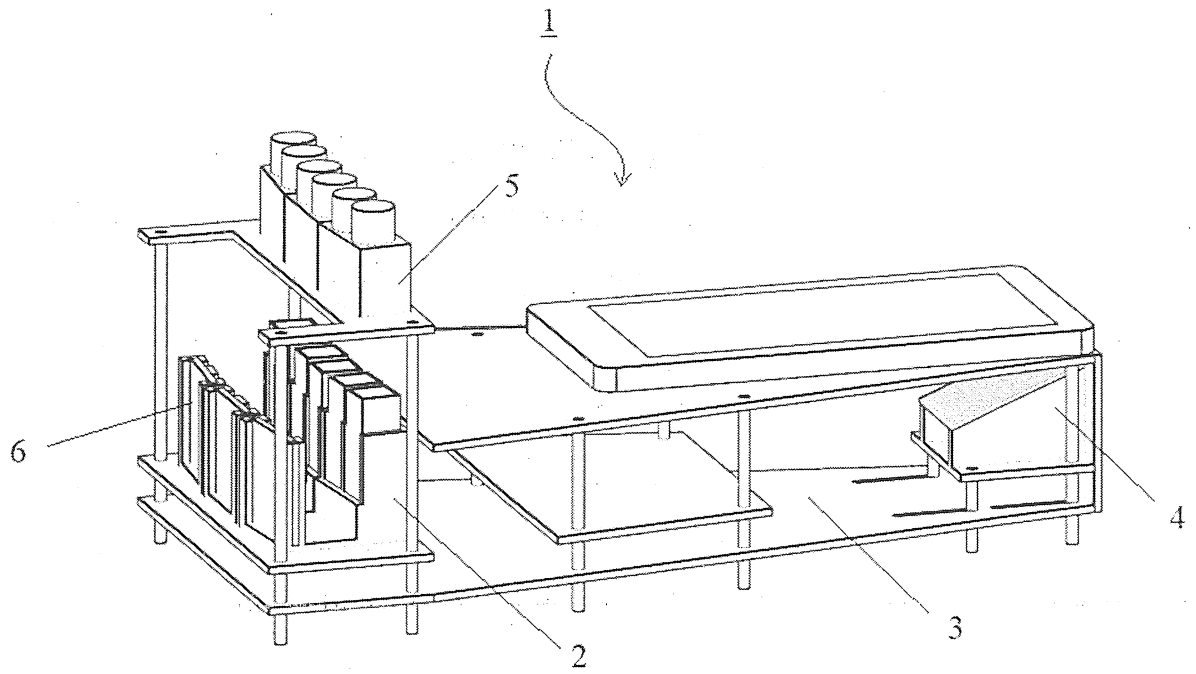
17. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ánh sáng thu được bởi cảm biến CMOS nêu trên được sử dụng để xác định nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch thông qua việc tính toán dựa vào phần mềm chuyên dụng được cài đặt trên máy tính ở xa hoặc các thiết bị tính toán tương tự.

18. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 16, trong đó ánh sáng thu được bởi cảm biến CMOS nêu trên được sử dụng để xác định nồng độ chất hữu cơ có trong dung dịch thông qua việc tính toán dựa vào phần mềm chuyên dụng được cài đặt trên thiết bị điện tử mà khối cảm biến quang học sử dụng cảm biến CMOS của camera có sẵn trên thiết bị điện tử này được sử dụng cho việc thu ánh sáng nêu trên.

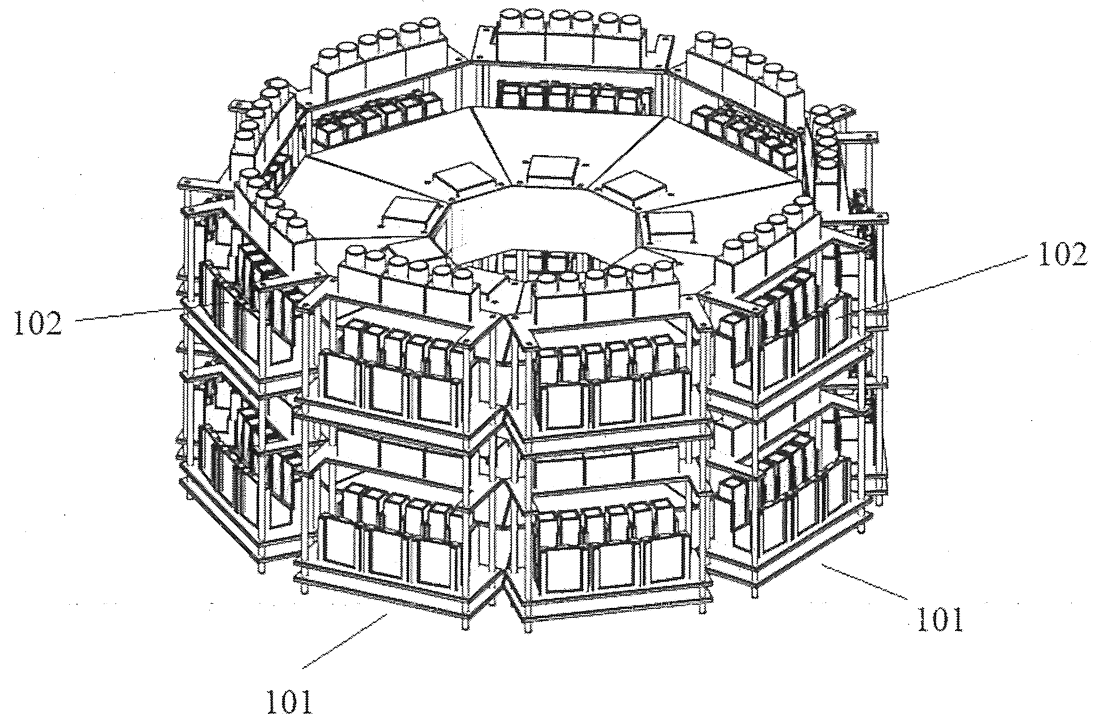
19. Thiết bị theo điểm 17 hoặc 18, trong đó phần mềm chuyên dụng có thể cho phép chuyển đổi từ thông tin trên ảnh thành dữ liệu cường độ ánh sáng, dữ liệu

