



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0043018

(51)<sup>7</sup> B01J 13/02; C08F 212/08; C08F 220/34; (13) B  
C09D 7/12; C08F 236/20; C09D 125/08;  
C09D 125/14; C03C 17/00; C08F 220/36

(21) 1-2017-01653

(22) 03/05/2017

(30) 201610301751.6 06/05/2016 CN

(45) 25/02/2025 443

(43) 27/11/2017 356A

(73) 1. Dongguan CSG Solar Glass Co., Ltd. (CN)

Xinji Village, Machong Town, Dongguan City, Guang Dong Province 523141, China

2. CSG holding Co., Ltd. (CN)

6th Industrial Road, Shekou District, Shenzhen, Guangzhou Province 518000, China

(72) ZHOU Zhiwen (CN); CHEN Gang (CN); WANG Ke (CN); SONG Hui (CN); CHEN Zhihong (CN); LIU Minggang (CN); JI Pengyuan (CN); TANG Gaoshan (CN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Phạm Anh Nguyên (ANPHAMCO CO.,LTD.)

(54) DUNG DỊCH PHỦ TỔNG HỢP CHỨA DUNG DỊCH KEO ALUMOSILICAT ĐƯỢC PHA THÊM VI CẦU NANO SILIC OXIT CẤU TRÚC LỖI-VỎ, PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO VÀ LỚP MÀNG TĂNG TÍNH THẨM THẤU VÀ CHỐNG PHẢN XẠ

(21) 1-2017-01653

(57) Sáng chế đề cập đến dung dịch phủ tổng hợp chứa dung dịch keo aluminosilicat được pha thêm vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ, và phương pháp chế tạo chúng. Sáng chế cũng đề cập đến lớp màng tăng tính thấm thấu và chống phản xạ. Nhũ tương polystyren cation được sử dụng để làm lõi cứng để chế tạo chất lỏng phân tán nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ theo sáng chế, mà được tổng hợp với dung dịch keo nhôm silic để chế tạo dung dịch phủ chống phản xạ, và sau đó được tôi để thu được lớp màng tăng tính thấm thấu và chống phản xạ. Lớp màng tăng tính thấm thấu và chống phản xạ với cấu trúc rỗng được chế tạo bằng quy trình đơn giản, và các vật liệu thô được sử dụng là dễ dàng thu được. Các lỗ rỗng được đặt bên trong các hạt thay vì trong mạng lưới silic dioxit, để đảm bảo độ truyền qua cao hơn đạt trên 94,5%. Lớp màng tăng tính thấm thấu chống phản xạ có độ xốp cao hơn và hiệu suất chống bụi bẩn cực tốt. Hơn nữa, nó có độ bền cao nhờ việc bám chặt với nền kính. Do cấu trúc dày đặc của bề mặt có thể ngăn ngừa sự ăn mòn của hơi nước, nó có hiệu suất chống chịu thời tiết tốt và giá trị ứng dụng công nghiệp cao.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực vật liệu nano cấu trúc lõi-vỏ, cụ thể là đề cập đến dung dịch phủ kính chống phản xạ, cũng như phương pháp chế tạo và ứng dụng của chúng.

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

Kính bảo vệ pin năng lượng mặt trời được sử dụng trong quá trình tạo ra năng lượng quang điện mặt trời. Trong quá trình tạo ra năng lượng quang điện mặt trời, độ truyền ánh sáng tốt hơn ở kính bảo vệ pin năng lượng mặt trời thì hiệu quả chuyển đổi năng lượng sẽ cao hơn. Trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan, để cải thiện độ truyền ánh sáng của kính bảo vệ pin năng lượng mặt trời, màng chống phản xạ được phủ lên bề mặt của kính bảo vệ pin năng lượng mặt trời để giảm thất thoát do phản xạ của ánh sáng mặt trời, và nâng cao tỷ lệ sử dụng ánh sáng của mô-đun pin mặt trời, để nâng cao hiệu quả chuyển đổi năng lượng của quá trình tạo ra năng lượng quang điện mặt trời.

Lớp màng hạt silic oxit được chế tạo bởi dung dịch keo nano silic oxit là dạng khởi đầu của lớp màng chống phản xạ, mà có cấu trúc xốp cao được tích tụ bằng hạt nano silic oxit có cỡ hạt hàng chục đến hàng trăm nanomet. Nói cách khác, nó là một cấu trúc được tích tụ bởi các hạt hình cầu, và có tính thấm thấu tốt. Độ bền cơ của loại màng này là rất thấp, có nghĩa là lớp màng có thể dễ dàng bị mất đi bởi vì các liên kết hóa học giữa các hạt nano silic oxit và bề mặt của kính là ít. Hơn nữa, vì độ nhám bề mặt lớn của lớp màng được chế tạo, bụi hoặc chất bẩn hữu cơ có thể dễ dàng bị mắc kẹt vào khu vực trũng thấp và khó xử lý, cụ thể là, nó có hiệu suất chống bụi bẩn kém. Có yêu cầu cao về độ bền cơ và hiệu suất chống bụi bẩn của lớp màng, vì kính bảo vệ pin năng lượng mặt trời được sử dụng ngoài trời, thường tiếp xúc với tất cả các loại mưa và tuyết, mưa đá, gió, khói xe và các điều kiện môi trường khác.

Đối với các yêu cầu về độ bền cơ của lớp màng, các công nghệ hiện tại thường sử dụng phương pháp sol-gel, sử dụng este silicat làm vật liệu thô, điều chế polyme silic oxit dưới điều kiện xúc tác axit. Lớp màng polyme có độ bền cơ tốt, nhưng có độ dày đặc cao và độ xốp thấp, chỉ số khúc xạ cao hơn và hiệu suất chống phản xạ thấp. Để cải thiện độ xốp và đặc tính trong suốt, một lượng nhất định các chất hữu cơ tạo lỗ (ví dụ như các polyme hữu cơ hoặc nhựa cao phân tử, v.v..) thường được trộn lẫn trong polyme silic oxit, loại bỏ các chất hữu cơ tạo lỗ bằng cách nung ở nhiệt độ cao (trên 500°C) để tạo thành lớp màng có cấu trúc tổ ong, để tăng đáng kể độ xốp và độ truyền qua của lớp màng.

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

Tuy nhiên, trong công nghệ hiện tại, lớp màng silic oxit chống phản xạ được chế tạo bằng cách trộn các chất hữu cơ tạo lỗ vẫn có vấn đề về hiệu suất chống bụi bẩn thấp. Bởi vì các polyme silic oxit và các chất hữu cơ tạo lỗ được trộn đều trước khi nung, các lỗ rỗng chắc chắn tồn tại trên bề mặt của lớp màng để nung chất hữu cơ tạo lỗ. Kết quả là, tạo ra các lỗ hở tiếp xúc với môi trường. Càng nhiều các chất hữu cơ tạo lỗ được thêm vào thì tỷ lệ truyền ánh sáng càng cao. Nhưng độ bền cơ của lớp màng sẽ giảm, và lỗ rỗng trên bề mặt lớp màng sẽ trở nên lớn hơn và nhiều hơn, điều đó sẽ gây ra mâu thuẫn giữa việc tăng độ truyền ánh sáng, và duy trì hiệu suất chống bụi bẩn cao và độ bền cơ cao.

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, sáng chế đề xuất các giải pháp kỹ thuật sau.

Vi cấu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ, trong đó vi cấu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ thu được bằng phương pháp chế tạo bao gồm các bước sau:

(1) điều chế lõi polystyren bằng quy trình trùng hợp nhũ tương không chất nhũ hóa: cho comonome chứa amin hoặc comonome bậc bốn và nước vào trong bình phản ứng, bổ sung styren, sau đó gia nhiệt hỗn hợp đến 50-85°C, tốt hơn là 70°C trong môi trường được bảo vệ bằng khí nitơ, và bổ sung từng giọt dung dịch nước khơi mào để phản ứng, và nhờ đó thu được nhũ tương polystyren cation;

(2) chế tạo nhũ tương vi cấu cấu trúc lõi-vỏ polystyren phủ silic oxit: trộn nhũ tương polystyren cation được sử dụng làm lõi cứng với dung môi, sau đó bổ sung vật liệu silic

trong điều kiện khuấy ở 15-35°C, tốt hơn là ở nhiệt độ trong phòng để phản ứng và thu được nhũ tương vi cầu cấu trúc lõi-vỏ polystyren phủ silic oxit.

Tốt hơn là, trong vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên, comonome là monome vinyl chứa amin và/hoặc monome vinyl amoni bậc bốn; tốt hơn là, monome vinyl amoni bậc bốn được chọn từ một hoặc nhiều nhóm gồm có acryloyloxyetyl trimetoxyl amoni clorua, metacryloyloxyetyl trimetyl amoni clorua, (met)acrylamino propyl trimetyl amoni clorua, hoặc dialyl dimetyl amoni clorua; monome vinyl chứa amin này được chọn từ một hoặc nhiều nhóm gồm có dimethylamino etyl (met)acrylat, diethylamino etyl (met)acrylat hoặc diisopropylamino etyl (met)acrylat.

Tốt hơn là, trong vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên, vật liệu silic được chọn từ một hoặc nhiều vật liệu thuộc nhóm gồm có tetrametoxysilan, tetraetoxysilan, metyl trimetoxyl silan, metyl trietoxysilan, vinyl trimetoxyl silan, vinyl trietoxyl silan,  $\gamma$ -mercaptopropyl trimetoxyl silan,  $\gamma$ -aminopropyl trietoxyl silan,  $\gamma$ -glycidoxyl propyl trimetoxyl silan hoặc  $\gamma$ -(metacryloyl) propyl trimetoxyl silan.

Tốt hơn là, trong vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên, chất khơi mào là kali persulfat hoặc 2,2"-Azobis (2-metylpropionamidin) hydro clorua.

Tốt hơn là, trong vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên, ở bước (1), tỷ lệ khối lượng của comonome so với monome styren là (0,5-4) : (10-20).

Tốt hơn là, trong vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên, ở bước (1), tỷ lệ khối lượng của comonome, monome styren, chất khơi mào và nước trong toàn bộ hệ thống lần lượt là 0,5-4% comonome, 10-20% monome styren, 0,1-1% chất khơi mào và 75-89,4% nước.

Tốt hơn là, trong vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên, ở bước (2), lượng dung môi dựa trên chuẩn pha loãng nhũ tương polystyren cation so với hàm lượng chất rắn là 1-20% khối lượng.

Tốt hơn là, trong vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên, ở bước (2), tỷ lệ khối lượng của hàm lượng chất rắn trong nhũ tương polystyren so với vật liệu silic được thêm vào là 10-30%.

