



(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)



1-0033647

(51)⁸ H01L 31/18; H01L 31/0236

(13) B

(21) 1-2018-04302

(22) 19/09/2016

(86) PCT/CN2016/099338 19/09/2016

(87) WO2018/000589 04/01/2018

(30) 201610480361.X 27/06/2016 CN

(45) 25/10/2022 415

(43) 25/12/2018 369A

(73) CSI CELLS CO., LTD (CN)

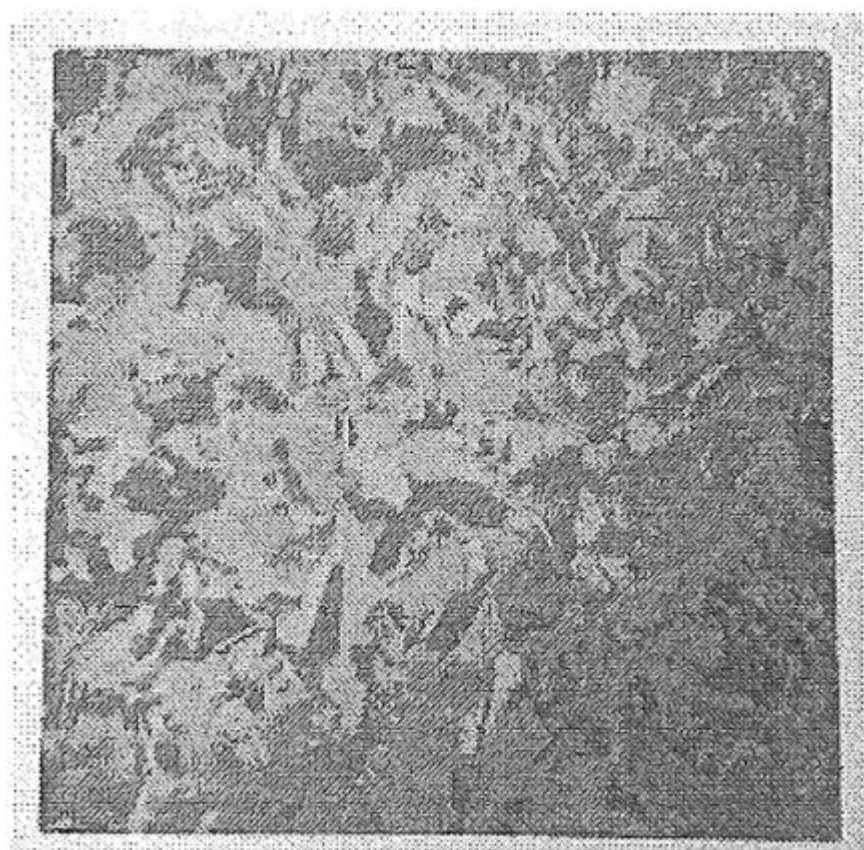
199 Lushan Road, SND Suzhou, Jiangsu 215129, China

(72) ZOU, Shuai (CN); WANG, Xusheng (CN); XING, Guoqiang (CN).

(74) Công ty TNHH Trường Xuân (AGELESS CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CẤU TRÚC KẾT CẤU CỦA PIN NĂNG LƯỢNG
MẶT TRỜI SILIC KẾT TINH

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh, mà bao gồm các bước: (1) tạo ra cấu trúc lớp xốp trên bề mặt của tấm silic; (2) làm sạch bằng dung dịch hóa chất kiềm; (3) loại bỏ các hạt kim loại còn lại bằng dung dịch làm sạch; (4) sau đó khắc bề mặt bằng dung dịch khắc hóa học thứ nhất để có được cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh. Sáng chế có thể kéo dài đáng kể tuổi thọ của dung dịch hỗn hợp của axit hydrofloric và axit nitric, và đảm bảo tính ổn định và tính đồng nhất của cấu trúc kết cấu.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh, mà thuộc về lĩnh vực kỹ thuật của các pin năng lượng mặt trời.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Với việc áp dụng rộng rãi các mô đun pin năng lượng mặt trời, sự phát điện bằng quang điện đã chiếm một tỷ lệ ngày càng lớn trong các nguồn năng lượng mới, và đã phát triển nhanh chóng. Trong số các sản phẩm pin năng lượng mặt trời thương mại hiện tại, pin năng lượng mặt trời silic kết tinh (đơn tinh thể và đa tinh thể) đã chiếm thị phần lớn nhất, duy trì hơn 85% thị phần công suất sử dụng toàn bộ thời gian.

Hiện nay, trong quy trình sản xuất pin năng lượng mặt trời, cấu trúc kết cấu của bề mặt của tấm silic có thể làm giảm hiệu quả phản xạ bề mặt của pin năng lượng mặt trời, mà là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin năng lượng mặt trời. Để có được cấu trúc kết cấu tốt trên bề mặt của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh để đạt hiệu quả chống phản xạ tốt hơn, nhiều phương pháp đã được thử, thường bao gồm phương pháp tạo rãnh cơ học, phương pháp khắc laze, phương pháp khắc ion phản ứng (RIE - Reactive Ion Etching), phương pháp khắc hóa học (ví dụ, phương pháp khắc ướt), và các loại tương tự. Trong số đó, phương pháp tạo ra rãnh cơ học có thể có độ phản xạ bề mặt thấp hơn, tuy nhiên phương pháp này sẽ gây ra tổn thương cơ học nghiêm trọng hơn cho bề mặt của tấm silic, và tỷ lệ thành phẩm của chúng tương đối thấp, do đó ít được sử dụng hơn trong sản xuất công nghiệp. Đối với phương pháp khắc laze, các mẫu tạo rãnh khác nhau được tạo ra bởi laze, và bề mặt được tạo hình gân sọc và hình kim tự tháp ngược đã được tạo ra, độ phản xạ có thể thấp tới 8,3%, nhưng hiệu suất của các tế bào được tạo ra thấp, do đó không đạt được trong sản xuất. Phương pháp RIE có thể sử dụng các mẫu khác nhau để khắc, mà thường khắc khô, và cấu trúc “silic đen” có thể được tạo ra trên bề mặt của tấm silic, độ phản xạ có thể thấp tới 7,9% hoặc thậm chí lên tới 4%. Tuy nhiên, do các thiết bị đắt tiền, chi phí sản xuất của chúng là cao, do đó việc sử dụng chúng trong sản xuất công nghiệp ít hơn. Tuy nhiên, phương pháp khắc hóa học có đặc điểm là quy trình

đơn giản, chi phí hiệu quả, chất lượng cao và khả năng tương thích tốt với quy trình hiện tại, v.v., đã trở thành phương pháp được sử dụng phổ biến nhất trong ngành công nghiệp hiện tại.