cường độ sáng này có thể được hiển thị ngay trên ứng dụng dưới dạng đồ thị như là hình ảnh phổ và có thể được chuyển đổi thành tệp tin số liệu để dễ dàng sử dụng, chia sẻ hay lưu trữ.

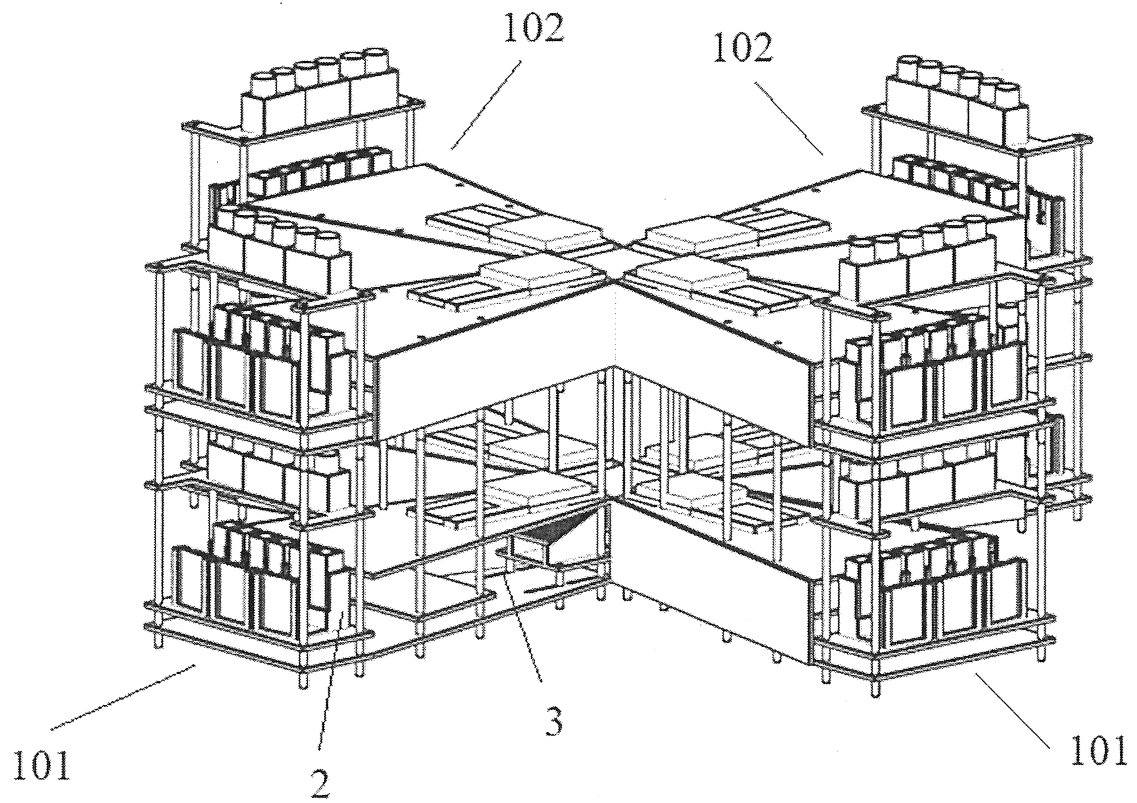
20. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thiết bị này có thể thực hiện đo nồng độ của Methyl Violet trong dải từ 5 μM đến 30 μM với giới hạn đo là 0,97 μM ; Methyl Orange trong dải nồng độ từ 10 μM đến 35 μM với giới hạn đo là 0,88 μM . Tương tự như vậy, dải nồng độ đo được của Coumarin là từ 2 μM đến 17 μM với giới hạn đo là 0,072 μM ; dải nồng độ đo được của Rhodamine B là từ 2,5 μM đến 9 μM với giới hạn đo là 0,074 μM .



