



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

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

(11)



1-0034924

(51)<sup>7</sup> G01N 27/26; C02F 1/46

(13) B

(21) 1-2019-02574

(22) 17/05/2019

(45) 27/03/2023 420

(43) 25/11/2020 392A

(73) Viện Công nghệ Nano - Đại học Quốc gia TP.HCM (VN)

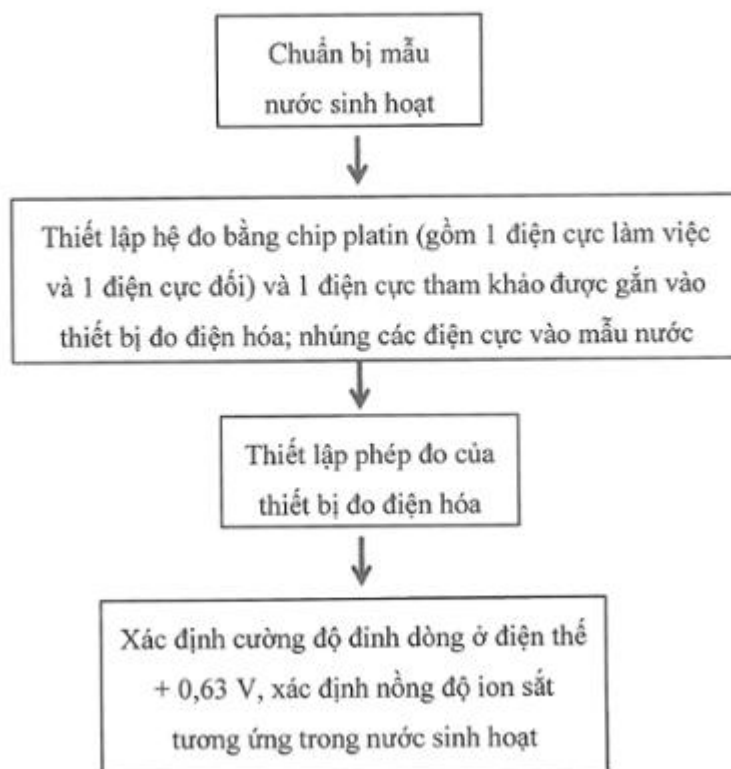
Khu phố 6, phường Linh Trung, quận Thủ Đức, thành phố Hồ Chí Minh

(72) Đặng Mậu Chiến (VN); Nguyễn Duy Linh (VN); Đoàn Đức Chánh Tín (VN).

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐO NỒNG ĐỘ ION SẮT TRONG NƯỚC SINH HOẠT BẰNG  
PHƯƠNG PHÁP ĐIỆN HÓA SỬ DỤNG CHIP PLATIN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp đo nồng độ ion sắt bằng phương pháp điện hóa sử dụng chip platin bằng cách quét thế sóng vuông sử dụng điện cực platin dạng màng mỏng nhúng trực tiếp vào môi trường nước. Trong quá trình đo, thiết bị đo điện hóa sẽ ghi nhận tín hiệu cường độ dòng điện sinh ra do sự trao đổi điện tích giữa bề mặt điện cực và dung dịch theo sự biến đổi của điện thế lên điện cực; qua kết quả quét thế sóng vuông có thể thấy được cường độ đỉnh dòng đạt giá trị cực đại tại vị trí thế +0,63 V và tăng tuyến tính theo nồng độ Fe(III) trong dung dịch từ 0,3 ppm đến 5 ppm (0,17  $\mu$ A - 5,44  $\mu$ A); khi đo một dung dịch có nồng độ sắt trong nước bất kỳ trong khoảng từ 0,1 ppm đến 5 ppm và dựa vào giá trị cường độ đỉnh dòng tại thế khử +0,63 V trong kết quả quét thế sóng vuông sẽ xác định được hàm lượng sắt trong nước sinh hoạt dựa vào đồ thị tương quan (đường hiệu chuẩn) giữa nồng độ ion sắt và cường độ đỉnh dòng của chip điện cực tại thế khử +0,63 V.