Hiện nay, cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh được tạo ra bằng quá trình khắc ướt thường ở mức micrô. Thực hành phổ biến hiện nay vẫn còn tiếp tục giảm phản xạ bề mặt của nó. Công bố đơn đăng ký giải pháp hữu ích WO2014120830 (A1) bộc lộ phương pháp sản xuất bề mặt kết cấu nano của silic kết tinh, trong đó việc kiểm soát hình thái của bề mặt kết cấu nano đạt được bằng cách ủ. Tuy nhiên, phương pháp này là phức tạp trong quy trình và không có lợi đối với các yêu cầu của sản xuất công nghiệp.

Theo quan điểm của các vấn đề nêu trên, đã có một phương pháp khắc ion kim loại trong giải pháp kỹ thuật đã biết, chẳng hạn bằng sáng chế Trung quốc số CN101573801B, mà bao gồm các bước: (1) đặt tấm silic trong dung dịch axit hydrofloric chứa chất oxy hóa và muối kim loại để tạo thành cấu trúc lớp xốp; (2) sau đó khắc bề mặt bằng dung dịch khắc hóa học thứ nhất; dung dịch khắc hóa học thứ nhất là dung dịch hỗn hợp axit hydrofloric và axit nitric; (3) sau đó ngâm tấm silic nêu trên trong dung dịch khắc hóa học thứ hai để tạo ra cấu trúc kết cấu; trong đó dung dịch khắc hóa học thứ hai là dung dịch kiềm.

Tuy nhiên, đã tìm thấy trong các ứng dụng thực tế rằng phương pháp trên có các vấn đề sau: (I) dung dịch khắc hóa học thứ nhất trong bước (2) của phương pháp nêu trên có hai hiệu quả chính, trong đó một là khắc lớp silic xốp được hình thành bởi xúc tác kim loại; hiệu quả còn lại là làm sạch các hạt kim loại còn sót lại trên bề mặt của tấm silic; tuy nhiên, khi số lượng các tấm silic cần được xử lý tăng lên, các ion Ag trong dung dịch khắc hóa học thứ nhất trong bước (2) (tức là dung dịch hỗn hợp của HF/HNO₃) đang tăng lên, do đó dung dịch sẽ thay đổi thành dung dịch hỗn hợp giàu ion Ag của HF/HNO₃, và các tấm silic trong dung dịch này sẽ xảy ra phản ứng khắc hóa học do các ion kim loại tiếp xúc, điều này sẽ ảnh hưởng đến độ ổn định và tính đồng nhất của cấu trúc kết cấu, do đó ảnh hưởng đến tính chất điện của các pin năng lượng mặt trời; (II) Khi số lượng các tấm silic được xử lý tăng lên, các ion Ag trong dung dịch khắc hóa học thứ nhất ở bước (2) đang tăng lên, và các ion Ag được gắn dính vào tấm silic theo hướng ngược lại, do đó rất khó để rửa sạch các hạt Ag được gắn dính vào tấm silic ở bước thứ nhất, do đó dẫn đến tuổi thọ của dung dịch hỗn hợp của HF/HNO₃ là rất ngắn, làm tăng thêm chi phí.

Do đó, rõ ràng là có một ý nghĩa thực tiễn tích cực để phát triển một phương pháp mới để tạo ra cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh nhằm đảm bảo tính ổn định và đồng nhất của cấu trúc kết cấu, cũng như tính ổn định của các tính chất điện của các pin năng lượng mặt trời, và cải thiện hơn nữa tuổi thọ của dung dịch hỗn hợp của HF/HNO₃.

Tài liệu CN105226113 A bộc lộ cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh và phương pháp sản xuất cấu trúc kết cấu này. Phương pháp bao gồm: 1) tạo ra cấu trúc lớp xốp trên bề mặt của tấm silic bằng cách khắc hóa học xúc tác kim loại; 2) loại bỏ các hạt kim loại còn lại bằng dung dịch làm sạch thứ nhất, dung dịch làm sạch thứ nhất là dung dịch axit nitric; 3) khắc bề mặt bằng dung dịch khắc hóa học thứ nhất để có được cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh; trong đó dung dịch khắc hóa học thứ nhất là dung dịch hỗn hợp của axit hydrofloric và chất oxy hóa.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp tạo ra cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh.

Để đạt được mục đích nêu trên của sáng chế, giải pháp kỹ thuật được sử dụng trong sáng chế là phương pháp tạo ra cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh, mà bao gồm các bước:

- (1) tạo ra cấu trúc lớp xốp trên bề mặt của tấm silic;
- (2) làm sạch bằng dung dịch hóa chất kiềm thứ nhất;
- (3) loại bỏ các hạt kim loại còn lại bằng dung dịch làm sạch thứ nhất;

(4) sau đó khắc bề mặt bằng dung dịch khắc hóa học thứ nhất để có được cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh; trong đó dung dịch khắc hóa học thứ nhất là dung dịch hỗn hợp của axit hydrofloric và chất oxy hóa.

Trước đây, cấu trúc lớp xốp thuộc giải pháp kỹ thuật đã biết và bao gồm cấu trúc silic xốp và cấu trúc dây nano, v.v..

Chất oxy hóa trong bước (4) có thể là axit nitric, hydro peroxit, axit crômíc hoặc dung dịch kali pecmanganat.

Theo giải pháp kỹ thuật nêu trên, trong bước (1), tấm silic được đặt trong dung dịch axit flohydric chứa chất oxy hóa và muối kim loại tạo thành cấu trúc lớp xốp; nhiệt độ là từ 25 đến 90°C và thời gian là từ 10 đến 1000 giây.