Tốt hơn là, trong vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên, ở bước (2), dung môi được chọn từ một hoặc nhiều nhóm bao gồm nước, metanol, etanol, etylen glycol, rượu n-propyl, rượu isopropyl, propylen glycol, glyxerol, rượu n-butyl, etylen glycol monometyl ete, etylen glycol monoetyl ete, propylen glycol ete, propylen glycol butyl ete, tripropylen glycol monometyl ete hoặc tripropylen glycol monoete.

Tốt hơn là, trong vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên, comonome là monome vinyl chứa amin, cần thêm axit vào monome vinyl để xử lý proton hóa trước bước (1), axit được sử dụng được lựa chọn từ axit vô cơ hoặc axit hữu cơ.

Tốt hơn là, trong vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên, axit vô cơ là axit clohydric, axit sulfuric, axit nitric hoặc axit phosphoric, và axit hữu cơ là axit axetic, axit xitric hoặc axit oxalic; tốt hơn là, lượng axit vô cơ cần thiết dựa trên tính toán theo monoaxit đó là tỷ lệ mol của axit so với nhóm amin trong monome vinyl chứa amin là 50-100%.

Tốt hơn là, trong vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên, ở bước (1), sau khi bổ sung styren, khuấy hỗn hợp thu được ở 150-500 vòng/phút, tốt hơn là 200-450 vòng/phút.

Tốt hơn là, trong vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên, ở bước (1), thêm chất khơi mào với tốc độ 0,1-2mL/phút bằng cách nhỏ giọt, tốt hơn là với tốc độ 0,5-1,5mL/phút.

Ngoài ra, sáng chế đề xuất dung dịch phủ tổng hợp chứa dung dịch keo aluminosilicat được pha thêm vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ, đặc trưng ở chỗ dung dịch phủ được tổng hợp bởi một trong số các dung dịch keo nêu trên của vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ theo các điểm từ 1 đến 13 với vật liệu dung dịch keo aluminosilicat chứa hydroxyl.

Tốt hơn là, trong dung dịch phủ tổng hợp nêu trên, tỷ lệ thể tích của dung dịch keo aluminosilicat chứa hydroxyl so với dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ là 1: (1-10), tốt hơn là 1: (4-10), tính theo tỷ lệ phần trăm trọng lượng.

Tốt hơn là, trong dung dịch phủ tổng hợp nêu trên, vật liệu dung dịch keo aluminosilicat chứa hydroxyl thu được bằng phản ứng của các vật liệu gồm nước, chất xúc tác axit, dung môi, muối nhôm và vật liệu silic, trong đó, khối lượng của muối nhôm là 0,025-0,1g, tốt hơn là 0,055-0,1g, so với 1 mL vật liệu silic.

Tốt hơn là, trong dung dịch phủ tổng hợp nêu trên, hàm lượng dung môi là 1-20mL, hàm lượng nước là 0,1-1mL, và hàm lượng chất xúc tác là 0,01-0,1mL so với 1 mL vật liệu silic.

Tốt hơn là, trong dung dịch phủ tổng hợp nêu trên, chất xúc tác đã nêu được chọn từ nhóm bao gồm axit clohydric, axit nitric, axit sulfuric, axit phosphoric, axit axetic, axit xitric và axit oxalic.

Tốt hơn là, trong vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ hoặc dung dịch phủ tổng hợp nêu trên, vật liệu silic được thêm vào trong quá trình điều chế vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ và dung dịch keo aluminosilicat chứa hydroxyl được chọn từ nhóm gồm có tetrametoxysilan, tetraetoxysilan, metyl trimetoxysilan, metyl trietoxysilan, vinyl trimetoxysilan, vinyl trietoxysilan, gamma-mercaptopropyl trimetoxysilan, gamma-aminopropyl trietoxysilan, gamma-glycidopropyl trimetoxysilan hoặc gamma-(metacryloyloxy)propyl trimetoxysilan.

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp chế tạo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ, khác biệt ở chỗ, vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ thu được bằng phương pháp chế tạo bao gồm các bước sau:

(1) điều chế lõi polystyren bằng quá trình trùng hợp nhũ tương không chất nhũ hóa: cho comonomer chứa amin hoặc comonomer bậc bốn và nước vào trong bình phản ứng, bổ sung styren, sau đó gia nhiệt hỗn hợp đến 50-85°C, tốt hơn là 70°C trong môi trường được

bảo vệ bằng khí nitơ, và bổ sung từng giọt dung dịch nước khơi mào để phản ứng, và nhờ đó thu được nhũ tương polystyren cation;

(2) chế tạo nhũ tương vi cầu cấu trúc lõi-vỏ polystyren phủ silic oxit: trộn nhũ tương polystyren cation được sử dụng làm lõi cứng với dung môi, sau đó bổ sung vật liệu silic trong điều kiện khuấy ở 15-35°C, tốt hơn là ở nhiệt độ trong phòng để phản ứng và thu được nhũ tương vi cầu cấu trúc lõi-vỏ polystyren phủ silic oxit.

Ngoài ra, sáng chế cũng đề xuất phương pháp chế tạo dung dịch phủ tổng hợp chứa một trong số các dung dịch keo aluminosilicat được pha thêm vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên, trong đó, dung dịch phủ tổng hợp chứa dung dịch keo aluminosilicat và vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ là thu được bằng cách tổng hợp một trong số các dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên với vật liệu dung dịch keo aluminosilicat chứa hydroxyl.

Sáng chế cũng đề xuất ứng dụng của dung dịch keo của vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên và một trong số các dung dịch phủ tổng hợp nêu trên có chứa dung dịch keo aluminosilicat được pha thêm vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ trong việc chế tạo lớp màng chống phản xạ trên bề mặt của kính quang điện, các thiết bị quang học hoặc thiết bị năng lượng mặt trời.

Sáng chế cũng đề xuất dung dịch keo aluminosilicat, đặc trưng ở chỗ, dung dịch keo aluminosilicat thu được bằng phản ứng của các vật liệu chứa nước, axit được sử dụng làm chất xúc tác, dung môi, muối nhôm và vật liệu silic, trong đó, khối lượng của muối nhôm là 0,025-0,1g, so với 1 mL vật liệu silic; tốt hơn là, hàm lượng dung môi là 1-20mL, hàm lượng nước là 0,1-1mL, hàm lượng chất xúc tác là 0,01-0,1mL, so với 1 mL vật liệu silic.

Sáng chế cũng đề xuất lớp màng chống phản xạ, thu được bằng cách phủ một trong những dung dịch phủ tổng hợp nêu trên lên chất nền kính, bằng một phương pháp phủ được chọn từ phương pháp phun, nhúng, kéo, phủ lăn, phủ quay, phủ dòng chảy và phủ bằng bàn chải, sau đó sấy khô và nung-hóa rắn ở 80-250°C, và tôi kính ở 500-700°C.

Dung dịch phủ kính siêu trắng chống phản xạ được chế tạo theo sáng chế bằng cách pha thêm và tổng hợp của vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ với dung dịch keo silic nhôm. Dung dịch phủ được phủ lên trên bề mặt của kính năng lượng mặt trời siêu trắng, và hạt nhân hữu cơ trong vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ của lớp màng được đốt cháy để tạo khối cầu nano rỗng nano silic oxit sau khi hóa rắn và tôi. Trong phương pháp này, các lỗ rỗng nằm bên trong các hạt thay vì mạng lưới silic dioxit, để đảm bảo độ truyền qua cao hơn mà có thể hơn 94,5%, độ xốp cao hơn (độ xốp của lớp màng có thể lên đến 0,2-0,5 tính theo chỉ số khúc xạ của màng), độ bền cơ và độ dày đặc bề mặt cao hơn, hơn nữa đạt được mục tiêu tăng độ truyền ánh sáng và duy trì hiệu suất chống bụi bẩn tốt hơn, giải quyết những mâu thuẫn giữa tăng độ truyền ánh sáng, và duy trì hiệu suất chống bụi bẩn tốt và độ bền cơ cao. Hơn nữa, lớp màng chống phản xạ có độ cứng cao bởi lớp màng gắn chắc với bề mặt kính. Do bề mặt dày đặc mà có thể ngăn chặn sự ăn mòn của hơi nước, có khả năng chống chịu thời tiết tốt và giá trị ứng dụng công nghiệp cao.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Trong những năm gần đây, để chế tạo dung dịch phủ chống phản xạ cho kính quang điện, vi cầu rỗng nano-SiO<sub>2</sub> thường được sử dụng, bởi vì nó có các đặc tính tốt bao gồm cả diện tích bề mặt riêng lớn, độ xốp bên trong cao, độ xuyên thấu tốt, độ bền nhiệt cao, không độc hại và nhiều đặc tính khác. Vi cầu rỗng nano-silic oxit đang được quan tâm phát triển để làm vật liệu chức năng mới, và được sử dụng rộng rãi trong vật liệu làm đầy, vật liệu xúc tác, vật liệu quang điện tử, vật liệu giải phóng kéo dài trong y tế, vật liệu phủ và các lĩnh vực khác.

Tuy nhiên, phương pháp theo sáng chế và các giải pháp kỹ thuật đã biết để chế tạo lớp màng tăng tính thấm thấu và chống phản xạ của vi cầu rỗng nano silic oxit có sự khác biệt cơ bản trong quá trình phủ và vật liệu nguồn silic. Theo sáng chế, chất lỏng phân tán nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ được điều chế bằng cách sử dụng nhũ tương polystyren cation làm lõi, sau đó kết hợp với dung dịch keo aluminosilicat để chế tạo dung dịch phủ chống phản xạ, và lớp màng chống phản xạ thu được bằng cách xử lý tôi luyện. Lớp màng chống phản xạ

với cấu trúc rỗng được chế tạo bằng quá trình một bước đơn giản, vật liệu thô sử dụng trong sáng chế là dễ dàng có được.

Tốt hơn là, sáng chế đề xuất vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ và các phương pháp chế tạo chúng, dung dịch keo aluminosilicat và phương pháp chế tạo chúng, và dung dịch phủ chống phản xạ được chế tạo bằng cách tổng hợp vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ với dung dịch keo aluminosilicat như mô tả dưới đây.

1. Phương pháp chế tạo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ, bao gồm các bước sau:

(1) Lõi polystyren được điều chế bằng quy trình trùng hợp nhũ tương không chất nhũ hóa. Một lượng nhất định comonome và nước được cân và cho vào trong bình bốn cổ dung tích 250ml, styren được thêm vào dưới tác động khuấy cơ học và khuấy 30-50 phút ở tốc độ 150-500 vòng/phút, tốt hơn là 200-450 vòng/phút, và tốt nhất là 250 vòng/phút. Hỗn hợp được làm nóng lên đến 50-85°C, tốt hơn là 70°C trong môi trường được bảo vệ bằng khí nitơ, và dung dịch nước chứa chất khơi mào được bổ sung từng giọt ở tốc độ 0,1-2,0 mL/phút, tốt hơn là 0,5-1,5mL/phút, tốt nhất là 0,5mL/phút. Nhũ tương polystyren cation ổn định với cỡ hạt khác nhau thu được sau phản ứng trong 20-28 giờ, tốt hơn là 24 giờ. Tốt hơn là, cỡ hạt trung bình của nhũ tương polystyren là 100-300nm, và 100-220nm là tốt hơn, và hàm lượng chất rắn là 10-25%.