**Quy trình đo nồng độ ion sắt bằng phương pháp điện hóa sử dụng chip platin bằng cách quét thế sóng vuông.**



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập lĩnh vực điện hóa học, cụ thể là phương pháp đo nồng độ ion sắt trong nước sinh hoạt bằng phương pháp điện hóa sử dụng chip platin.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Đã biết, có nhiều cách đo nồng độ ion sắt trong nước sinh hoạt như đo bằng phương pháp sắc ký, phương pháp trắc quang, quang phổ hấp thụ nguyên tử (quang trắc), phương pháp chuẩn độ. Tuy nhiên, các phương pháp này có một số hạn chế như: ion kim loại bị nhiễu trong quá trình khảo sát nên độ chính xác không cao, thiết bị thu nhận tín hiệu thường có kích thước lớn và đắt tiền làm hạn chế trong thực nghiệm và sử dụng.

Những năm gần đây, có nhiều nhóm nghiên cứu cách đo nồng độ ion sắt bằng phương pháp điện hóa nhằm xác định hàm lượng ion sắt trong nước sinh hoạt. Phương pháp điện hóa này có những ưu điểm nổi bật như: quá trình đo đặc đơn giản, thao tác nhanh chóng, có thể phân tích nhanh, nhạy, chính xác hàng loạt và chi phí thiết bị phân tích thấp hơn những phương pháp khác. Tuy nhiên, phương pháp này vẫn còn có hạn chế như: sử dụng các dung dịch axit (ví dụ HCl 0,1 M) làm dung dịch nền nên phải đảm bảo an toàn trong quá trình chuẩn bị dung dịch. Ngoài ra, một số ion khác trong nước ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ...) có thể bám lên trên bề mặt điện cực gây ảnh hưởng đến tín hiệu đo. Do đó, các điện cực cần phải được vệ sinh thật kỹ sau mỗi lần đo.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Mục đích của sáng chế là tạo ra một phương pháp đo nồng độ ion sắt trong nước sinh hoạt để ứng dụng có hiệu quả nhất trong việc đánh giá chất lượng nước sinh hoạt và khắc phục những nhược điểm của các phương pháp đã được biết.

Để thực hiện mục đích này, sáng chế đề xuất là phương pháp đo nồng độ ion sắt bằng phương pháp điện hóa sử dụng chip platin, cụ thể là quét thế sóng vuông sử dụng điện cực platin dạng màng mỏng nhúng trực tiếp vào môi trường nước mà không cần sử dụng màng lọc hay phức chất hỗ trợ khác. Theo phương pháp này, điện cực platin màng mỏng đóng vai trò là điện cực làm việc và điện cực đối; trên bề mặt điện cực platin, quá trình trao đổi điện tử giữa bề mặt điện cực và dung dịch xảy ra và sinh ra một dòng điện, khi quét thế theo chiều âm lên tới thế khử của sắt trong nước thì cường độ dòng điện tăng lên; khi nồng độ sắt càng tăng, lượng điện tích trao đổi nhiều hơn thì cường độ dòng điện càng tăng lên và việc xác định nồng độ ion sắt dựa vào giá trị cường độ đỉnh dòng tại điện thế + 0,63 V trong kết quả đo quét thế sóng vuông.

Phương pháp đo như sau:

Trước hết, lấy mẫu nước có nồng độ sắt cần đo cho vào bình chứa (có thể tích 25 ml) rồi gắn chip điện cực bao gồm 1 điện cực platin đóng vai trò điện cực làm việc (working electrode) và 1 điện cực đối (counter electrode) cũng bằng platin (hai điện cực cùng nằm trên một con chip) và 1 điện cực tham chiếu (reference electrode) làm bằng vật liệu bạc/ bạc clorua ( $\text{Ag}/\text{AgCl}$ ) được nối vào thiết bị đo điện hóa, sau đó nhúng các điện cực vào bình chứa nước cần đo;