Tốt hơn là, nồng độ của các ion kim loại trong dung dịch axit flohydric có chứa chất oxy hóa và muối kim loại nhỏ hơn hoặc bằng $1E^{-3}$ mol/L, hoặc nồng độ của các ion kim loại trong dung dịch lớn hơn $1E^{-3}$ mol/L, trong khi nồng độ HF nhỏ hơn hoặc bằng $1E^{-2}$ mol/L.

Ngoài ra, trong bước (1), tấm silic thứ nhất được ngâm trong dung dịch chứa các ion kim loại sao cho bề mặt của tấm silic được phủ các hạt nano kim loại; nồng độ của các ion kim loại trong dung dịch nhỏ hơn hoặc bằng $1E^{-3}$ mol/L, hoặc nồng độ của các ion kim loại trong dung dịch lớn hơn $1E^{-3}$ mol/L, trong khi nồng độ của HF nhỏ hơn hoặc bằng $1E^{-2}$ mol/L;

sau đó bề mặt của tấm silic được khắc bằng dung dịch khắc hóa học để tạo ra cấu trúc lớp xốp; nhiệt độ là từ 25 đến 90°C và thời gian là từ 30 đến 300 giây;

các dung dịch khắc hóa học là dung dịch hỗn hợp của HF và chất oxy hóa; trong đó, nồng độ HF là từ 1 đến 15 mol/L, và nồng độ của chất oxy hóa là từ 0,05 đến 0,5 mol/L.

Theo giải pháp kỹ thuật nêu trên, bước rửa nước được cung cấp tương ứng giữa các bước (1) và (2), giữa các bước (2) và (3), và giữa các bước (3) và (4).

Theo giải pháp kỹ thuật nêu trên, trong bước (2), thời gian làm sạch là từ 5 đến 250 giây;

nồng độ thể tích của chất kiềm trong dung dịch hóa học kiềm thứ nhất là từ 0,1 đến 30% và nhiệt độ là từ 20 đến 80°C;

dung dịch hóa học kiềm thứ nhất là bất kỳ một hoặc nhiều lựa chọn từ nhóm bao gồm dung dịch natri hydroxit, dung dịch kali hydroxit, nước amoniac, dung dịch hỗn hợp của nước amoniac và hydro peroxit, và tetrametyl amoni hydroxit.

Tốt hơn là, trong bước (2), thời gian làm sạch là từ 5 đến 100 giây; tốt hơn nữa là thời gian làm sạch là từ 5 đến 50 giây; tốt hơn nữa là thời gian làm sạch là từ 5 đến 30 giây; và thời gian làm sạch cũng có thể được đặt là 10 giây, 20 giây, 40 giây hoặc 60 giây.

Tốt hơn là, nồng độ theo thể tích của chất kiềm trong dung dịch hóa học kiềm thứ

nhất là từ 0,5 đến 30%, tốt hơn nữa, nồng độ theo thể tích là từ 1 đến 25%, tốt hơn nữa là nồng độ theo thể tích là từ 1 đến 20%.

Hơn nữa, nhiệt độ của dung dịch hóa chất kiềm thứ nhất là từ 25 đến 80°C. Tốt hơn nữa là nhiệt độ từ 25 đến 70°C, tốt hơn nữa là từ 25 đến 50°C.

Theo giải pháp kỹ thuật nêu trên, trong bước (3), dung dịch làm sạch thứ nhất được chọn từ một trong bốn dung dịch sau: dung dịch hỗn hợp của axit clohydric và hydro peroxit, dung dịch hỗn hợp của nước amoniac và hydro peroxit, axit nitric và nước amoniac;

nồng độ theo thể tích của axit nitric là từ 5 đến 69%; và nồng độ thể tích của nước amoniac là từ 1 đến 30%;

nhiệt độ của dung dịch làm sạch thứ nhất là từ 20 đến 80°C. Tốt hơn là, nhiệt độ nằm trong khoảng từ 20 đến 70°C, tốt hơn nữa là từ 20 đến 50°C.

Theo giải pháp kỹ thuật nêu trên, trong bước (4), dung dịch khắc hóa học thứ nhất là axit flohydric và axit nitric, trong đó nồng độ axit flohydric là từ 1 đến 15 mol/L, và nồng độ axit nitric là từ 0,05 đến 0,5 mol/L.

Theo giải pháp kỹ thuật nêu trên, sau bước (4), phương pháp còn bao gồm các bước sau:

(5) ngâm tấm silic nêu trên trong dung dịch khắc hóa học thứ hai; và dung dịch khắc hóa học thứ hai là dung dịch kiềm;

trong đó dung dịch kiềm là bất kỳ một hoặc nhiều loại được chọn từ nhóm bao gồm dung dịch natri hydroxit, dung dịch kali hydroxit, nước amoniac và tetrametyl amoni hydroxit; nồng độ của dung dịch kiềm là từ 0,05 đến 0,5 mol/L; và thời gian ngâm là từ 5 đến 250 giây;

(6) sau đó làm sạch tấm silic nêu trên trong dung dịch làm sạch thứ hai;

trong đó dung dịch làm sạch thứ hai là dung dịch hỗn hợp được chọn từ bất kỳ trong số dung dịch hỗn hợp của axit clohydric và hydro peroxit và dung dịch hỗn hợp của nước amoniac và hydro peroxit; nhiệt độ của dung dịch làm sạch là từ 20 đến 80°C; và thời gian làm sạch là từ 60 đến 300 giây;

(7) sau đó ngâm tấm silic nêu trên trong dung dịch axit flohydric.

Theo giải pháp kỹ thuật nêu trên, chức năng của bước (5) là loại bỏ silic xếp trên bề mặt; chức năng của bước (6) là loại bỏ các hạt kim loại còn lại; chức năng của bước (7) là loại bỏ lớp bề mặt của lớp oxit silic. Dung dịch thực tế có thể được lựa chọn theo các yêu cầu cụ thể. Các tình huống cụ thể chỉ bao gồm sử dụng bước (5), sử dụng sự kết hợp của hai bước (5) và (6), và sử dụng sự kết hợp của ba bước gồm bước (5), bước (6) và bước (7).