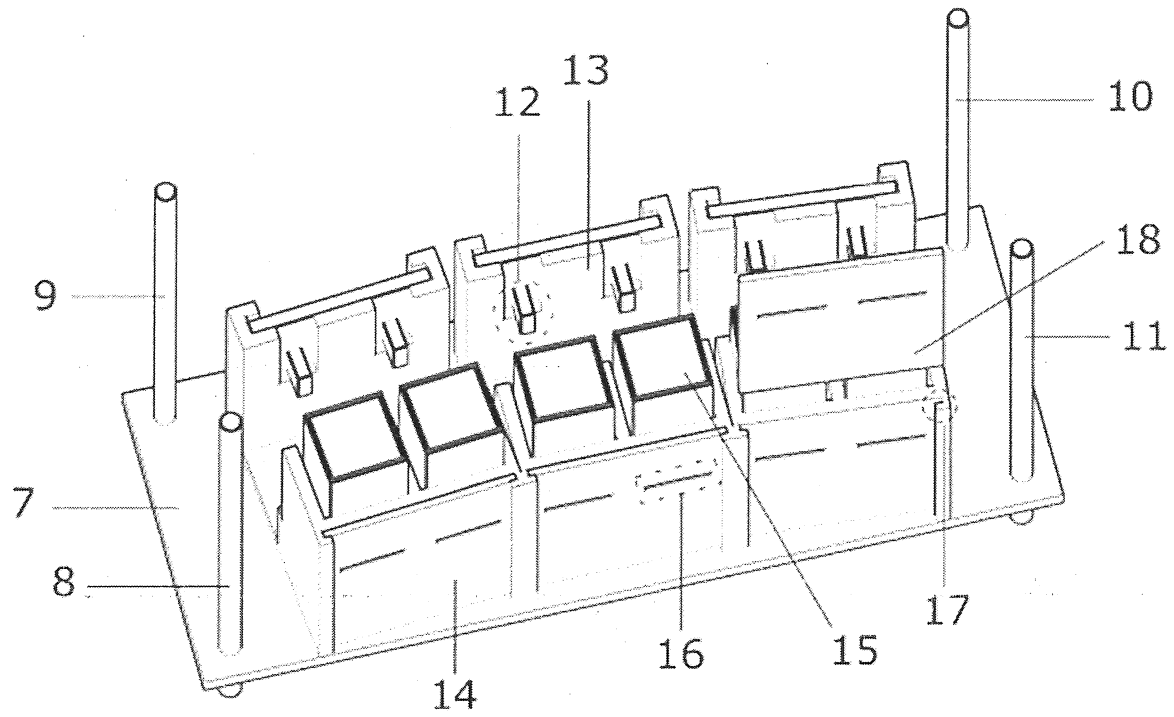
Hình 1A



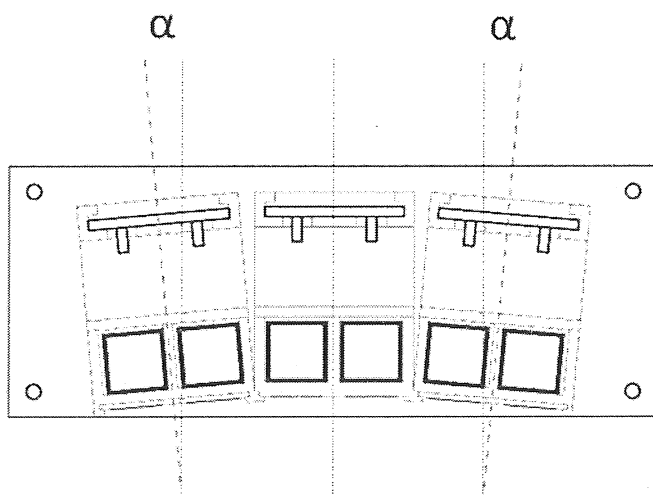
Hình 1B



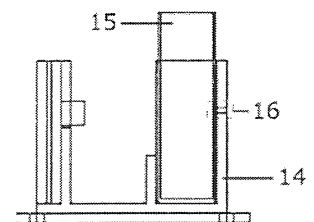
Hình 1C



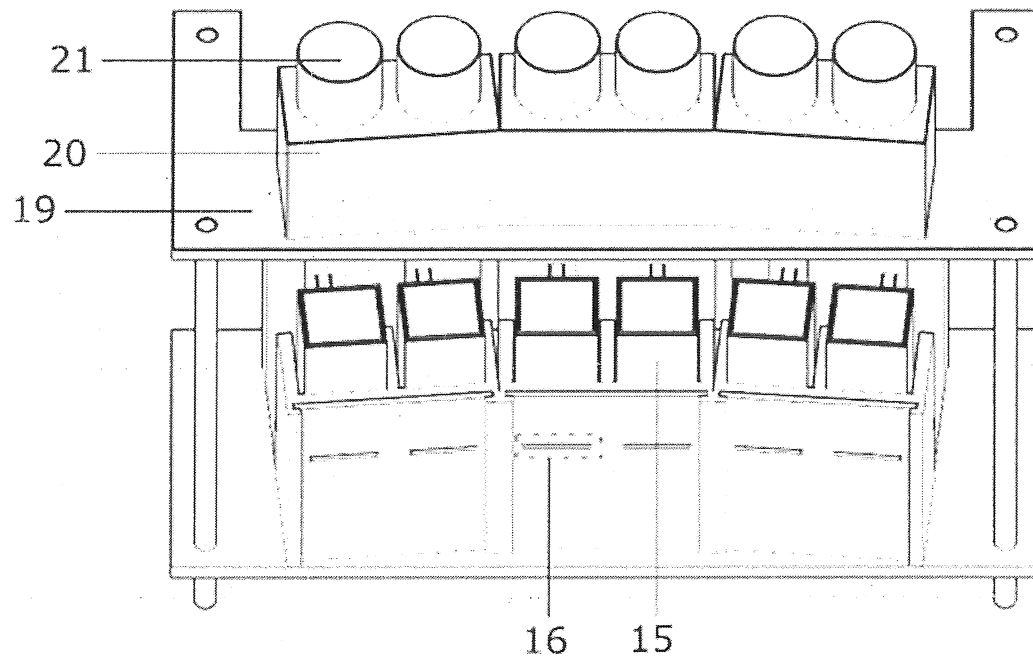
Hình 2A