tiếp đến, thiết lập hệ đo điện hóa với phương pháp quét thế sóng vuông (Square Wave Voltammetry - SWV) được thực hiện với nền mẫu là dung dịch  $\text{HCl}$  0,1 M, chọn khoảng thế quét từ 0,1 V - 0,9 V (thế bắt đầu 0,9 V và kết thúc tại 0,1 V), biên độ xung ( $E_{\text{sw}}$ ) 20 mV, tần số xung (f) 25 Hz và bước nhảy thế ( $\Delta E$ ) 5 mV (thực hiện lặp đi lặp lại 4 lần) và trong quá trình đo, thiết bị đo điện hóa sẽ ghi nhận tín hiệu cường độ dòng điện sinh ra do sự trao đổi điện tích giữa bề mặt điện cực và dung dịch theo sự biến đổi của điện thế lên điện cực, từ kết quả quét thế sóng vuông và dựa vào đường hiệu chuẩn có thể xác định được cường độ đỉnh dòng tương ứng với nồng độ  $\text{Fe(III)}$  trong nước;

khi đo một dung dịch có nồng độ sắt trong nước bất kỳ trong khoảng từ 0,1 ppm đến 5 ppm và dựa vào giá trị cường độ đỉnh dòng tại thế khử + 0,63 V

trong kết quả quét thế sóng vuông sẽ xác định được hàm lượng sắt trong nước sinh hoạt dựa vào đồ thị tương quan (đường hiệu chuẩn) giữa nồng độ ion sắt và cường độ đỉnh dòng của chip điện cực tại thế khử + 0,63 V.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Hình 1: Quy trình đo nồng độ ion sắt trong nước bằng phương pháp quét thế sóng vuông sử dụng chip platin.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Như đã trình bày ở trên, phương pháp đo nồng độ ion sắt bằng phương pháp điện hóa, cụ thể là phương pháp quét thế sóng vuông, bằng cách sử dụng điện cực platin dạng màng mỏng nhúng trực tiếp vào môi trường nước mà không cần sử dụng màng lọc hay phức chất hỗ trợ khác. Cách đo cụ thể như sau:

lấy mẫu nước có nồng độ sắt cần đo cho vào bình chứa (bằng thủy tinh hoặc nhựa) có thể tích 25 ml, rồi gắn chip điện cực bao gồm 1 điện cực platin đóng vai trò điện cực làm việc (working electrode) và 1 điện cực đối (counter electrode) cũng bằng platin (hai điện cực cùng nằm trên một con chip) và 1 điện cực tham chiếu (reference electrode) làm bằng vật liệu bạc/ bạc clorua (Ag/AgCl) được nối vào thiết bị đo điện hóa Autolab thông qua 3 kẹp điện cực, sau đó nhúng các điện cực vào bình chứa nước cần đo;

tiếp đến, thiết lập hệ đo điện hóa bằng cách trên phần mềm điều khiển chọn chế độ đo quét thế sóng vuông (Square Wave Voltammetry - SWV) được thực hiện với nền mẫu là dung dịch HCl 0,1 M; khoảng thế quét được chọn từ 0,1 V- 0,9 V (thế bắt đầu 0,9 V và kết thúc tại 0,1 V) với biên độ xung ( $E_{sw}$ ) 20 mV, chọn tần số xung ( $f$ ) 25 Hz và bước nhảy thế ( $\Delta E$ ) 5 mV (thực hiện lặp đi lặp lại 4 lần). Trong quá trình đo, thiết bị đo điện hóa sẽ ghi nhận tín hiệu cường độ dòng điện sinh ra do sự trao đổi điện tích giữa bề mặt điện cực và dung dịch theo sự biến đổi của điện thế lên điện cực; qua kết quả quét thế sóng vuông có thể thấy được rằng cường độ đỉnh dòng đạt giá trị cực đại tại vị trí thế +0,63 V