Theo giải pháp kỹ thuật nêu trên, bước rửa nước được cung cấp trước bất kỳ bước nào trong số các bước (5), (6) và (7) và sau bước (7).

Sáng chế trong khi đó tìm kiếm sự bảo vệ đối với cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh được tạo ra bởi phương pháp được mô tả ở trên. Tốt hơn là, cấu trúc kết cấu bao gồm chủ yếu nhiều cấu trúc vi mô giống như hình kim tự tháp ngược;

phần dưới của cấu trúc vi mô giống như hình kim tự tháp ngược là cấu trúc hình kim tự tháp ngược và phần trên của cấu trúc vi mô là cấu trúc hình nón ngược; đỉnh của cấu trúc vi mô giống như hình kim tự tháp ngược được chọn từ một hoặc nhiều trong số hình vòng tròn, hình elip hoặc mẫu hình khép kín được bao quanh bởi nhiều đường cong; kích thước của cấu trúc vi mô giống như hình kim tự tháp ngược là từ 100 đến 900 nm; cấu trúc kết cấu cũng có cấu trúc vi mô của nhiều hình kim tự tháp thẳng đứng.

Ở đây, phần trên của cấu trúc vi mô giống như hình kim tự tháp ngược được chọn từ một hoặc nhiều trong số hình vòng tròn, hình elip hoặc mẫu hình khép kín được bao quanh bởi nhiều đường cong, trong đó, mẫu hình khép kín được bao quanh bởi nhiều đường cong bao gồm ít nhất ba đường cong, tất nhiên mẫu hình khép kín cũng có thể được bao quanh bởi nhiều đường cong hơn, tốt hơn là từ 5 đến 8 đường cong. Đỉnh của cấu trúc hình nón ngược là bề mặt đáy của hình nón, vì nó được đảo ngược, bề mặt đáy của hình nón trở thành đỉnh của cấu trúc vi mô.

Cấu trúc kết cấu có nhiều cấu trúc vi mô giống như hình kim tự tháp ngược, các cấu trúc này giống như hình kim tự tháp ngược có thể phân tán độc lập trên bề mặt của tấm silic, hoặc có thể được chồng chéo một phần, hoặc nhiều cấu trúc hình nón ngược chồng chéo nhau. Độ sâu của cấu trúc vi mô giống như hình kim tự tháp ngược là từ 100 đến 900 nm. Độ phản xạ trung bình của cấu trúc kết cấu là từ 2 đến 20%. Tốt hơn là, độ phản xạ trung bình của cấu trúc kết cấu là từ 5 đến 15%.

Nguyên tắc cơ bản của sáng chế là dung dịch hóa học kiềm thứ nhất trong bước (2) có thể được sử dụng để loại bỏ cấu trúc silic xốp trên bề mặt, để lộ ra cấu trúc nano kết cấu bên trong, trong khi bóc ra một lượng lớn các hạt kim loại trong silic xốp. Tiếp theo, kim loại còn lại ở đáy của cấu trúc nano được loại bỏ hoàn toàn bằng dung dịch làm sạch thứ nhất ở bước (3), và tấm silic đã được xử lý sẽ không mang các hạt kim loại vào trong dung dịch khắc khi đưa vào dung dịch khắc hóa học thứ nhất, nhờ đó tránh sự hình thành của hệ thống khử oxy hóa xúc tác kim loại một lần nữa trong dung dịch khắc hóa học thứ nhất mà ảnh hưởng đến tính ổn định và tính đồng nhất của cấu trúc kết cấu.

Mặt khác, loại bỏ các hạt kim loại trước khi dung dịch khắc hóa học thứ nhất cũng có thể ngăn chặn sự tích tụ của các hạt kim loại ngày càng nhiều trong hệ thống. Bởi vì một lượng lớn các hạt kim loại sẽ được dính vào bề mặt của tấm silic theo hướng ngược lại, mà rất khó loại bỏ, một mặt nó sẽ ảnh hưởng đến tuổi thọ của dung dịch khắc, mặt khác nó sẽ gây ra hiệu suất chuyển đổi quang điện của pin năng lượng mặt trời bị giảm đáng kể.

Một giải pháp kỹ thuật khác tương ứng với phương pháp nêu trên là phương pháp tạo ra cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh, bao gồm các bước sau:

(1) tạo ra cấu trúc lớp xốp trên bề mặt của tấm silic;

(2) làm sạch bằng dung dịch hóa học kiềm thứ hai, và loại bỏ các hạt kim loại còn lại;

(3) sau đó khắc bề mặt bằng dung dịch khắc hóa học thứ nhất để có được cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh; trong đó dung dịch khắc hóa học thứ nhất là dung dịch hỗn hợp của axit hydrofluoric và chất oxy hóa.

Tức là, trong các bước (2) và (3) của giải pháp kỹ thuật thứ nhất, giải pháp hóa học tương tự được lựa chọn, trong trường hợp này hai bước này có thể được kết hợp. Tất nhiên, sự lựa chọn của cùng một dung dịch hóa học là rất đặc biệt, nó không chỉ loại bỏ cấu trúc silic xốp trên bề mặt để lộ ra cấu trúc nano kết cấu bên trong, đồng thời bóc ra một lượng lớn các hạt kim loại trong silic xốp; mà còn có thể loại bỏ hoàn toàn kim loại còn sót lại ở đáy của cấu trúc nano.

Theo giải pháp kỹ thuật nêu trên, trong bước (1), tấm silic được đặt trong dung dịch axit flohydric chứa chất oxy hóa và muối kim loại để tạo ra cấu trúc lớp xốp; nhiệt độ là từ 25 đến 90°C và thời gian là từ 10 đến 1000 giây.

Tốt hơn là, nồng độ của các ion kim loại trong dung dịch axit flohydric chứa chất oxy hóa và muối kim loại nhỏ hơn hoặc bằng $1E^{-3}$ mol/L, hoặc nồng độ của các ion kim loại trong dung dịch lớn hơn $1E^{-3}$ mol/L, trong khi nồng độ HF nhỏ hơn hoặc bằng $1E^{-2}$ mol/L.