Trong đó, nước được bổ sung vào bình bốn cổ có thể là nước tinh khiết như nước khử ion, cũng có thể là nước có chứa một số dung môi hữu cơ, chẳng hạn như etanol, axeton và một số dung môi khác, lượng dung môi hữu cơ có thể nhiều nhất khoảng 10% trọng lượng.

Trong đó, comonome có thể là monome vinyl bậc bốn, như acryloyloxyetyl trimetoxi amoni clorua, metacryloyloxyetyl trimetylmoni clorua, (met) clorua acrylamido propyl trimetyl amoni, dialyl dimetyl amoni clorua và một số monome khác; và cũng có thể là monome vinyl chứa amin như dimetyl amino etyl (met)acrylat, etyl (met)acrylat dietyl amino, diisopropyl amino etyl (met)acrylat và một số khác. Nếu monome vinyl chứa amin được sử dụng, thì sẽ cần thêm axit để xử lý proton hóa trước khi trùng hợp, và axit được sử dụng bao gồm axit vô cơ và axit hữu cơ. Axit vô cơ có thể là axit clohydric, axit

sulfuric, axit nitric hoặc axit phosphoric, axit hữu cơ có thể là axit axetic, axit xitric hoặc axit oxalic, v.v. Nếu axit là monoaxit, tỷ lệ mol của axit so với nhóm amin trong monome vinyl chứa amin là 50-100%. Khi axit là axit điprotic, lượng axit sẽ được giảm một nửa tương ứng.

Trong đó, chất khơi mào tốt hơn là KPS (kali persulfat) hoặc 2,2'-Azobis (2-methylpropionamidin) hydro clorua.

Trong đó, các tác giả sáng chế thấy rằng nhiệt độ và tỷ lệ khối lượng của comonome so với styren là những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến cỡ hạt của nhũ tương polystyren cation được chế tạo theo sáng chế, mà nó sẽ ảnh hưởng đến độ xốp cuối cùng của lớp màng phủ cho kính. Tốt hơn là, tỷ lệ khối lượng của comonome so với styren là (0,5-4) : (10-20).

Trong đó, tốt hơn là trong quá trình trùng hợp, nhiệt độ trùng hợp là 50-85°C, tốt hơn là 70°C, tỷ lệ khối lượng của comonome, monome styren, chất khơi mào và nước trong toàn bộ hệ thống là 0,5-4% comonome, 10-20% monome styren, 0,1-1% chất khơi mào và 75-89,4% nước.

(2) Một lượng nhất định nhũ tương polystyren cation nêu trên và dung môi được trộn đều, và lượng dung môi là dựa trên mục đích để làm cho nhũ tương polystyren cation pha loãng tới hàm lượng chất rắn tốt hơn là 5-15% khối lượng (pha loãng nhẹ hoặc không pha loãng); sau đó, vật liệu silic được thêm từng giọt trong khi khuấy ở 15-35°C, tốt hơn là ở nhiệt độ trong phòng, sao cho tỷ lệ khối lượng của hàm lượng chất rắn trong nhũ tương polystyren so với vật liệu silic là 10-30%, tốt hơn là 15-30%. Sau đó thu được nhũ tương vi cầu cấu trúc lõi-vỏ nano polystyren phủ silic oxit sau khi phản ứng trong 3-5 giờ. Trong đó, sau khi làm khô nhũ tương, hàm lượng chất rắn của vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ đo được là 3-30% trọng lượng, tốt hơn là 10-25%.

Trong đó, vật liệu silic tốt hơn là được lựa chọn từ một hoặc nhiều chất tetrametoxysilan, tetraetoxysilan, metyl trimetoxysilan, metyl trietoxysilan, vinyl trimetoxysilan, vinyl trietoxysilan,  $\gamma$ -mercaptopropyl trimetoxysilan,  $\gamma$ -aminopropyl trietoxysilan,  $\gamma$ -glycidyl ete propyl oxy trimetoxysilan hoặc  $\gamma$ -(metacryloyloxy) propyl trimetoxysilan.

Dung môi được lựa chọn từ một hoặc nhiều loại thuộc nhóm gồm có nước, metanol, etanol, etylen glycol, rượu n-propyl, cồn, propylen glycol, glyxerol, rượu n-butyl, etylen glycol monometyl ete, etylen glycol monoetyl ete, đipropylen glycol metyl ete, propylen glycol dimetyl ete, tripropylen glycol monometyl ete hoặc tripropylen glycol monoete.

## 2. Chế tạo dung dịch keo alumosilicat, bao gồm các bước sau:

(1) Một thể tích nhất định dung môi được thêm vào bình ba cổ, nước khử ion và axit được trộn đồng nhất và thêm từ từ vào bình ba cổ trong khi khuấy ở 15-35°C, tốt hơn là ở nhiệt độ trong phòng, và tiếp tục khuấy 20-50 phút, tốt hơn là 30 phút để thu được chất lỏng A;

(2) Một lượng nhất định muối nhôm và một lượng nhất định vật liệu silic lần lượt được thêm vào chất lỏng A nêu trên trong khi khuấy ở 15-35°C, tốt hơn là ở nhiệt độ trong phòng. Hỗn hợp được làm nóng lên đến 40-80°C và tiếp tục khuấy trong 0,5-5 giờ, sau đó dừng khuấy. Để 1-5 ngày ở 25-80°C, dung dịch keo alumosilicat với hàm lượng chất rắn là 2-25% khối lượng thu được sau khi để nguội (hàm lượng chất rắn còn lại sau khi nung nóng và sấy khô ở 150°C trong 2 giờ). Trong quá trình chế tạo dung dịch keo alumosilicat, tỷ lệ lượng dung môi, nước khử ion, axit được sử dụng làm chất xúc tác, muối nhôm và vật liệu silic tính theo thể tích hoặc khối lượng là 1-20(mL) : 0,1-1(mL) : 0,01-0,1(mL) : 0,025-0,1(g) : 1(mL), tốt hơn là 1-20(mL) : 0,1-1(mL) : 0,01-0,1(mL) : 0,055-0,1(g) : 1(mL).

Trong đó, theo sáng chế, vật liệu silic được chọn từ một hoặc nhiều chất tetrametoxysilan, tetraetoxysilan, metyl trimetoxysilan, metyl trietoxysilan, vinyl trimetoxysilan, vinyl trietoxysilan,  $\gamma$ -mercaptopropyl trimetoxysilan,  $\gamma$ -aminopropyl trietoxysilan,  $\gamma$ -glycidyl ete oxy propyl trimetoxysilan hoặc  $\gamma$ -(metacryloyloxy) propyl trimetoxysilan. Vật liệu silic nêu trên có thể không chỉ được sử dụng trong việc chế tạo nhũ tương vi cầu cấu trúc lõi-vỏ polystyren phủ silic oxit, mà còn sử dụng trong việc chế tạo dung dịch keo alumosilicat. Axit được lựa chọn từ một hoặc nhiều axit thuộc nhóm bao gồm axit clohydric, axit nitric, axit sulfuric, axit phosphoric, axit axetic, axit xitric hoặc axit oxalic. Dung môi được lựa chọn từ một hoặc nhiều dung môi thuộc nhóm bao gồm metanol, etanol, etylen glycol, rượu n-propyl, rượu isopropyl, propylen glycol, glyxerol, rượu n-butyl, etylen

glycol monometyl ete, etylen glycol monoetyl ete, propylen glycol monometyl ete, di-propylen glycol metyl ete, propylen glycol dimetyl ete, tripropylen glycol monometyl ete hoặc tripropylen glycol monoete. Muối nhôm được lựa chọn từ một hoặc nhiều muối thuộc nhóm bao gồm nhôm nitrat, nhôm clorua, nhôm phosphat, nhôm fomat, nhôm axetat, nhôm propionat, dialkyl nhôm clorua, alkyl nhôm diclorua, trialkyl nhôm triclорua, nhôm isopropoxit hoặc nhôm axetylaxeton.

### 3. Chế tạo dung dịch phủ kính quang điện, bao gồm các bước sau:

Một lượng nhất định nhũ tương vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên được thêm vào bình ba cổ, và dung dịch keo alumosilicat được chế tạo nêu trên được thêm vào bình ba cổ hoặc vào bình ba cổ chứa nhũ tương vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ thu được ở bước 1 trong khi khuấy ở 15-35°C, tốt hơn là ở nhiệt độ trong phòng. Hỗn hợp được tiếp tục khuấy trong 0,5-4 giờ, sau đó dừng khuấy. Thu được dung dịch màng phủ chống phản xạ chứa nano cấu trúc lõi-vỏ có nhân polystyren và được phủ bằng silic oxit (đôi khi, PS @ SiO<sub>2</sub> được sử dụng để thể hiện cấu trúc).

Trong đó, tỷ lệ thể tích của dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl nêu trên so với nhũ tương dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ là 1: (1-10), tốt hơn là 1 : (4-10).

### 4. Phương pháp chế tạo kính bảo vệ pin quang điện năng lượng mặt trời

Phương pháp phủ bất kỳ như phun, nhúng, kéo, phủ lăn, phủ quay, phủ dòng chảy và phủ bằng bàn chải được sử dụng để phủ dung dịch phủ chống phản xạ chứa nano PS@SiO<sub>2</sub> cấu trúc lõi lên nền kính bảo vệ pin quang điện năng lượng mặt trời sạch và khô, sau đó nung và hóa rắn ở 80-250°C khi bề mặt khô, sau đó tôi ở nhiệt độ 500-700°C trong 3-5 phút, từ đó thu được sản phẩm hoàn chỉnh của kính bảo vệ pin quang điện năng lượng mặt trời.

Nhũ tương polystyren cation được chế tạo bằng quy trình trùng hợp nhũ tương không chất nhũ hóa theo sáng chế khác với phương pháp chế tạo vi cầu rỗng silic oxit trong giải pháp kỹ thuật đã biết của đơn sáng chế Trung Quốc CN200710025530.1. Nó là quy trình trùng hợp phân tán không phải quy trình trùng hợp nhũ tương không chất nhũ hóa được sử

dụng trong đơn sáng chế CN200710025530.1. Nước amoniac đã được sử dụng làm chất xúc tác trong quy trình trùng hợp phân tán, nó có thể làm cho cấu trúc lõi-vỏ trở nên không được mịn và cũng không nhỏ gọn. Ngoài ra, phương pháp theo sáng chế bản chất là làm cho tiền polyme silic oxit tích điện âm lắng đọng trên bề mặt của lõi polystyren cation. Tiền polyme silic oxit tích điện âm có thể nhanh chóng bị giữ lại bởi lõi vì bề mặt mang điện tích dương của các hạt lõi, do đó việc lắng đọng một lớp silic dioxit trên bề mặt lõi để tạo thành hạt nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ. Hơn nữa, khi tổng hợp với dung dịch keo aluminosilicat có thể cải thiện hơn hiệu suất chống chịu thời tiết của lớp màng hình thành bởi dung dịch phủ polystyren được phủ silic oxit.