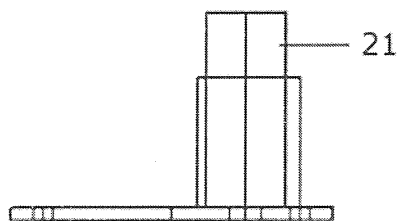
Hình 2B



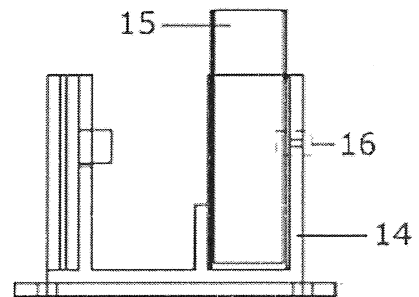
Hình 2C



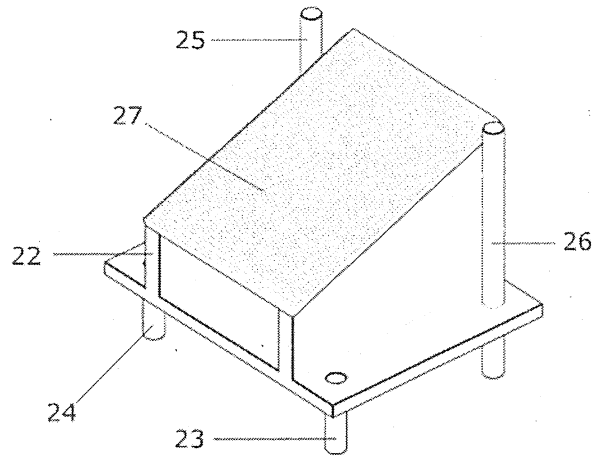
Hình 3A



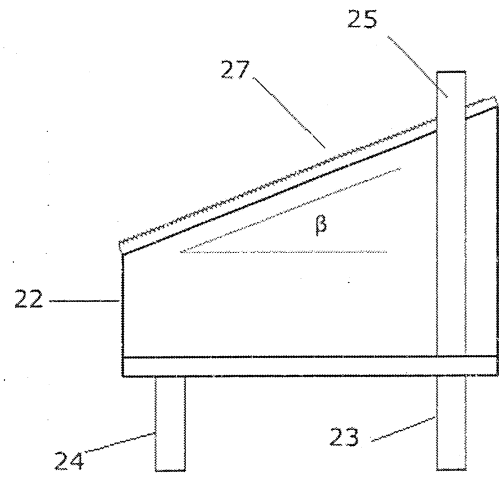
Hình 3B



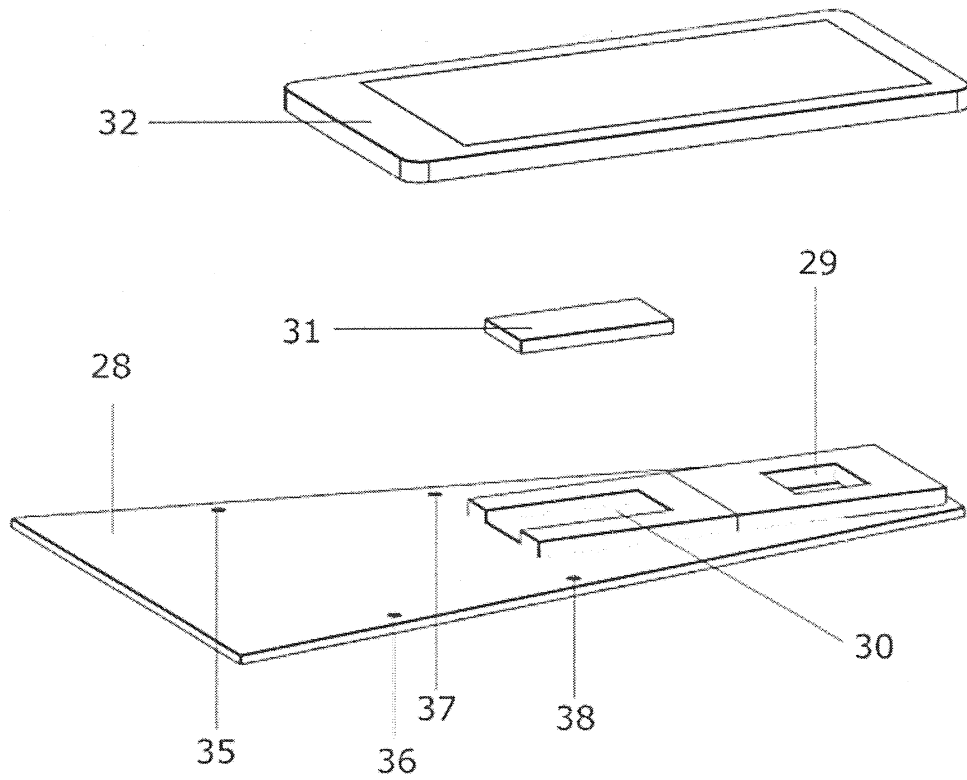