Ngoài ra, trong bước (1), tấm silic thứ nhất được ngâm trong dung dịch chứa các ion kim loại sao cho bề mặt của tấm silic được phủ các hạt nano kim loại; nồng độ của các ion kim loại trong dung dịch nhỏ hơn hoặc bằng $1E^{-3}$ mol/L, hoặc nồng độ của các ion kim loại trong dung dịch lớn hơn $1E^{-3}$ mol/L, trong khi nồng độ của HF nhỏ hơn hoặc bằng $1E^{-2}$ mol/L;

sau đó bề mặt của tấm silic được khắc bằng dung dịch khắc hóa học để tạo ra cấu trúc lớp xốp; nhiệt độ là từ 25 đến 90°C và thời gian là từ 30 đến 300 giây;

dung dịch khắc hóa học là dung dịch hỗn hợp của HF và chất oxy hóa; trong đó, nồng độ của HF là từ 1 đến 15 mol/L, và nồng độ của chất oxy hóa là từ 1 đến 15 mol/L.

Theo giải pháp kỹ thuật nêu trên, bước rửa nước được cung cấp tương ứng giữa các bước (1) và (2), và giữa các bước (2) và (3).

Theo giải pháp kỹ thuật nêu trên, trong bước (2), thời gian làm sạch là từ 5 đến 250 giây;

nồng độ theo thể tích của chất kiềm trong dung dịch hóa học kiềm thứ hai là từ 0,1 đến 30% và nhiệt độ là từ 20 đến 80°C;

dung dịch hóa học kiềm thứ hai là dung dịch bất kỳ được chọn từ nhóm bao gồm nước amoniac và dung dịch hỗn hợp của nước amoniac và hydro peroxit.

Tốt hơn là, trong bước (2), thời gian làm sạch là từ 5 đến 100 giây; tốt hơn nữa là thời gian làm sạch là từ 5 đến 50 giây; tốt hơn nữa là thời gian làm sạch là từ 5 đến 30 giây; và thời gian làm sạch cũng có thể được đặt là 10 giây, 20 giây, 40 giây hoặc 60 giây.

Tốt hơn là, nồng độ theo thể tích của chất kiềm trong dung dịch kiềm hóa học thứ hai là từ 0,5 đến 30%, tốt hơn nữa, nồng độ theo thể tích là từ 1 đến 25%, tốt hơn nữa là nồng độ theo thể tích là từ 1 đến 15%.

Hơn nữa, nhiệt độ của dung dịch kiềm hóa học thứ hai là từ 25 đến 80°C. Tốt hơn nữa là nhiệt độ là từ 25 đến 70°C, tốt hơn nữa là từ 25 đến 50°C.

Theo giải pháp kỹ thuật nêu trên, trong bước (3), dung dịch khắc hóa học thứ nhất là axit flohydric và axit nitric, trong đó nồng độ của axit flohydric là từ 1 đến 15 mol/L, và nồng độ của axit nitric là từ 0,05 đến 0,5 mol/L.

Theo giải pháp kỹ thuật nêu trên, sau bước (3), phương pháp này còn bao gồm các bước sau:

(4) ngâm tấm silic ở trên trong dung dịch khắc hóa học thứ hai; và dung dịch khắc hóa học thứ hai là dung dịch kiềm;

trong đó dung dịch kiềm là một hoặc nhiều dung dịch bất kỳ được chọn từ nhóm bao gồm dung dịch natri hydroxit, dung dịch kali hydroxit, nước amoniac và tetrametyl amoni hydroxit;

(5) sau đó làm sạch tấm silic nêu trên trong dung dịch làm sạch;

trong đó dung dịch làm sạch là dung dịch bất kỳ trong số dung dịch hỗn hợp của axit clohydric và hydro peroxit và dung dịch hỗn hợp của nước amoniac và hydro peroxit;

(6) sau đó ngâm tấm silic ở trên trong dung dịch axit hydrofloric.

Theo giải pháp kỹ thuật nêu trên, bước rửa nước được cung cấp trước bước bất kỳ trong số các bước (4), (5) và (6) và sau bước (6).

Sáng chế trong khi tìm kiếm sự bảo vệ cho cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh được tạo ra bởi phương pháp được mô tả ở trên. Tốt hơn là, cấu trúc kết cấu bao gồm chủ yếu nhiều cấu trúc vi mô giống như hình kim tự tháp ngược;

phần dưới của các cấu trúc vi mô giống như hình kim tự tháp ngược là cấu trúc kim tự tháp ngược và phần trên của nó là cấu trúc hình nón ngược; đỉnh của cấu trúc vi mô giống như hình kim tự tháp ngược được chọn từ một hoặc nhiều trong số hình vòng tròn, hình elip hoặc mẫu hình khép kín được bao quanh bởi nhiều đường cong; kích thước của cấu trúc vi mô giống như hình kim tự tháp ngược là từ 100 đến 900 nm; cấu trúc kết cấu cũng có cấu trúc vi mô của nhiều hình kim tự tháp thẳng đứng.

Ở đây, phần trên của cấu trúc vi mô giống như hình kim tự tháp ngược được chọn từ một hoặc nhiều trong số hình vòng tròn, hình elip hoặc mẫu hình khép kín được bao quanh bởi nhiều đường cong, trong đó, mẫu hình khép kín được bao quanh bởi nhiều đường cong

bao gồm ít nhất ba đường cong, tất nhiên nó cũng có thể được bao quanh bởi nhiều đường cong hơn, tốt hơn là từ 5 đến 8 đường cong. Đỉnh của cấu trúc hình nón ngược là bề mặt đáy của hình nón, vì nó được đảo ngược, bề mặt đáy của hình nón trở thành đỉnh của cấu trúc vi mô.