So sánh các phương pháp chế tạo vi-cầu silic oxit cấu trúc lõi-vỏ theo sáng chế với đơn sáng chế Trung Quốc đã được bộc lộ 201510312827.0 (Tên sáng chế: "Dung dịch nhôm magie silic oxit và dung dịch phủ hạt cầu silic oxit cấu trúc lõi-vỏ, phương pháp chế tạo và ứng dụng của chúng"), polystyren được sử dụng trong đơn sáng chế 201510312827.0 được phủ bởi chất lưỡng tính PVP mà tương tác với các hạt silic oxit để làm lắng đọng silic oxit trên bề mặt polyme, tạo ra polystyren phủ silic oxit. Trong phương pháp này, lực tương tác giữa PVP và hạt silic oxit là yếu, và nước amoniac được sử dụng làm chất xúc tác cũng gây ra sự thủy phân nhanh chóng của sự ngưng tụ vật liệu silic để tạo thành hạt nano silic oxit, tạo ra lớp silic dioxit là các hạt nano silic oxit, do đó thu được lớp silic thô, không mịn cũng không nhỏ gọn, hoặc thậm chí không hoàn thiện, cấu trúc rỗng có thể dễ dàng bị phá vỡ sau khi nung, cuối cùng dẫn đến hiệu suất chống bụi bẩn và khả năng chống chịu thời tiết kém. Để khắc phục những thiếu sót này, sau các nghiên cứu chuyên sâu không ngừng nghỉ, các tác giả sáng chế nhận thấy rằng sử dụng polystyren cation làm lõi để chế tạo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ, phương pháp này có hai ưu điểm: (1) bản chất nhũ tương polystyren cation có tính axit yếu và có thể xúc tác sự thủy phân nhẹ và sự ngưng tụ của vật liệu silic để tổng hợp chuỗi hoặc mạng lưới tiền polyme silic oxit thay vì các hạt silic oxit, vì vậy một lớp silic mịn và dày đặc có thể được hình thành trên bề mặt polystyren, và cấu trúc rỗng ổn định sau khi nung; (2) cho dù chất thủy phân của vật liệu silic có thể tự tích tụ lớp phủ trên bề mặt lõi phụ thuộc vào lực hút tĩnh điện giữa sản phẩm thủy phân và lõi. Chỉ khi lực hút tĩnh điện đủ mạnh để chất thủy phân vật liệu silic hiệu quả theo cách tự tích tụ

trên bề mặt lõi, và giảm hoặc thậm chí ngăn ngừa hiệu quả chất thủy phân khỏi việc tự tích tụ thành nhân. Do chất thủy phân nguồn silic được tích điện âm, vì vậy sử dụng lõi cation là thuận lợi để có được tiền polyme phủ silic oxit.

Hiệu quả của sáng chế bao gồm việc đặt các lỗ bên trong các hạt không nằm trong mạng lưới silic dioxit, mà không chỉ đảm bảo độ xốp và độ bền cơ cao của lớp màng, mà còn tạo thành bề mặt dày đặc của lớp màng, đạt được mục đích tăng độ truyền qua và duy trì hiệu suất chống bụi bẩn tốt hơn, giải quyết mâu thuẫn giữa việc tăng độ truyền qua, duy trì chống bụi bẩn tốt và độ bền cơ cao. Ngoài ra, lớp màng chống phản xạ có thể được gắn chặt vào chất nền kính, có độ cứng cao, và có hiệu quả ngăn chặn tốt sự ăn mòn hơi nước bởi bề mặt dày đặc, do đó, lớp màng có khả năng chống chịu thời tiết tốt hơn, và có giá trị ứng dụng công nghiệp.

### **Ví dụ thực hiện sáng chế**

Các ví dụ cụ thể sau minh họa các phương pháp chế tạo lớp màng nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ và chống phản xạ được tổng hợp từ dung dịch keo alumosilicat và nano silic oxit lõi-vỏ.

#### **Ví dụ 1**

##### **1. Chế tạo dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ**

(1) Lõi polystyren được điều chế bằng quy trình trùng hợp nhũ tương không chất nhũ hóa. Acryloyloxyethyl trimetoxymoni clorua sử dụng để làm comonomer được cân và đặt trong bình bốn cổ dung tích 250ml cùng với 100ml nước. Styren được thêm vào dưới tác động khuấy cơ học và khuấy trong 30 phút ở tốc độ 150 vòng/phút. Hỗn hợp được làm nóng lên đến 50°C trong môi trường được bảo vệ bằng khí nitơ, và chất khơi mào là dung dịch nước KPS (kali persulfat) được bổ sung từng giọt với tốc độ 2,0 mL/phút. Nhũ tương polystyren cation ổn định có cỡ hạt trung bình là 270 nm thu được sau khi phản ứng trong 20 giờ, với hàm lượng chất rắn là 10%.

Trong đó, tỷ lệ phần trăm khối lượng của comonome, monome styren, chất khơi mào và nước nêu trên trong toàn bộ hệ thống lần lượt là 0,5% comonome, 10% styren, 0,1% chất khơi mào, và 89,4% nước.

Trong đó, cỡ hạt của các hạt polystyren trong nhũ tương polystyren nêu trên đã được kiểm tra bằng máy phân tích cỡ hạt tia laser Zeta ZS90 sản xuất bởi Công ty Malvern, và phương pháp giống hệt cũng được sử dụng để xác định cỡ hạt trong các ví dụ sau.

(2) Nhũ tương polystyren cation và dung môi metanol nêu trên được trộn đều và nhũ tương polystyren được pha loãng tới hàm lượng chất rắn khoảng 5% khối lượng. Sau đó, vật liệu silic tetrametoxysilan được bổ sung từng giọt trong khi khuấy ở 15°C, làm cho tỷ lệ khối lượng của hàm lượng chất rắn trong nhũ tương polystyren so với khối lượng của vật liệu silic là 10%. Nhũ tương vi cầu cấu trúc lõi-vỏ nano polystyren phủ silic oxit thu được sau phản ứng trong 3 giờ.

Sau khi gia nhiệt và làm khô trong 2 giờ ở 150°C, hàm lượng chất rắn còn lại của vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ đo được vào khoảng 16% trọng lượng.

## 2. Phương pháp chế tạo dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl

(1) Dung môi metanol 100mL được thêm vào bình ba cổ, nước khử ion và chất xúc tác axit nitric được trộn đồng nhất và được thêm từ từ vào bình ba cổ trong khi khuấy ở 15°C, và tiếp tục khuấy trong 30 phút để có được chất lỏng A;

(2) Muối nhôm là nhôm nitrat và vật liệu nguồn silic là tetraetoxysilan được thêm vào chất lỏng A tương ứng trong điều kiện khuấy ở 15°C. Dung dịch được làm nóng lên đến 40°C và tiếp tục khuấy trong 0,5 giờ, sau đó dừng khuấy. Để một ngày ở 25°C, dung dịch keo alumosilicat giàu hydroxyl với hàm lượng chất rắn xác định khoảng 15% trọng lượng đã thu được sau khi hạ nhiệt (hàm lượng chất rắn còn lại sau khi gia nhiệt và sấy khô trong 2 giờ tại 150°C).

Trong quá trình chế tạo dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl nêu trên, tỷ lệ liều lượng của dung môi, nước khử ion, axit, muối nhôm, và alkoxy silan là 1mL: 0,1mL: 0,01mL: 0,025g: 1mL.

### 3. Chế tạo dung dịch phủ kính quang điện

100 mL dung dịch keo aluminosilicat giàu hydroxyl nêu trên được thêm vào bình ba cổ, dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ được điều chế ở bước 1 được thêm vào bình ba cổ trong điều kiện khuấy tại 15°C, và tiếp tục khuấy trong 0,5 giờ, sau đó dừng khuấy. Thu được dung dịch phủ màng chống phản xạ 1# chứa nano PS@ SiO<sub>2</sub> cấu trúc lõi-vỏ.

Trong đó, tỷ lệ thể tích của dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl nêu trên so với dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ là 1: 1.

### 4. Đánh giá hiệu suất của dung dịch phủ

#### (1) Xác định độ truyền ánh sáng của lớp màng phủ

Dung dịch phủ # 1 được cán lên kính năng lượng mặt trời siêu trắng (kính có hoa văn dày 3,2mm) với độ truyền ánh sáng khoảng 92,01%. Một lớp phủ trong suốt với độ dày lớp màng 150nm thu được sau khi nung-hóa rắn tại 200°C khi bề mặt trở nên khô, và xử lý tôi luyện trong 4 phút tại 650°C với kính. Độ truyền ánh sáng khoảng 94,63% đo bằng hệ thống đo độ truyền quang phổ khí nén AOPTEK GST-3 của Beijing Aobo Tai Technology Co., Ltd. theo tiêu chuẩn ISO9050.

Sự thay đổi kết quả của độ truyền ánh sáng nhìn thấy trước và sau khi phủ được tăng lên 2,62%.

Cụ thể, "độ truyền ánh sáng" và "độ truyền qua" trong tất cả các ví dụ được dùng để chỉ độ truyền trung bình  $T_E$  được đo trong khoảng 380nm đến 1100nm, và công thức tính được thể hiện như sau:

$$T_E = \frac{\sum_{\lambda=380}^{\lambda=1100} \tau(\lambda) S \Delta \lambda}{\sum_{\lambda=380}^{\lambda=1100} S \Delta \lambda}$$

Trong công thức,

$S_\lambda$  : mật độ quang phổ tương đối của ánh sáng mặt trời AM1,5;

$\Delta\lambda$  : khoảng bước sóng, nm;

$\tau(\lambda)$ : độ truyền phổ ánh sáng mặt trời được đo thực tế của các mẫu

## (2) Xác định độ xốp của lớp màng phủ

Chỉ số khúc xạ của lớp phủ kính là 1,38 được đo bằng thiết bị đo độ dày lớp màng của Filmetrics F20-UV, được tính theo công thức  $n_p^2 = n_1^2 p + n_2^2 (1 - p)$  (trong đó,  $n_p$  đề cập đến chỉ số khúc xạ của lớp màng,  $n_1$  và  $n_2$  lần lượt là chỉ số khúc xạ của vật liệu xốp (không khí) và vật liệu dày đặc (kính thạch anh  $\text{SiO}_2$  nguyên chất),  $n_1$  là 1,  $n_2$  là 1,5;  $p$  đề cập đến độ xốp của lớp màng) để có được độ xốp. Thiết bị đo độ dày lớp màng của Filmetrics F20-UV có thể đo độ dày và chỉ số khúc xạ dựa trên các nguyên tắc giao thoa quang học. Độ xốp được tính vào khoảng 0,27 theo dữ liệu đo chỉ số khúc xạ lớp màng.