Hình 3C



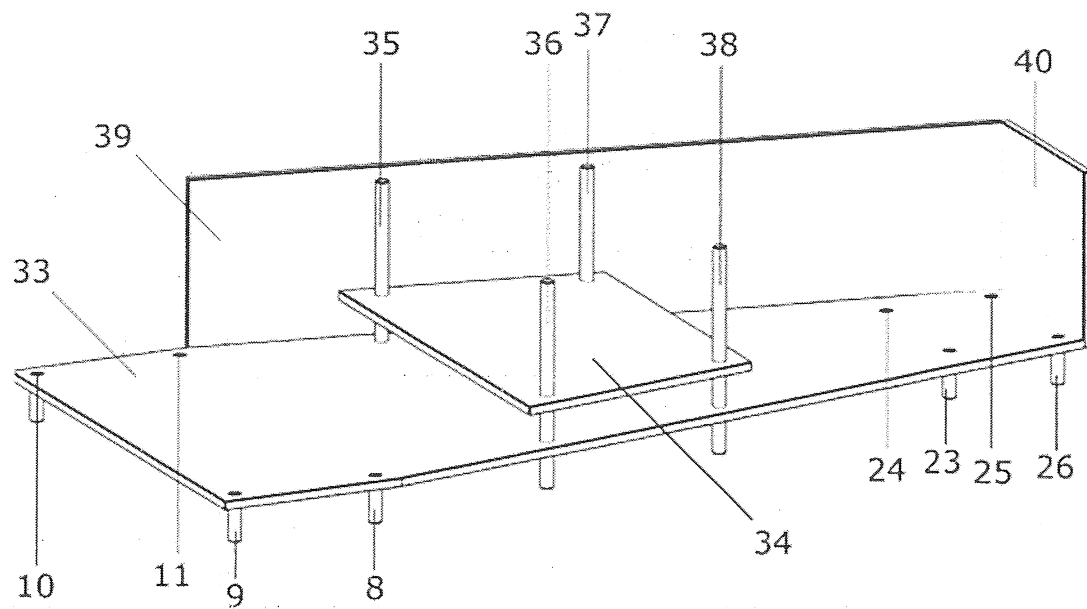
Hình 4A



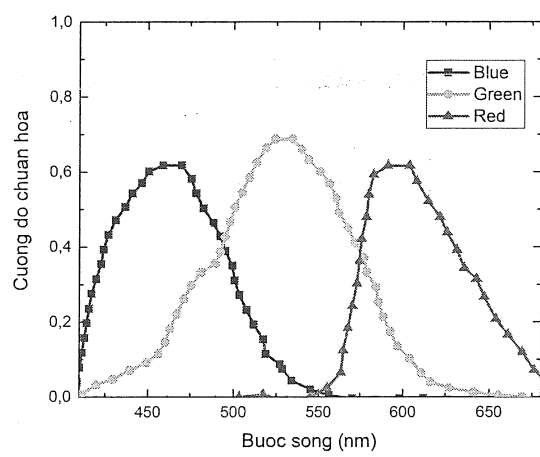
Hình 4B



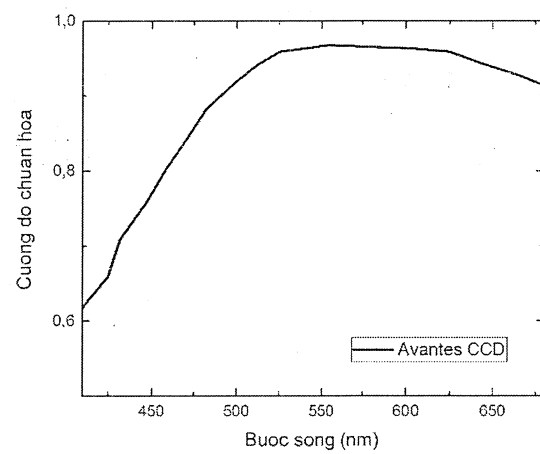
Hình 5



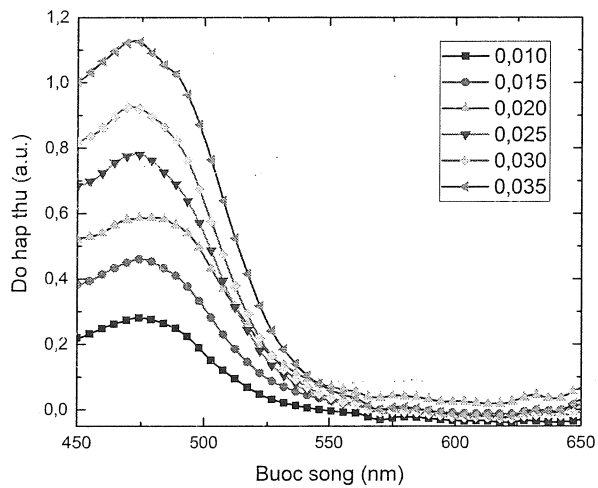