Cấu trúc kết cấu có nhiều cấu trúc vi mô giống như hình kim tự tháp ngược, các cấu trúc này giống như hình kim tự tháp ngược có thể phân tán độc lập trên bề mặt của tấm silic, hoặc có thể được chồng lên một phần hoặc nhiều cấu trúc hình nón ngược chồng lên nhau. Độ sâu của cấu trúc vi mô giống như hình kim tự tháp ngược là từ 100 đến 900 nm. Độ phản xạ trung bình của cấu trúc kết cấu là từ 2 đến 20%. Tốt hơn là, độ phản xạ trung bình của cấu trúc kết cấu là từ 5 đến 15%.

Khi áp dụng các giải pháp kỹ thuật được mô tả ở trên, sáng chế có những ưu điểm sau đây so với giải pháp kỹ thuật đã biết:

1. Sáng chế bổ sung bước làm sạch bằng dung dịch hóa chất kiềm, mà có thể nhanh chóng khắc và loại bỏ lớp silic xốp giàu Ag, và làm giảm đáng kể lượng Ag hòa tan trong dung dịch hỗn hợp axit flohydric và chất oxy hóa được làm sạch mỗi lần xử lý, nhờ đó kéo dài đáng kể tuổi thọ của dung dịch hỗn hợp axit hydrofloric và axit nitric và đảm bảo tính ổn định và tính đồng nhất của kết cấu; các thí nghiệm đã chỉ ra rằng so với các giải pháp kỹ thuật đã biết mà không có bước làm sạch bằng dung dịch kiềm, tuổi thọ của dung dịch hỗn hợp axit hydrofloric và axit nitric của sáng chế có thể được tăng từ 2000 tấm silic hiện tại lên đến 80.000 tấm silic, do đó một hiệu quả ngoài mong đợi đã đạt được;

2. Sáng chế bổ sung bước làm sạch bằng dung dịch làm sạch thứ nhất, mà có thể loại bỏ thêm các hạt bạc kim loại và đảm bảo loại bỏ hoàn toàn dư lượng Ag trên tấm silic, qua đó đảm bảo tính ổn định của các tính chất điện của các pin năng lượng mặt trời; thí nghiệm đã chứng minh rằng so với các giải pháp kỹ thuật đã biết mà không có bước làm sạch bằng cách sử dụng dung dịch làm sạch, điện áp mạch hở và dòng ngắn mạch của sáng chế cũng đã được cải thiện đáng kể, và hiệu suất chuyển đổi quang điện đã được cải thiện hơn 0,3%, do đó đã đạt được một hiệu quả bất ngờ;

3. Sáng chế sử dụng việc khắc hóa học để tạo ra bề mặt kết cấu kích thước nano mà không cần khắc mặt nạ, mà có quy trình vận hành đơn giản và khả năng tương thích tốt với

quy trình sản xuất công nghiệp hiện có và có thể nhanh chóng được đưa vào sản xuất công nghiệp, và thích hợp cho việc phổ biến và ứng dụng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ của bề mặt kết cấu của tấm silic sau khi được kết cấu trong ví dụ 1;

Fig.2 là hình vẽ của bề mặt kết cấu của tấm silic sau khi được kết cấu trong ví dụ 2;
và

Fig.3 là hình vẽ của bề mặt kết cấu của tấm silic sau khi được kết cấu trong ví dụ so sánh 1.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây cùng kết hợp với các ví dụ.

Ví dụ 1:

Như thể hiện trên Fig.1, phương pháp để tạo ra cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh, bao gồm các bước sau:

(1) đặt tấm silic trong dung dịch axit hydrofloric chứa chất oxy hóa và muối kim loại để tạo ra cấu trúc lớp xốp; nhiệt độ là 50°C và thời gian là từ 10 đến 1000 giây;

(2) rửa bằng nước; sau đó làm sạch bằng dung dịch kiềm hóa học;

trong đó dung dịch hóa học kiềm được chọn từ dung dịch natri hydroxit; và thời gian làm sạch là từ 5 đến 250 giây;

trong đó nồng độ theo thể tích của dung dịch kiềm hóa học là 10% và nhiệt độ là 50°C ;

(3) rửa bằng nước; sau đó loại bỏ các hạt kim loại còn lại bằng dung dịch làm sạch thứ nhất;

trong đó dung dịch làm sạch thứ nhất là dung dịch hỗn hợp được chọn từ bất kỳ trong số axit nitric, nước amoniac, dung dịch hỗn hợp của axit clohydric và hydro peroxit và dung dịch hỗn hợp của nước amoniac và hydro peroxit;

(4) rửa bằng nước; sau đó khắc bề mặt bằng dung dịch khắc hóa học thứ nhất; trong đó dung dịch khắc hóa học thứ nhất là dung dịch hỗn hợp của axit hydrofloric và axit nitric;

nhệt độ là 40°C và thời gian là từ 5 đến 250 giây;

(5) rửa bằng nước; sau đó ngâm tấm silic nêu trên trong dung dịch khắc hóa học thứ hai để tạo ra cấu trúc kết cấu; trong đó dung dịch khắc hóa học thứ hai là dung dịch kiềm;

trong đó dung dịch kiềm được chọn từ kali hydroxit, nồng độ của dung dịch kiềm là từ 0,05 đến 0,5 mol/L; và thời gian ngâm là từ 5 đến 250 giây;

(6) rửa bằng nước; sau đó làm sạch tấm silic nêu trên trong dung dịch làm sạch thứ hai để loại bỏ các hạt kim loại còn lại;

trong đó dung dịch làm sạch thứ hai là dung dịch hỗn hợp của nước amoniac và hydro peroxit; nhiệt độ của dung dịch làm sạch là 30°C; nồng độ theo thể tích của nước amoniac là 10%, và nồng độ theo thể tích của hydro peroxit là 10%;

(7) rửa bằng nước; sau đó ngâm tấm silic trong dung dịch axit hydrofloric; rửa bằng nước để có được cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh.