## (3) Xác định hiệu suất chống bụi bẩn của lớp màng

Kiểm tra nhanh được thực hiện bằng cách sử dụng băng Scotch 610-1PK được sản xuất bởi Công ty 3M. Và phương pháp này bao gồm dính chặt băng 3M vào bề mặt lớp màng phủ, ép cứng, và xé băng ở góc  $90^\circ$  theo chiều dọc đối với bề mặt lớp màng. Theo như những vết nông hay rõ ràng trên bề mặt lớp màng, cấp độ 1-5 được đánh giá tương ứng, trong đó cấp độ 1 có nghĩa là không có dấu vết, cấp độ 2 có nghĩa là dấu vết nhẹ, cấp độ 3 có nghĩa là dấu vết rõ ràng, cấp độ 4 có nghĩa là dấu màu trắng còn lại, cấp độ 5 có nghĩa là bị bong keo. Cấp độ càng cao, có nghĩa là hiệu suất chống bụi bẩn càng kém, và cấp độ dưới 3 là đủ điều kiện.

Kết quả kiểm tra là cấp độ 3, được coi là đủ điều kiện.

## (4) Xác định hiệu suất độ cứng chì của lớp màng

Độ cứng chì của lớp màng phủ được xác định theo tiêu chuẩn quốc gia Trung Quốc GB/T6739, trong đó tải trọng là 750g, và kết quả là độ cứng 3H, cụ thể là  $\geq H$ , vì vậy lớp màng đạt yêu cầu của tiêu chuẩn quốc gia.

(5) Sau khi thử nghiệm khả năng chống sương muối (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ của các mô-đun quang điện"), thử nghiệm nhiệt độ không đổi và độ ẩm (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ của các mô-đun quang điện"), thử nghiệm tiếp xúc ngoài trời (tham khảo tiêu chuẩn IEC61215), thử nghiệm UV (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ của các mô-đun quang điện"), thử nghiệm ma sát (tham khảo tiêu chuẩn EN1096-2), thử nghiệm kháng axit (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ cho các mô-đun quang điện"), và thử nghiệm làm lạnh ẩm (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ cho các mô-đun quang điện") tiến hành trên lớp màng phủ, những thay đổi của độ truyền ánh sáng được xác định theo phương pháp nêu trên. Các điều kiện, phương pháp và kết quả đo được tóm tắt trong bảng 1-2, và các thiết bị thử nghiệm và các loại của nó được sử dụng trong mỗi chỉ số hiệu suất được thể hiện trong bảng 1-1:

Bảng 1-1 Thiết bị thử nghiệm cho mỗi loại hiệu suất của lớp màng phủ

| STT | Chỉ số hiệu suất                       | Loại thiết bị  |
|-----|----------------------------------------|----------------|
| 1   | Thử nghiệm chống sương muối            | SO2/YWXQ-750B  |
| 2   | Thử nghiệm độ ẩm và nhiệt độ không đổi | SEWTH-Z-100UHS |
| 3   | Thử nghiệm tiếp xúc ngoài trời         |                |
| 4   | Thử nghiệm UV                          | UV-3422        |
| 5   | Thử nghiệm ma sát                      | 903/2          |
| 6   | Thử nghiệm kháng axit                  |                |
| 7   | Thử nghiệm làm lạnh ẩm                 | WK 10'/60-175  |
| 8   | Thử nghiệm độ truyền                   | BTG-5          |

Bảng 1-2 Kết quả thử nghiệm cho mỗi loại hiệu suất của lớp màng phủ

| Phương án thử nghiệm | Tiêu chuẩn đánh giá  |          | Điều kiện thử nghiệm | Kết quả thử nghiệm | Đánh giá độc lập |
|----------------------|----------------------|----------|----------------------|--------------------|------------------|
|                      | Điều kiện thử nghiệm | Thay đổi |                      |                    |                  |

|                                        |                                                                | độ truyền             |            |                                      |   |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------|------------|--------------------------------------|---|
| Thử nghiệm chống sương muối            | Điều kiện: (50±5)g/L NaCl, thời gian: 96 giờ                   | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 96 giờ     | $\Delta T = -0,03\%$<br>đủ điều kiện | P |
| Thử nghiệm độ ẩm và nhiệt độ không đổi | Nhiệt độ: 85°C, Độ ẩm: 85% RH, thời gian: 1000 giờ             | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 1000 giờ   | $\Delta T = 0,32\%$<br>đủ điều kiện  | P |
| Thử nghiệm tiếp xúc ngoài trời         | Tổng lượng chiếu xạ: 60kwh/m <sup>2</sup> , thời gian: 600 giờ | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 600 giờ    | $\Delta T = 0,13\%$<br>đủ điều kiện  | P |
| Thử nghiệm UV                          | Tổng lượng chiếu xạ: 15kwh/m <sup>2</sup> , thời gian: 720 giờ | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 720 giờ    | $\Delta T = 0,07\%$<br>đủ điều kiện  | P |
| Thử nghiệm ma sát                      | 500 chu kỳ                                                     | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 500 chu kỳ | $\Delta T = 0,02\%$<br>đủ điều kiện  | P |
| Thử nghiệm kháng axit                  | Nồng độ: 1mol/L HCl, thời gian: 24 giờ                         | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 24 giờ     | $\Delta T = 0,16\%$<br>đủ điều kiện  | P |
| Thử nghiệm làm lạnh ẩm                 | Nhiệt độ: -40°C/+85°C, 85%RH, 10 chu kỳ                        | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 10 chu kỳ  | $\Delta T = 0,64\%$<br>đủ điều kiện  | P |

Kết quả thử nghiệm trên cho thấy, sau khi phủ lên kính dung dịch phủ được chế tạo theo các phương pháp theo sáng chế, độ truyền ánh sáng của lớp màng đã được cải thiện, hiệu suất chống bụi bẩn tốt, và độ bền cao, và các hiệu suất kháng axit, chống ma sát, chống chịu thời tiết và các hiệu suất khác là cực tốt.

## Ví dụ 2

### 1. Chế tạo dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ

(1) Lõi polystyren được điều chế bằng quy trình trùng hợp nhũ tương không chất nhũ hóa. Dimethylamino etyl metacrylat được sử dụng để làm comonome được cân và cho vào trong bình bốn cổ dung tích 250ml chứa 100ml nước, và axit axetic đẳng phân tử được thêm vào với cùng lượng mol giống như dimethylamino etyl metacrylat. Styren được thêm vào dưới tác động khuấy cơ học và khuấy trong 30 phút ở tốc độ 200 vòng/phút. Hỗn hợp được làm nóng lên đến 85°C trong môi trường được bảo vệ bằng khí nitơ, và chất khơi mào là dung dịch nước KPS được thêm vào từng giọt với tốc độ 1,5 mL/phút. Nhũ tương polystyren cation ổn định có cỡ hạt trung bình là 220 nm thu được sau khi phản ứng trong 28 giờ, với hàm lượng chất rắn là 23,5%.

Trong đó, tỷ lệ phần trăm khối lượng của comonome, monome styren, chất khơi mào và nước đã nêu trong toàn bộ hệ thống tương ứng là 4% monome copolyme, 20% styren, 1% chất khơi mào, và 75% nước.

(2) Nhũ tương polystyren cation nêu trên và dung môi etanol được trộn đều và nhũ tương polystyren được pha loãng tới hàm lượng chất rắn khoảng 8% trọng lượng. Sau đó, vật liệu silic là metyl trimetoxysilan được bổ sung từng giọt trong khi khuấy ở 35°C, sao cho tỷ lệ khối lượng của hàm lượng chất rắn trong nhũ tương polystyren so với khối lượng của vật liệu silic là 30%. Nhũ tương vi cầu cấu trúc lõi-vỏ nano polystyren phủ silic oxit thu được sau phản ứng trong 5 giờ.

Sau khi làm nóng và làm khô trong 2 giờ ở 150°C, hàm lượng chất rắn còn lại của vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ đo được vào khoảng 16% trọng lượng.

## 2. Phương pháp chế tạo dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl

(1) Dung môi 100mL etylen glycol monoethyl ete được thêm vào bình ba cổ, nước khử ion và chất xúc tác axit sulfuric được trộn đồng nhất và được từ từ thêm vào bình ba cổ trong khi khuấy ở 35°C, và tiếp tục khuấy trong 20 phút để có được chất lỏng A;

(2) Muối nhôm là nhôm nitrat và alkoxy silan là metyl trimetoxysilan đã được thêm vào chất lỏng A tương ứng trong điều kiện khuấy ở 35°C. Dung dịch được làm nóng lên đến 80°C và tiếp tục khuấy trong 5 giờ, sau đó dừng khuấy. Để trong ba ngày ở 75°C, thu được

dung dịch keo aluminosilicat giàu hydroxyl với hàm lượng chất rắn được xác định là 2,5% khối lượng sau khi hạ nhiệt (hàm lượng chất rắn còn lại sau khi làm nóng và sấy trong 2 giờ ở 150°C).

Trong quá trình chế tạo dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl nêu trên, tỷ lệ liều lượng của dung môi, nước khử ion, axit, muối nhôm và alkoxysilan là 20mL: 1mL: 0,08mL: 0,085g: 1mL.

### 3. Chế tạo dung dịch phủ kính quang điện

100mL dung dịch keo aluminosilicat giàu hydroxyl nêu trên được thêm vào bình ba cổ, dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ chế tạo ở bước 1 được thêm vào bình ba cổ trong điều kiện khuấy ở 35°C, và tiếp tục khuấy trong 3 giờ, sau đó dừng khuấy. Thu được dung dịch phủ màng chống phản xạ 2# chứa nano PS @ SiO<sub>2</sub> cấu trúc lõi-vỏ.

Trong đó, tỷ lệ thể tích của dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl so với dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên là 1: 8.

### 4. Đánh giá hiệu suất của dung dịch phủ

#### (1) Xác định độ truyền ánh sáng của lớp màng phủ

Dung dịch phủ 2# được tráng lên kính năng lượng mặt trời siêu trắng (kính có hoa văn dày 3,2mm) với độ truyền ánh sáng là 92,01%. Một lớp phủ trong suốt với độ dày lớp màng là 150nm thu được sau khi nung-hóa rắn tại 200°C khi bề mặt trở nên khô, và xử lý tôi luyện trong 4 phút tại 650°C với kính. Độ truyền ánh sáng khoảng 94,79% đo bằng hệ thống đo độ truyền quang phổ khí nén AOPTEK GST-3 của Beijing Aobo Tai Technology Co., Ltd. theo tiêu chuẩn ISO9050.