Hình 6



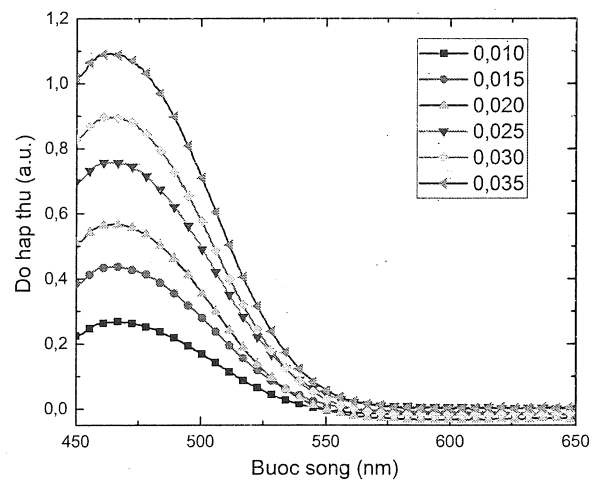
Hình 7A



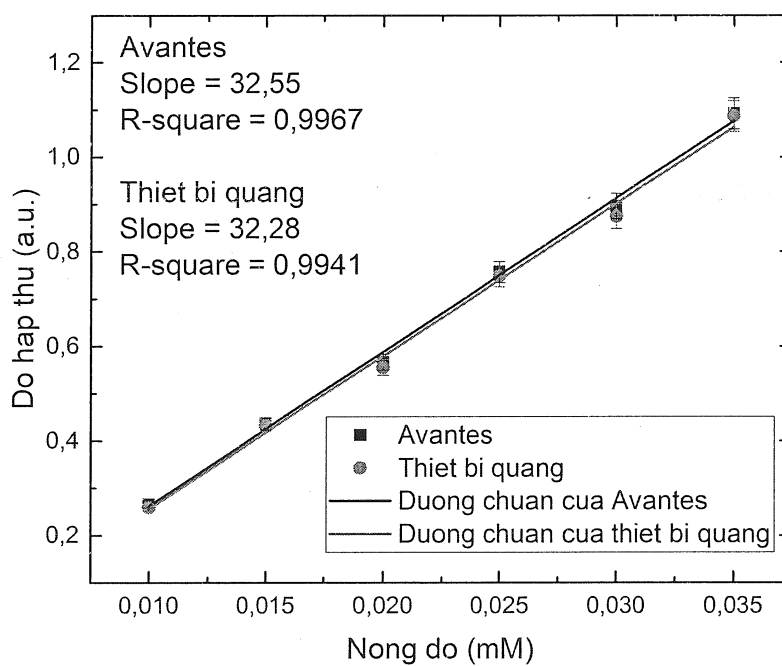
Hình 7B



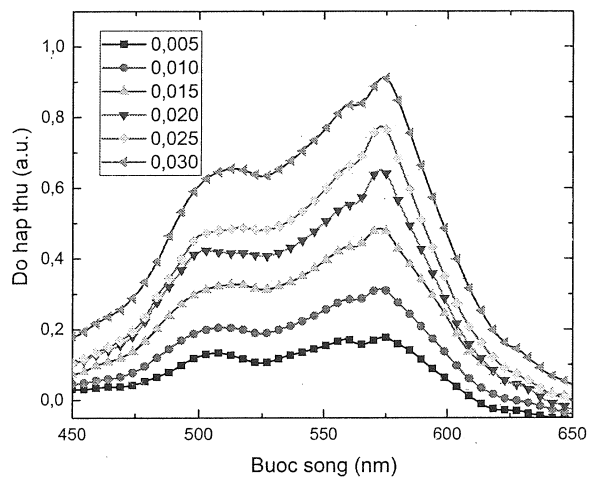
Hình 8A



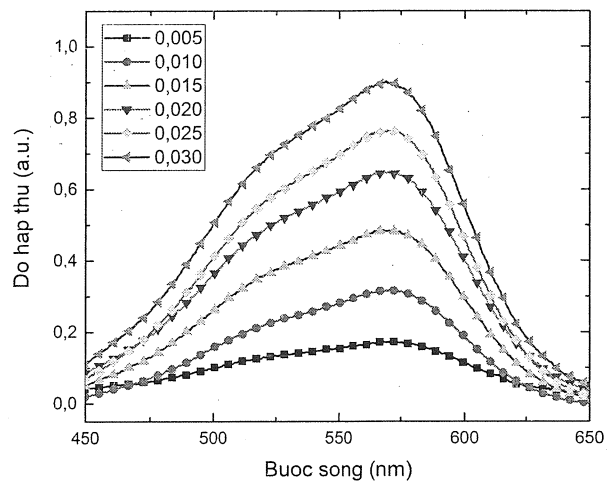
Hình 8B