Ví dụ 2:

Như được thể hiện trên Fig.2, phương pháp để tạo ra cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh, bao gồm các bước sau:

(1) đặt tấm silic trong dung dịch axit hydrofloric chứa chất oxy hóa và muối kim loại để tạo ra cấu trúc lớp xốp; nhiệt độ là 50°C và thời gian là từ 10 đến 1000 giây;

(2) rửa bằng nước; sau đó làm sạch bằng dung dịch kiềm hóa học;

trong đó dung dịch hóa học kiềm được chọn từ dung dịch natri hydroxit; và thời gian làm sạch là từ 5 đến 250 giây;

trong đó nồng độ theo thể tích của dung dịch kiềm hóa học là 10% và nhiệt độ là 50°C;

(3) rửa bằng nước; sau đó loại bỏ các hạt kim loại còn lại bằng dung dịch làm sạch thứ nhất;

trong đó dung dịch làm sạch thứ nhất là dung dịch hỗn hợp được chọn bất kỳ trong số axit nitric, nước amoniac, dung dịch hỗn hợp của axit clohydric và hydro peroxit và dung dịch hỗn hợp của nước amoniac và hydro peroxit;

(4) rửa bằng nước; sau đó khắc bề mặt bằng dung dịch khắc hóa học thứ nhất; trong đó dung dịch khắc hóa học thứ nhất là dung dịch hỗn hợp của axit hydrofloric và axit nitric; nhiệt độ là 40°C và thời gian là từ 5 đến 250 giây;

rửa bằng nước để có được cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh thể.

Ví dụ so sánh 1:

Như được thể hiện trên Fig.3, phương pháp để tạo ra cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh, bao gồm các bước sau:

(1) đặt tấm silic trong dung dịch axit hydrofloric chứa chất oxy hóa và muối kim loại để tạo ra cấu trúc lớp xốp; nhiệt độ là 50°C và thời gian là từ 10 đến 1000 giây;

(2) rửa bằng nước; sau đó khắc bề mặt bằng dung dịch khắc hóa học thứ nhất; trong đó dung dịch khắc hóa học thứ nhất là dung dịch hỗn hợp của axit hydrofloric và axit nitric; nhiệt độ là 40°C và thời gian là từ 5 đến 250 giây;

(3) rửa bằng nước; sau đó ngâm tấm silic nêu trên trong dung dịch khắc hóa học thứ hai để tạo ra cấu trúc kết cấu; trong đó dung dịch khắc hóa học thứ hai là dung dịch kiềm;

trong đó dung dịch kiềm được chọn từ kali hydroxit, nồng độ của dung dịch kiềm là từ 0,05 đến 0,5 mol/L; và thời gian ngâm là từ 5 đến 250 giây;

(4) rửa bằng nước; sau đó làm sạch tấm silic nêu trên trong dung dịch làm sạch thứ hai để loại bỏ các hạt kim loại còn lại;

(5) rửa bằng nước; sau đó ngâm tấm silic nêu trên trong dung dịch axit hydrofloric; và rửa bằng nước.

(I) Thứ nhất, tuổi thọ của các dung dịch hỗn hợp của axit hydrofloric và axit nitric trong các ví dụ và ví dụ so sánh được so sánh, và Fig.1 là hình vẽ của bề mặt kết cấu bề mặt của tấm silic khi 2500 tấm silic được xử lý trong ví dụ. Fig.3 là hình vẽ của bề mặt kết cấu của bề mặt của tấm silic khi 2500 tấm silic được xử lý trong ví dụ so sánh. Như có thể thấy từ sự so sánh trên các hình vẽ, tính đồng nhất được thể hiện trên Fig.3 rất kém, điều này chỉ ra rằng tại thời điểm này dung dịch hỗn hợp của axit hydrofloric và axit nitric không thể sử dụng được nữa. Ngoài ra, các thí nghiệm đã chỉ ra rằng tuổi thọ của dung dịch hỗn

hợp của axit hydrofloric và axit nitric theo sáng chế có thể tăng đến 80.000 tấm silic.

(II) Tiếp theo, các thông số về tính chất điện của việc sản xuất hàng loạt 80.000 tấm pin được so sánh giữa các ví dụ và ví dụ so sánh, kết quả so sánh như sau:

	Umạch-hở (mV)	Ngắt-mạch (A)	FF (%)	EFF
Ví dụ 1	640,3	8,969	79,90	18,86%
Ví dụ 2	639,9	8,953	79,96	18,83%
Ví dụ so sánh 1	636,7	8,889	79,77	18,55%

Như có thể thấy ở trên, so với ví dụ so sánh, điện áp mạch hở và dòng ngắt mạch của sáng chế được cải thiện đáng kể, và hiệu suất chuyển đổi quang điện được cải thiện 0,31%, do đó hiệu quả ngoài mong đợi đã đạt được.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp sản xuất cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh, phương pháp này bao gồm các bước:

(1) tấm silic được đặt trong dung dịch axit flohydric chứa chất oxy hóa và muối kim loại tạo thành cấu trúc lớp xốp trên bề mặt của tấm silic; hoặc tấm silic đầu tiên được ngâm trong dung dịch chứa các ion kim loại sao cho bề mặt của tấm silic được phủ bởi lớp hạt nano kim loại, sau đó bề mặt của tấm silic được khắc bằng dung dịch khắc hóa học để tạo ra cấu trúc lớp xốp, dung dịch khắc hóa học là dung dịch hỗn hợp của HF và chất oxy hóa;

(2) làm sạch bằng dung dịch hóa chất kiềm thứ nhất, trong đó bước (2) có thể được áp dụng để loại bỏ cấu trúc silic xốp trên bề mặt, để lộ ra cấu trúc nano kết cấu bên trong, trong khi bóc ra một lượng lớn các hạt kim loại trong silic xốp;

(3) loại bỏ các hạt kim loại còn lại bằng dung dịch làm sạch thứ nhất; và

(4) khắc bề mặt bằng dung dịch khắc hóa học thứ nhất để có được cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh; trong đó dung dịch khắc hóa học thứ nhất là dung dịch hỗn hợp của axit hydrofloric và chất oxy hóa.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các bước rửa nước được cung cấp tương ứng giữa các bước (1) và (2), giữa các bước (2) và (3), và giữa các bước (3) và (4).