Sự thay đổi kết quả của độ truyền ánh sáng nhìn thấy trước và sau khi phủ lớp phủ được tăng lên 2,78%.

#### (2) Xác định độ xốp của lớp màng phủ

Chỉ số khúc xạ của lớp phủ kính là 1,35 đo được bằng thiết bị đo độ dày lớp màng của Filmetrics F20-UV, được tính theo công thức  $n_p^2 = n_1^2 p + n_2^2 (1-p)$  (giống như ví dụ 1) để có được độ xốp. Thiết bị đo độ dày lớp màng của Filmetrics F20-UV có thể đo độ dày và chỉ số khúc xạ dựa trên các nguyên tắc giao thoa quang học. Độ xốp đạt được vào khoảng 0,34 theo dữ liệu đo chỉ số khúc xạ lớp màng.

### (3) Xác định hiệu suất chống bụi bẩn của lớp màng

Kiểm tra nhanh được thực hiện bằng cách sử dụng băng Scotch 610-1PK được sản xuất bởi Công ty 3M. Và phương pháp này bao gồm dính chặt băng 3M vào bề mặt lớp màng phủ, ép cứng, và xé băng ở góc 90° theo chiều dọc đối với bề mặt lớp màng. Theo các dấu vết nông hay rõ ràng trên bề mặt lớp màng, cấp độ 1-5 được đánh giá tương ứng, trong đó cấp độ 1 có nghĩa là không có dấu vết, cấp độ 2 có nghĩa là dấu vết nhẹ, cấp độ 3 có nghĩa là dấu vết rõ ràng, cấp độ 4 có nghĩa là dấu màu trắng còn lại, cấp độ 5 có nghĩa là bị bong keo. Cấp độ càng cao, có nghĩa là hiệu suất chống bụi bẩn càng kém, và cấp độ dưới 3 là đủ điều kiện.

Kết quả kiểm tra là cấp độ 3, được coi là đủ điều kiện.

### (4) Xác định hiệu suất độ cứng chì của lớp màng

Độ cứng chì của lớp màng phủ được xác định theo tiêu chuẩn quốc gia Trung Quốc GB/T6739, trong đó tải trọng là 750g, và kết quả là độ cứng 2H, cụ thể là  $\geq H$ , vì vậy lớp màng đạt yêu cầu của tiêu chuẩn quốc gia.

(5) Sau khi thử nghiệm khả năng chống sương muối (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ của các mô-đun quang điện"), thử nghiệm độ ẩm và nhiệt độ không đổi (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ của các mô-đun quang điện"), thử nghiệm tiếp xúc ngoài trời (tham khảo tiêu chuẩn IEC61215), thử nghiệm UV (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ của các mô-đun quang điện"), thử nghiệm ma sát (tham khảo tiêu chuẩn EN1096-2), thử nghiệm kháng axit (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ cho các mô-đun quang điện"), và thử nghiệm làm lạnh ẩm (tham khảo tiêu chuẩn

JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ cho các mô-đun quang điện") tiến hành trên lớp màng phủ, những thay đổi của độ truyền ánh sáng được xác định theo phương pháp nêu trên. Các điều kiện, phương pháp và kết quả đo được tóm tắt trong bảng 2 (Các thiết bị thử nghiệm sử dụng trong ví dụ này giống như ví dụ 1, và các thiết bị được sử dụng trong tất cả các ví dụ sau là giống như ví dụ 1).

Bảng 2: Kết quả thử nghiệm cho mỗi loại hiệu suất của lớp màng phủ

| Phương án thử nghiệm                   | Tiêu chuẩn đánh giá                                              |                       | Điều kiện thử nghiệm | Kết quả thử nghiệm                  | Đánh giá độc lập |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------|
|                                        | Điều kiện thử nghiệm                                             | Thay đổi độ truyền    |                      |                                     |                  |
| Thử nghiệm chống sương muối            | Điều kiện: (50±5) g/L NaCl, thời gian: 96 giờ                    | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 96 giờ               | $\Delta T = 0,67\%$<br>đủ điều kiện | P                |
| Thử nghiệm độ ẩm và nhiệt độ không đổi | Nhiệt độ: 85°C, Độ ẩm: 85% RH, thời gian: 1000 giờ               | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 1000 giờ             | $\Delta T = 0,13\%$<br>đủ điều kiện | P                |
| Thử nghiệm tiếp xúc ngoài trời         | Tổng lượng chiếu xạ : 60kwh/m <sup>2</sup> , thời gian : 600 giờ | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 600 giờ              | $\Delta T = 0,24\%$<br>đủ điều kiện | P                |
| Thử nghiệm UV                          | Tổng lượng chiếu xạ: 15kwh/m <sup>2</sup> , thời gian: 720 giờ   | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 720 giờ              | $\Delta T = 0,07\%$<br>đủ điều kiện | P                |
| Thử nghiệm ma sát                      | 500 chu kỳ                                                       | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 500 chu kỳ           | $\Delta T = 0,31\%$<br>đủ điều kiện | P                |
| Thử nghiệm kháng axit                  | Nồng độ: 1mol/L HCl, thời gian: 24 giờ                           | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 24 giờ               | $\Delta T = 0,11\%$<br>đủ điều kiện | P                |

|                           |                                                |                       |           |                                     |   |
|---------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|-----------|-------------------------------------|---|
| Thử nghiệm<br>làm lạnh ẩm | Nhiệt độ: -<br>40°C/+85°C,<br>85%RH, 10 chu kỳ | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 10 chu kỳ | $\Delta T = 0,09\%$<br>đủ điều kiện | P |
|---------------------------|------------------------------------------------|-----------------------|-----------|-------------------------------------|---|

Kết quả thử nghiệm trên cho thấy, sau khi phủ lên kính dung dịch phủ được chế tạo theo các phương pháp theo sáng chế, độ truyền ánh sáng của lớp màng đã được cải thiện, hiệu suất chống bụi bẩn tốt, và độ bền cao, và các hiệu suất kháng axit, chống ma sát, chống chịu thời tiết và các hiệu suất khác là cực tốt.

### Ví dụ 3

#### 1. Chế tạo dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ

(1) Lõi polystyren được điều chế bằng quy trình trùng hợp nhũ tương không chất nhũ hóa. Metacryloyloxyethyl trimetyl amoni clorua được sử dụng làm comonome được cân và cho vào trong bình bốn cổ dung tích 250ml chứa 100ml nước. Styren được thêm vào dưới tác động khuấy cơ học và khuấy trong 50 phút ở tốc độ 250 vòng/phút. Hỗn hợp được làm nóng lên đến 70°C trong môi trường được bảo vệ bằng khí nitơ, và chất khơi mào là dung dịch nước 2,2'-Azobis(2-metylpropionamidin) hydro clorua được thêm vào từng giọt với tốc độ 0,5 mL/phút. Nhũ tương polystyren cation ổn định có cỡ hạt trung bình là 150 nm thu được sau khi phản ứng trong 24 giờ, với hàm lượng chất rắn là 17%.

Trong đó, tỷ lệ phần trăm khối lượng của comonome, monome styren, chất khơi mào và nước đã nêu trong toàn bộ hệ thống tương ứng là 2,5% comonome, 15% styren, 0,6% chất khơi mào, và 81,9% nước.

(2) Nhũ tương polystyren cation nêu trên và dung môi rượu isopropyl được trộn đều và nhũ tương polystyren được pha loãng tới hàm lượng chất rắn khoảng 12% khối lượng. Sau đó, vật liệu silic là tetraetoxysilan được bổ sung từng giọt trong khi khuấy ở 25°C, sao cho tỷ lệ khối lượng của hàm lượng chất rắn trong nhũ tương polystyren so với khối lượng của vật liệu silic là 15%. Nhũ tương vi cầu cấu trúc lõi-vỏ nano polystyren phủ silic oxit thu được sau phản ứng trong 3 giờ.

Sau khi làm nóng và làm khô trong 2 giờ ở  $150^{\circ}\text{C}$ , hàm lượng chất rắn còn lại của vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ đo được vào khoảng 20% trọng lượng.

## 2. Phương pháp chế tạo dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl

(1) Dung môi 100mL rượu isopropyl được thêm vào bình ba cổ, nước khử ion và chất xúc tác là axit clohydric được trộn đồng nhất và được từ từ thêm vào bình ba cổ trong khi khuấy ở  $35^{\circ}\text{C}$ , và tiếp tục khuấy trong 30 phút để thu được chất lỏng A;

(2) Muối nhôm là nhôm isopropoxit và alkoxy silan là tetraetoxi silan được thêm vào chất lỏng A tương ứng trong điều kiện khuấy ở  $35^{\circ}\text{C}$ . Dung dịch được làm nóng lên đến  $50^{\circ}\text{C}$  và tiếp tục khuấy trong 3 giờ, sau đó dừng khuấy. Để trong ba ngày ở  $80^{\circ}\text{C}$ , dung dịch keo alumosilicat giàu hydroxyl với hàm lượng chất rắn được xác định là 4% khối lượng thu được sau khi hạ nhiệt (hàm lượng chất rắn còn lại sau khi gia nhiệt và sấy trong 2 giờ ở  $150^{\circ}\text{C}$ ).

Trong quá trình chế tạo dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl nêu trên, tỷ lệ liều lượng của dung môi, nước khử ion, axit, muối nhôm và alkoxysilan là 10mL: 0,5mL: 0,05mL: 0,075g: 1mL.

## 3. Chế tạo dung dịch phủ kính quang điện

100mL dung dịch keo alumosilicat giàu hydroxyl nêu trên được thêm vào bình ba cổ, dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ chế tạo ở bước 1 được thêm từ từ vào bình ba cổ trong điều kiện khuấy ở  $30^{\circ}\text{C}$ , và tiếp tục khuấy trong 1 giờ, sau đó dừng khuấy. Thu được dung dịch phủ màng chống phản xạ 3# chứa nano PS @  $\text{SiO}_2$  cấu trúc lõi-vỏ.

Trong đó, tỷ lệ thể tích của dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl so với dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên là 1: 4.

## 4. Đánh giá hiệu suất của dung dịch phủ

(1) Xác định độ truyền ánh sáng của lớp màng phủ

Dung dịch phủ 3# được tráng lên kính năng lượng mặt trời siêu trắng (kính có hoa văn dày 3,2mm) với độ truyền ánh sáng là 92,01%. Lớp phủ trong suốt với độ dày lớp màng là 150nm thu được sau khi nung-hóa rắn tại 200°C khi bề mặt trở nên khô, và xử lý tôi luyện trong 4 phút tại 650°C với kính. Độ truyền ánh sáng khoảng 95,21% đo được bằng hệ thống đo độ truyền quang phổ khí nén AOPTTEK GST-3 của Beijing Aobo Tai Technology Co., Ltd. theo tiêu chuẩn ISO9050.