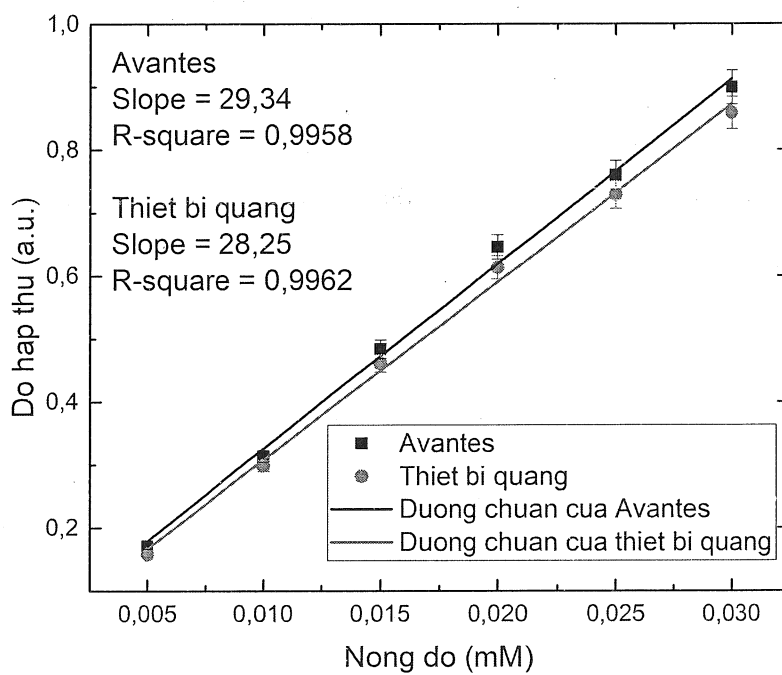
Hình 9



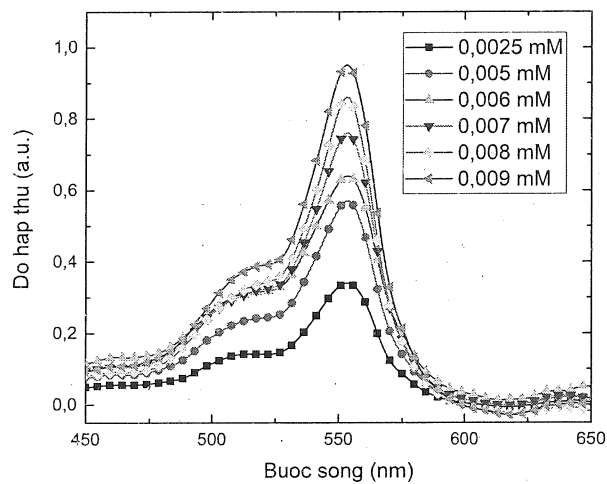
Hình 10A



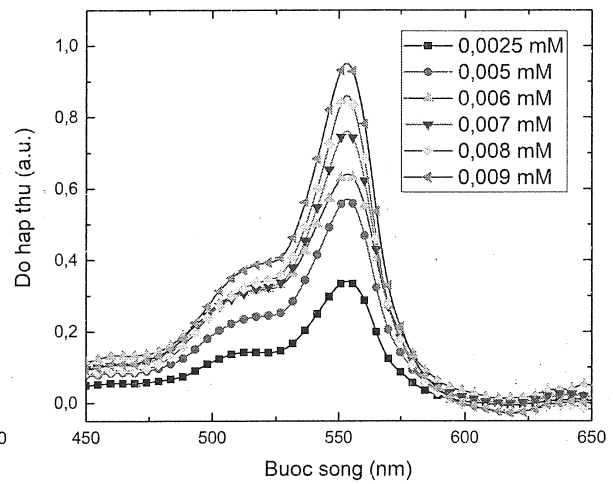
Hình 10B



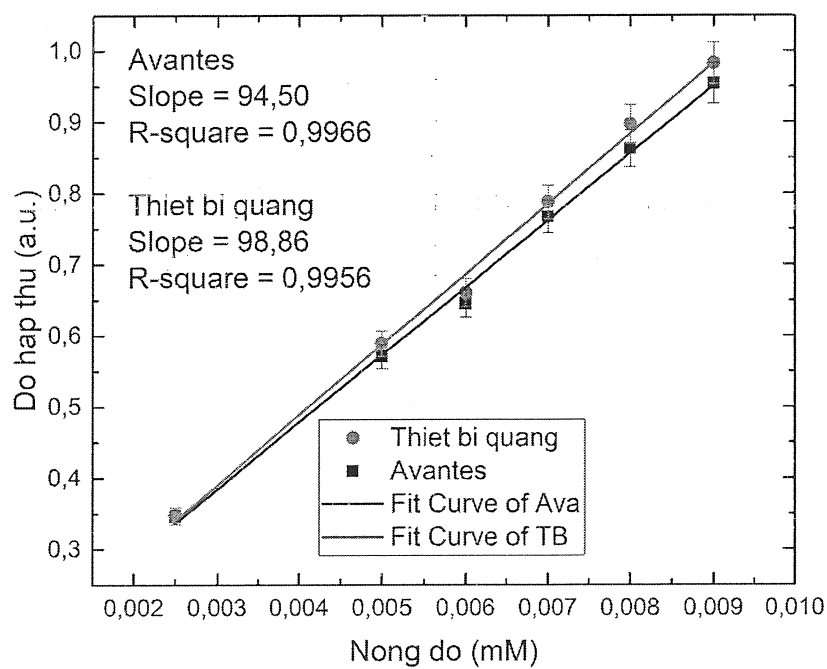
Hình 11



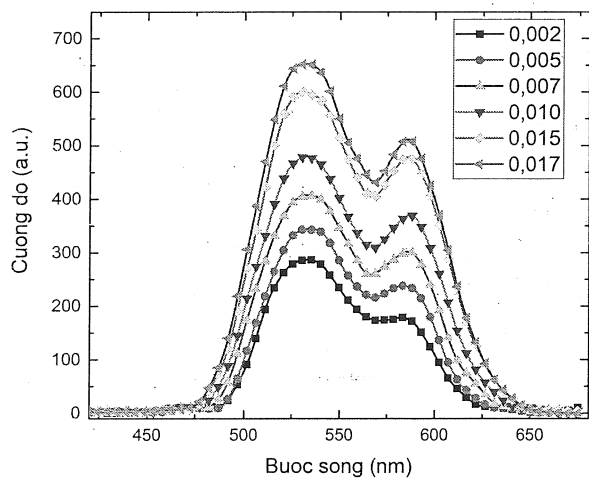