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trong bước (2), thời gian làm sạch là từ 5 đến 250 giây;

nồng độ theo thể tích của chất kiềm trong dung dịch hóa học kiềm thứ nhất là từ 0,1 đến 30% và nhiệt độ là từ 20 đến 80°C;

dung dịch hóa học kiềm thứ nhất là một hoặc nhiều dung dịch bất kỳ lựa chọn từ nhóm bao gồm dung dịch natri hydroxit, dung dịch kali hydroxit, nước amoniac, dung dịch hỗn hợp của nước amoniac và hydro peroxit, và tetrametyl amoni hydroxit.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trong bước (3), dung dịch làm sạch thứ nhất được chọn từ một dung dịch trong bốn dung dịch sau: dung dịch hỗn hợp của axit clohydric và hydro peroxit, dung dịch hỗn hợp của nước amoniac và hydro peroxit, axit nitric và nước amoniac;

nồng độ theo thể tích của axit nitric là từ 5 đến 69%; và nồng độ theo thể tích của nước amoniac là từ 1 đến 30%; và

hiệt độ của dung dịch làm sạch thứ nhất là từ 20 đến 80°C.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sau bước (4), phương pháp còn bao gồm các bước sau:

(5) ngâm tấm silic nêu trên trong dung dịch khắc hóa học thứ hai; và dung dịch khắc hóa học thứ hai là dung dịch kiềm;

trong đó dung dịch kiềm là một hoặc nhiều dung dịch bất kỳ được chọn từ nhóm bao gồm dung dịch natri hydroxit, dung dịch kali hydroxit, nước amoniac và tetrametyl amoni hydroxit;

(6) sau đó làm sạch tấm silic nêu trên trong dung dịch làm sạch thứ hai;

trong đó dung dịch làm sạch thứ hai là dung dịch hỗn hợp được chọn từ dung dịch bất kỳ trong số dung dịch hỗn hợp của axit clohydric và hydrog peroxit và dung dịch hỗn hợp của nước amoniac và hydro peroxit;

(7) sau đó ngâm tấm silic nêu trên trong dung dịch axit flohydric.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó các bước rửa nước còn được cung cấp trước bước bất kỳ trong số các bước (5), (6) và (7) và sau bước (7).

7. Phương pháp tạo ra cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh, phương pháp này bao gồm các bước sau:

(1) tấm silic được đặt trong dung dịch axit flohydric chứa chất oxy hóa và muối kim loại để tạo thành cấu trúc lớp xốp trên bề mặt của tấm silic, trong đó nhiệt độ là 25 đến 90°C và thời gian là 10-1000 giây; hoặc tấm silic đầu tiên được ngâm trong dung dịch chứa các ion kim loại sao cho bề mặt của tấm silic được phủ bởi lớp hạt nano kim loại, sau đó bề mặt của tấm silic được khắc bằng dung dịch khắc hóa học để tạo ra cấu trúc lớp xốp, dung dịch khắc hóa học là dung dịch hỗn hợp của HF và chất oxy hóa;

(2) làm sạch bằng dung dịch hóa học kiềm thứ hai, và loại bỏ các hạt kim loại còn lại ở đáy của các lỗ, trong đó bước (2) có thể được áp dụng để loại bỏ cấu trúc silic xốp trên bề mặt, để lộ ra cấu trúc nano kết cấu bên trong, trong khi bóc ra một lượng lớn các hạt kim

loại trong silic xốp;

(3) khắc bề mặt bằng dung dịch khắc hóa học thứ nhất để có được cấu trúc kết cấu của pin năng lượng mặt trời silic kết tinh; trong đó dung dịch khắc hóa học thứ nhất là dung dịch hỗn hợp của axit hydrofloric và chất oxy hóa.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó các bước rửa nước còn được cung cấp tương ứng giữa các bước (1) và (2), và giữa các bước (2) và (3).

9. Phương pháp theo điểm 7, trong đó trong bước (2), thời gian làm sạch là từ 5 đến 250 giây;

nồng độ theo thể tích của chất kiềm trong dung dịch hóa học kiềm thứ hai là từ 0,1 đến 30% và nhiệt độ là từ 20 đến 80°C;

dung dịch hóa học kiềm thứ hai là dung dịch bất kỳ được chọn từ nhóm bao gồm nước amoniac và dung dịch hỗn hợp của nước amoniac và hydro peroxit.

10. Phương pháp theo điểm 7, trong đó sau bước (3), phương pháp còn bao gồm các bước sau:

(4) ngâm tấm silic ở trên trong dung dịch khắc hóa học thứ hai; và dung dịch khắc hóa học thứ hai là dung dịch kiềm;

trong đó dung dịch kiềm là bất kỳ một hoặc nhiều dung dịch được chọn từ nhóm bao gồm dung dịch natri hydroxit, dung dịch kali hydroxit, nước amoniac và tetrametyl amoni hydroxit;

(5) sau đó làm sạch tấm silic nêu trên trong dung dịch làm sạch;

trong đó dung dịch làm sạch là dung dịch bất kỳ trong số dung dịch hỗn hợp của axit clohydric và hydro peroxit và dung dịch hỗn hợp của nước amoniac và hydro peroxit;

(6) sau đó ngâm tấm silic ở trên trong dung dịch axit hydrofloric.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó các bước rửa nước còn được cung cấp trước bước bất kỳ trong số các bước (4), (5) và (6) và sau bước (6).

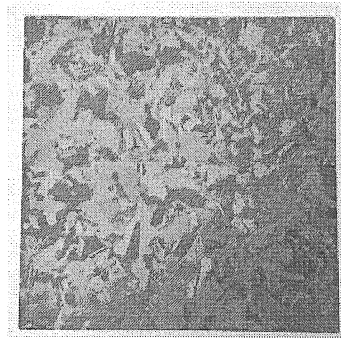


Fig.1

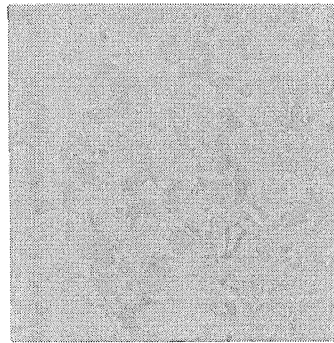


Fig.2



Fig.3