Sự thay đổi kết quả của độ truyền ánh sáng nhìn thấy trước và sau khi phủ lớp phủ được tăng lên 3,2%.

## (2) Xác định độ xốp của lớp màng phủ

Chỉ số khúc xạ của lớp phủ kính là 1,29 được đo bằng thiết bị đo độ dày lớp màng của Filmetrics F20-UV, được tính theo công thức  $n_p^2 = n_1^2 p + n_2^2 (1 - p)$  (giống như ví dụ 1) để có được độ xốp. Thiết bị đo độ dày lớp màng của Filmetrics F20-UV có thể đo độ dày và chỉ số khúc xạ dựa trên các nguyên tắc giao thoa quang học. Độ xốp đạt được khoảng 0,47 theo dữ liệu đo chỉ số khúc xạ lớp màng.

## (3) Xác định hiệu suất chống bụi bẩn của lớp màng

Kiểm tra nhanh được thực hiện bằng cách sử dụng băng Scotch 610-1PK được sản xuất bởi Công ty 3M. Và phương pháp này bao gồm dính chặt băng 3M vào bề mặt lớp màng phủ, ép cứng, và xé băng ở góc 90° theo chiều dọc đối với bề mặt lớp màng. Theo các dấu vết nông hay rõ ràng trên bề mặt lớp màng, cấp độ 1-5 được đánh giá tương ứng, trong đó cấp độ 1 có nghĩa là không có dấu vết, cấp độ 2 có nghĩa là dấu vết nhẹ, cấp độ 3 có nghĩa là dấu vết rõ ràng, cấp độ 4 có nghĩa là dấu màu trắng còn lại, cấp độ 5 có nghĩa là bị bong keo. Cấp độ càng cao, có nghĩa là hiệu suất chống bụi bẩn càng kém, và cấp độ dưới 3 là đủ điều kiện.

Kết quả kiểm tra là cấp độ 1, được coi là đủ điều kiện.

## (4) Xác định hiệu suất độ cứng chì của lớp màng

Độ cứng chì của lớp màng phủ được xác định theo tiêu chuẩn quốc gia Trung Quốc GB/T6739, trong đó tải trọng là 750g, và kết quả là độ cứng 2H, cụ thể là  $\geq H$ , vì vậy lớp màng đạt yêu cầu của tiêu chuẩn quốc gia.

(5) Sau khi thử nghiệm khả năng chống sương muối (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ của các mô-đun quang điện"), thử nghiệm độ ẩm và nhiệt độ không đổi (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ của các mô-đun quang điện"), thử nghiệm tiếp xúc ngoài trời (tham khảo tiêu chuẩn IEC61215), thử nghiệm UV (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ của các mô-đun quang điện"), thử nghiệm ma sát (tham khảo tiêu chuẩn EN1096-2), thử nghiệm kháng axit (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ cho các mô-đun quang điện"), và thử nghiệm làm lạnh ẩm (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ cho các mô-đun quang điện") tiến hành trên lớp màng phủ, những thay đổi của độ truyền ánh sáng được xác định theo phương pháp nêu trên. Các điều kiện, phương pháp và kết quả đo được được tóm tắt trong bảng 3 (Các thiết bị thử nghiệm sử dụng trong ví dụ này giống như ví dụ 1, và các thiết bị được sử dụng trong tất cả các ví dụ sau là giống như ví dụ 1).

Bảng 3 Kết quả thử nghiệm cho mỗi loại hiệu suất của lớp màng phủ

| Phương án thử nghiệm                   | Tiêu chuẩn đánh giá                                     |                       | Điều kiện thử nghiệm | Kết quả thử nghiệm                   | Đánh giá độc lập |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------------|------------------|
|                                        | Điều kiện thử nghiệm                                    | Thay đổi độ truyền    |                      |                                      |                  |
| Thử nghiệm chống sương muối            | Điều kiện:<br>(50±5) g/L NaCl,<br>thời gian: 96 giờ     | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 96 giờ               | $\Delta T = -0,13\%$<br>đủ điều kiện | P                |
| Thử nghiệm độ ẩm và nhiệt độ không đổi | Nhiệt độ: 85°C,<br>Độ ẩm: 85%RH,<br>thời gian: 1000 giờ | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 1000 giờ             | $\Delta T = 0,18\%$<br>đủ điều kiện  | P                |

|                                |                                                                   |                       |            |                                         |   |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------|-----------------------------------------|---|
| Thử nghiệm tiếp xúc ngoài trời | Tổng lượng chiếu xạ: 60kwh/m <sup>2</sup> ,<br>thời gian: 600 giờ | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 600 giờ    | $\Delta T = -$<br>0,21%<br>đủ điều kiện | P |
| Thử nghiệm UV                  | Tổng lượng chiếu xạ: 15kwh/m <sup>2</sup> ,<br>thời gian: 720 giờ | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 720 giờ    | $\Delta T = 0,03\%$<br>đủ điều kiện     | P |
| Thử nghiệm ma sát              | 500 chu kỳ                                                        | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 500 chu kỳ | $\Delta T = -$<br>0,15%<br>đủ điều kiện | P |
| Thử nghiệm kháng axit          | Nồng độ:<br>1mol/L HCl,<br>thời gian: 24 giờ                      | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 24 giờ     | $\Delta T = 0.08\%$<br>đủ điều kiện     | P |
| Thử nghiệm làm lạnh ẩm         | Nhiệt độ:<br>-40°C/+85°C,<br>85%RH, 10 chu kỳ                     | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 10 chu kỳ  | $\Delta T = -$<br>0,11%<br>đủ điều kiện | P |

Kết quả thử nghiệm trên cho thấy, sau khi phủ lên kính dung dịch phủ chế tạo được bằng các phương pháp theo sáng chế, độ truyền ánh sáng của lớp màng đã được cải thiện, hiệu suất chống bụi bẩn tốt, và độ bền cao, và các hiệu suất kháng axit, chống ma sát, chống chịu thời tiết và các hiệu suất khác là cực tốt.

#### Ví dụ 4

##### 1. Chế tạo dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ

(1) Lõi polystyren được chế tạo bằng quy trình trùng hợp nhũ tương không chất nhũ hóa. Metacryloyloxyetyl trimetyl amoni clorua được sử dụng để làm comonome được cân và cho vào trong bình bốn cổ dung tích 250ml chứa 100ml nước. Styren được thêm vào

dưới tác động khuấy cơ học và khuấy trong 30 phút ở tốc độ 300 vòng/phút. Hỗn hợp được làm nóng lên đến 65°C trong môi trường được bảo vệ bằng khí nitơ, và chất khơi mào là dung dịch nước KPS được thêm vào từng giọt với tốc độ 1mL/phút. Nhũ tương polystyren cation ổn định có cỡ hạt trung bình là 178nm thu được sau khi phản ứng trong 20 giờ, với hàm lượng chất rắn là 15%.

Trong đó, tỷ lệ phần trăm khối lượng của comonome, monome styren, chất khơi mào và nước đã nêu trong toàn bộ hệ thống tương ứng là 1,5 % comonome, 14% styren, 0,6% chất khơi mào, và 83,9 % nước.

(2) Vật liệu silic là tetrametoxysilan được bổ sung từng giọt vào nhũ tương polystyren cation nêu trên trong khi khuấy ở nhiệt độ trong phòng, sao cho tỷ lệ khối lượng của hàm lượng chất rắn trong nhũ tương polystyren so với khối lượng của vật liệu silic là 20%. Nhũ tương vi cầu cấu trúc lõi-vỏ nano polystyren phủ silic oxit thu được sau khi phản ứng trong 4 giờ.

Sau khi làm nóng và làm khô trong 2 giờ ở 150°C, hàm lượng chất rắn còn lại của vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ đo được khoảng 25% trọng lượng.

## 2. Phương pháp chế tạo dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl

(1) Dung môi 100mL etylen glycol monoethyl ete được thêm vào bình ba cổ, nước khử ion và chất xúc tác axit xitric được trộn đồng nhất và được từ từ thêm vào bình ba cổ trong khi khuấy ở nhiệt độ trong phòng, và tiếp tục khuấy trong 30 phút để có được chất lỏng A;

(2) Hợp chất của nhôm là nhôm propionat và vật liệu silic là metyl trimetoxysilan đã được thêm vào chất lỏng A tương ứng trong điều kiện khuấy ở nhiệt độ trong phòng. Dung dịch được làm nóng lên đến 80°C và tiếp tục khuấy trong 5 giờ, sau đó dừng khuấy. Để trong ba ngày ở 50°C, dung dịch keo alumosilicat giàu hydroxyl với hàm lượng chất rắn là 3% khối lượng thu được sau khi hạ nhiệt (hàm lượng chất rắn còn lại sau khi gia nhiệt và sấy ở 150°C trong 2 giờ).

Trong quá trình điều chế dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl đề cập trên, tỷ lệ liều lượng của dung môi, nước khử ion, axit, muối nhôm và alkoxysilan là 15ml: 1mL: 0,07ml: 0,055g: 1ml.

### 3. Chế tạo dung dịch phủ kính quang điện

100mL dung dịch keo aluminosilicat giàu hydroxyl nêu trên được thêm vào bình ba cổ, dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ thu được ở bước 1 được thêm từ từ vào bình ba cổ trong điều kiện khuấy ở nhiệt độ trong phòng, và tiếp tục khuấy trong 2 giờ, sau đó dừng khuấy. Thu được dung dịch phủ màng chống phản xạ 4# chứa nano PS @ SiO<sub>2</sub> cấu trúc lõi-vỏ.

Trong đó, tỷ lệ thể tích của dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl so với dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên là 1: 8.

### 4. Đánh giá hiệu suất của dung dịch phủ

#### (1) Xác định độ truyền ánh sáng lớp màng phủ

Dung dịch phủ 4# được tráng lên kính năng lượng mặt trời siêu trắng (kính có hoa văn dày 3,2mm) với độ truyền ánh sáng là 92,01%. Lớp phủ trong suốt với độ dày lớp màng là 150nm thu được sau khi nung-hóa rắn tại 200°C khi bề mặt trở nên khô, và xử lý tôi luyện trong 4 phút tại 650°C với kính. Độ truyền ánh sáng khoảng 95,16% đo được bằng hệ thống đo độ truyền quang phổ khí nén AOPTEK GST-3 của Beijing Aobo Tai Technology Co., Ltd. theo tiêu chuẩn ISO9050.

Sự thay đổi kết quả của độ truyền ánh sáng nhìn thấy trước và sau khi phủ lớp phủ được tăng lên 3,15%.