Hình 12A



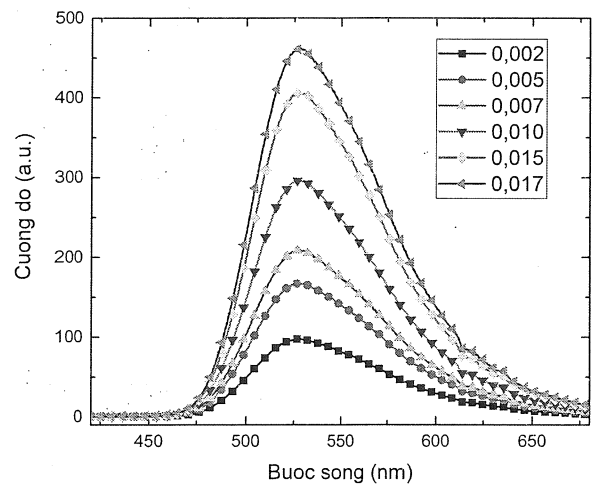
Hình 12B



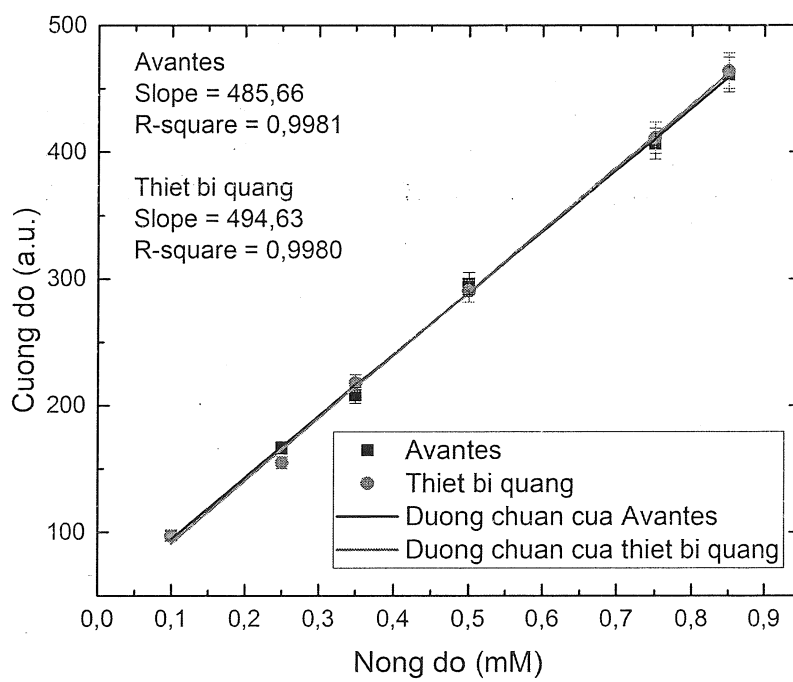
Hình 13



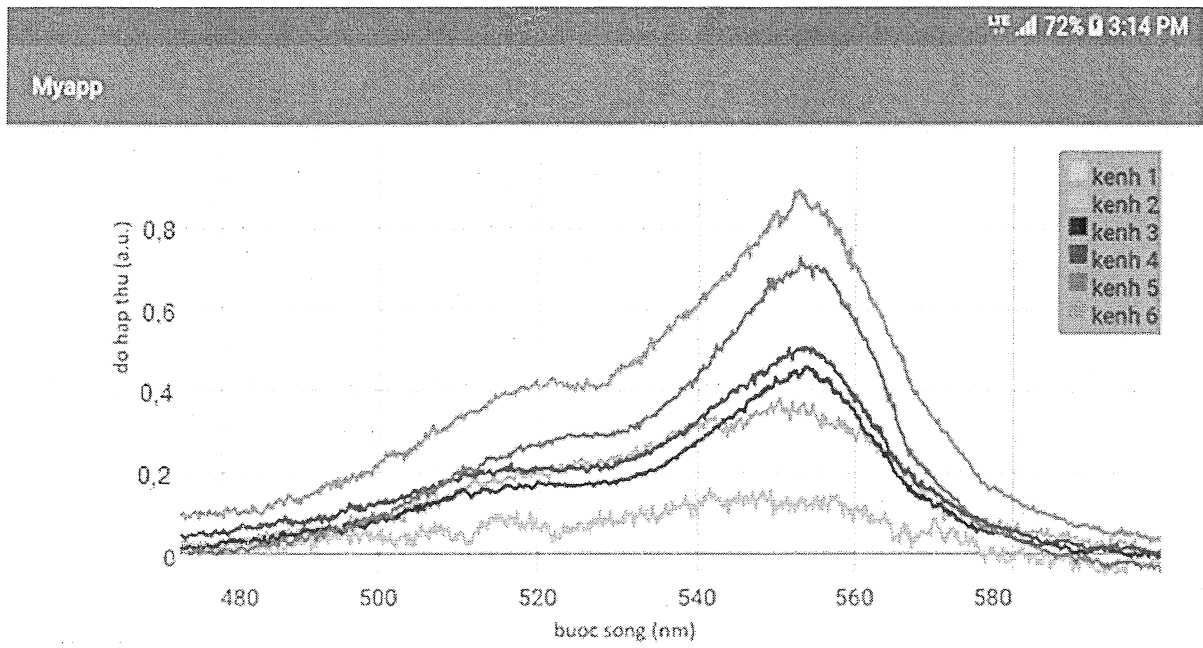
Hình 14A



Hình 14B



Hình 15

**Hình 16**