(đặc trưng cho phản ứng khử  $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ ) và tăng tuyến tính theo nồng độ Fe(III) trong dung dịch từ 0,3 ppm đến 5 ppm (0,17  $\mu\text{A}$  - 5,44  $\mu\text{A}$ ); giới hạn phát hiện và giới hạn định lượng của phương pháp này lần lượt là 0,1 ppm và 0,3 ppm;

khi đo một dung dịch có nồng độ sắt trong nước bất kỳ trong khoảng từ 0,1 ppm đến 5 ppm và dựa vào giá trị cường độ đỉnh dòng tại thế khử + 0,63 V trong kết quả quét thế sóng vuông sẽ xác định được hàm lượng sắt trong nước sinh hoạt dựa vào đồ thị tương quan (đường hiệu chuẩn) giữa nồng độ ion sắt và cường độ đỉnh dòng của chip điện cực tại thế khử + 0,63 V.

### **Hiệu quả đạt được của sáng chế**

Xác định được nồng độ ion Fe trong nước với độ nhạy cao, giới hạn phát hiện LoD (0,1 ppm) và giới hạn định lượng thấp (0,3 ppm) phù hợp với tiêu chuẩn đối với nước sinh hoạt của WHO (0,3 ppm).

Trong phương pháp đo này, chip platin được nhúng trực tiếp vào dung dịch khảo sát mà không cần màng chọn lọc ion nhờ vậy tiết kiệm chi phí, thời gian đáp ứng rút ngắn hơn so với những phương pháp khác.

Các bản điện cực được thiết kế nhỏ gọn, đơn giản và tách rời với máy đo vì vậy thuận lợi cho việc thay thế bảo trì sau này. Sáng chế sử dụng công nghệ màng mỏng để chế tạo điện cực nên có thiết kế nhỏ gọn, dễ dàng thay thế.

### Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp đo nồng độ ion sắt bằng phương pháp điện hóa sử dụng chip platin bằng cách quét thế sóng vuông sử dụng điện cực platin dạng màng mỏng nhúng trực tiếp vào môi trường nước, cụ thể:

lấy mẫu nước có nồng độ sắt cần đo cho vào bình chứa có thể tích 25 ml rồi gắn chip điện cực bao gồm 1 điện cực platin đóng vai trò điện cực làm việc và 1 điện cực đối cũng bằng platin, hai điện cực cùng nằm trên một con chip và 1 điện cực tham chiếu làm bằng vật liệu bạc/ bạc clorua ( $\text{Ag}/\text{AgCl}$ ) được nối vào thiết bị đo điện hóa, sau đó nhúng các điện cực này vào bình chứa nước cần đo;

thiết lập hệ đo điện hóa với phương pháp quét thế sóng vuông (SWV) được thực hiện với nền mẫu là dung dịch  $\text{HCl}$  0,1 M, chọn khoảng thế quét từ 0,1 V- 0,9 V, thế bắt đầu 0,9 V và kết thúc tại 0,1 V, biên độ xung ( $E_{\text{sw}}$ ) 20 mV, tần số xung (f) 25 Hz và bước nhảy thế ( $\Delta E$ ) 5 mV, thực hiện lặp đi lặp lại 4 lần và trong quá trình đo, thiết bị đo điện hóa sẽ ghi nhận tín hiệu cường độ dòng điện sinh ra do sự trao đổi điện tích giữa bề mặt điện cực và dung dịch theo sự biến đổi của điện thế lên điện cực, từ kết quả quét thế sóng vuông và dựa vào đường hiệu chuẩn có thể xác định được cường độ đỉnh dòng tương ứng với nồng độ  $\text{Fe(III)}$  trong nước;

khi đo một dung dịch có nồng độ sắt trong nước bất kỳ trong khoảng từ 0,1 ppm đến 5 ppm và dựa vào giá trị cường độ đỉnh dòng tại thế khử + 0,63 V trong kết quả quét thế sóng vuông sẽ xác định được hàm lượng sắt trong nước sinh hoạt dựa vào đồ thị tương quan qua đường hiệu chuẩn giữa nồng độ ion sắt và cường độ đỉnh dòng của chip điện cực tại thế khử + 0,63 V.

**Hình 1. Quy trình đo nồng độ ion sắt bằng phương pháp điện hóa sử dụng chip platin bằng cách quét thế sóng vuông.**