#### (2) Xác định độ xấp của lớp màng phủ

Chỉ số khúc xạ của lớp phủ kính là 1,31 đo được bằng thiết bị đo độ dày lớp màng của Filmetrics F20-UV, được tính theo công thức  $n_p^2 = n_1^2 p + n_2^2 (1-p)$  (giống như ví dụ 1) để có được độ xấp. Thiết bị đo độ dày lớp màng của Filmetrics F20-UV có thể đo độ dày và

chỉ số khúc xạ dựa trên các nguyên tắc giao thoa quang học. Độ xấp tính được vào khoảng 0,42 theo dữ liệu đo chỉ số khúc xạ lớp màng.

### (3) Xác định hiệu suất chống bụi bẩn của lớp màng

Kiểm tra nhanh được thực hiện bằng cách sử dụng băng Scotch 610-1PK được sản xuất bởi Công ty 3M. Và phương pháp này bao gồm dính chặt băng 3M vào bề mặt lớp màng phủ, ép cứng, và xé băng ở góc  $90^\circ$  theo chiều dọc đối với bề mặt lớp màng. Theo các dấu vết nông hay rõ ràng trên bề mặt lớp màng, cấp độ 1-5 được đánh giá tương ứng, trong đó cấp độ 1 có nghĩa là không có dấu vết, cấp độ 2 có nghĩa là dấu vết nhẹ, cấp độ 3 có nghĩa là dấu vết rõ ràng, cấp độ 4 có nghĩa là dấu màu trắng còn lại, cấp độ 5 có nghĩa là bị bong keo. Cấp độ càng cao, có nghĩa là hiệu suất chống bụi bẩn càng kém, và cấp độ dưới 3 là đủ điều kiện.

Kết quả kiểm tra là cấp độ 1, được coi là đủ điều kiện.

### (4) Xác định hiệu suất độ cứng chì của lớp màng

Độ cứng chì của lớp màng phủ được xác định theo tiêu chuẩn quốc gia Trung Quốc GB/T6739, trong đó tải trọng là 750g, và kết quả là độ cứng 3H, cụ thể là  $\geq H$ , vì vậy lớp màng đạt yêu cầu của tiêu chuẩn quốc gia.

(5) Sau khi thử nghiệm khả năng chống sương muối (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ của các mô-đun quang điện"), thử nghiệm độ ẩm và nhiệt độ không đổi (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ của các mô-đun quang điện"), thử nghiệm tiếp xúc ngoài trời (tham khảo tiêu chuẩn IEC61215), thử nghiệm UV (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ của các mô-đun quang điện"), thử nghiệm ma sát (tham khảo tiêu chuẩn EN1096-2), thử nghiệm kháng axit (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ cho các mô-đun quang điện"), và thử nghiệm làm lạnh ẩm (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ cho các mô-đun quang điện") tiến hành trên lớp màng phủ, những thay đổi của độ truyền ánh sáng được xác định theo phương pháp nêu trên. Các điều kiện, phương pháp và kết quả đo được tóm tắt trong bảng 4 (Các thiết bị thử

nghiệm sử dụng trong ví dụ này giống như ví dụ 1, và các thiết bị được sử dụng trong tất cả các ví dụ sau là giống như ví dụ 1).

Bảng 4 Kết quả thử nghiệm cho mỗi loại hiệu suất của lớp màng phủ

| Phương án thử nghiệm                   | Tiêu chuẩn đánh giá                                               |                       | Điều kiện thử nghiệm | Kết quả thử nghiệm                   | Đánh giá độc lập |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------------|------------------|
|                                        | Điều kiện thử nghiệm                                              | Thay đổi độ truyền    |                      |                                      |                  |
| Thử nghiệm chống sương muối            | Điều kiện:<br>(50±5) g/L NaCl,<br>thời gian: 96 giờ               | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 96 giờ               | $\Delta T = -0,17\%$<br>đủ điều kiện | P                |
| Thử nghiệm độ ẩm và nhiệt độ không đổi | Nhiệt độ: 85°C,<br>Độ ẩm: 85% RH,<br>thời gian: 1000 giờ          | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 1000 giờ             | $\Delta T = -0,33\%$<br>đủ điều kiện | P                |
| Thử nghiệm tiếp xúc ngoài trời         | Tổng lượng chiếu xạ: 60kwh/m <sup>2</sup> ,<br>thời gian: 600 giờ | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 600 giờ              | $\Delta T = -0,29\%$<br>đủ điều kiện | P                |
| Thử nghiệm UV                          | Tổng lượng chiếu xạ: 15kwh/m <sup>2</sup> ,<br>thời gian: 720 giờ | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 720 giờ              | $\Delta T = 0,06\%$<br>đủ điều kiện  | P                |
| Thử nghiệm ma sát                      | 500 chu kỳ                                                        | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 500 chu kỳ           | $\Delta T = -0,23\%$<br>đủ điều kiện | P                |
| Thử nghiệm kháng axit                  | Nồng độ:<br>1mol/L HCl,<br>thời gian: 24 giờ                      | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 24 giờ               | $\Delta T = 0,05\%$<br>đủ điều kiện  | P                |
| Thử nghiệm làm lạnh ẩm                 | Nhiệt độ: -40°C/<br>+85°C, 85%RH, 10 chu kỳ                       | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 10 chu kỳ            | $\Delta T = -0,13\%$<br>đủ điều kiện | P                |

Kết quả thử nghiệm trên cho thấy, sau khi phủ lên kính dung dịch phủ được chế tạo bằng các phương pháp theo sáng chế, độ truyền ánh sáng của lớp màng đã được cải thiện, hiệu suất chống bụi bẩn tốt, và độ bền cao, và các hiệu suất kháng axit, chống ma sát, chống chịu thời tiết và các hiệu suất khác là cực tốt.

#### Ví dụ 5

##### 1. Chế tạo dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ

(1) Lõi polystyren được chế tạo bằng quy trình trùng hợp nhũ tương không chất nhũ hóa. Dialyl dimetyl amoni clorua sử dụng để làm comonome được cân và cho vào trong bình bốn cổ dung tích 250ml chứa 100ml nước. Styren được thêm vào dưới tác động khuấy cơ học và khuấy trong 30 phút ở tốc độ 450 vòng/phút. Hỗn hợp được làm nóng lên đến 85°C trong môi trường được bảo vệ bằng khí nitơ, và chất khơi mào là dung dịch nước KPS (kali persulfat) được thêm vào từng giọt với tốc độ 0,5mL/phút. Nhũ tương polystyren cation ổn định có cỡ hạt trung bình là 100 nm thu được sau khi phản ứng trong 28 giờ, với hàm lượng chất rắn là 24%.

Trong đó, tỷ lệ phần trăm khối lượng của comonome, monome styren, chất khơi mào và nước đã nêu trong toàn bộ hệ thống tương ứng là 4% comonome, 20% styren, 0,7% chất khơi mào, và 75,3% nước.

(2) Nhũ tương polystyren cation nêu trên và dung môi propylen glycol monometyl ete được trộn đều và nhũ tương polystyren được pha loãng tới hàm lượng chất rắn khoảng 5% khối lượng. Sau đó, vật liệu silic là metyl trietoxysilan được bổ sung từng giọt trong khi khuấy ở 35°C, sao cho tỷ lệ khối lượng của hàm lượng chất rắn trong nhũ tương polystyren so với khối lượng của vật liệu silic là 20%. Nhũ tương vi cầu cấu trúc lõi-vỏ nano polystyren phủ silic oxit thu được sau phản ứng trong 3 giờ.

Sau khi làm nóng và làm khô trong 2 giờ ở 150°C, hàm lượng chất rắn còn lại của vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ đo được khoảng 10% trọng lượng.

##### 2. Phương pháp chế tạo dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl

(1) Dung môi 100mL etylen glycol monoethyl ete được thêm vào bình ba cổ, nước khử ion và chất xúc tác là axit oxalic được trộn đồng nhất và được từ từ thêm vào bình ba cổ trong khi khuấy ở 20°C, và tiếp tục khuấy trong 30 phút để có được chất lỏng A;

(2) Muối nhôm là alkyl nhôm diclorua và alkoxy silan là metyl trimetoxi silan được thêm vào chất lỏng A tương ứng trong điều kiện khuấy ở 20°C. Dung dịch được làm nóng lên đến 80°C và tiếp tục khuấy trong 1 giờ, sau đó dừng khuấy. Để ba ngày ở 50°C, dung dịch keo alumosilicat giàu hydroxyl với hàm lượng chất rắn được xác định là 5,5% tính theo trọng lượng đã thu được sau khi hạ nhiệt (hàm lượng chất rắn còn lại sau khi gia nhiệt và sấy ở 150°C trong 2 giờ).

Trong quá trình chế tạo dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl đề cập trên, tỷ lệ liều lượng của dung môi, nước khử ion, axit, muối nhôm và alkoxy silan là 8mL: 1mL: 0,03mL: 0,100g: 1mL.

### 3. Chế tạo dung dịch phủ kính quang điện

100mL dung dịch keo alumosilicat giàu hydroxyl nêu trên được thêm vào bình ba cổ, dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ thu được ở bước 1 được thêm từ từ vào bình ba cổ trong điều kiện khuấy ở 20°C, và tiếp tục khuấy trong 4 giờ, sau đó dừng khuấy. Thu được dung dịch phủ màng chống phản xạ 5# chứa nano PS @ SiO<sub>2</sub> cấu trúc lõi-vỏ.

Trong đó, tỷ lệ thể tích của dung dịch keo silic oxit giàu hydroxyl so với dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ nêu trên là 1: 10.

### 4. Đánh giá hiệu suất của dung dịch phủ

#### (1) Xác định độ truyền ánh sáng lớp màng phủ

Dung dịch phủ 5# được tráng lên kính năng lượng mặt trời siêu trắng (kính có hoa văn dày 3,2mm) với một độ truyền ánh sáng là 92,01%. Lớp phủ trong suốt với độ dày lớp màng là 150nm thu được sau khi nung-hóa rắn tại 200°C khi bề mặt trở nên khô, và xử lý tôi luyện trong 4 phút tại 650°C với kính. Độ truyền ánh sáng khoảng 94,93% đo bằng hệ

thống đo độ truyền quang phổ khí nén AOPTEK GST-3 của Beijing Aobo Tai Technology Co., Ltd. theo tiêu chuẩn ISO9050.

Sự thay đổi kết quả của độ truyền ánh sáng nhìn thấy trước và sau khi phủ lớp phủ được tăng lên 2,92%.

## (2) Xác định độ xốp của lớp màng phủ

Chỉ số khúc xạ của lớp phủ kính là 1,33 đo được bằng thiết bị đo độ dày lớp màng của Filmetrics F20-UV, được tính theo công thức  $n_p^2 = n_1^2 p + n_2^2 (1 - p)$  (giống như ví dụ 1) để có được độ xốp. Thiết bị đo độ dày lớp màng của Filmetrics F20-UV có thể đo độ dày và chỉ số khúc xạ dựa trên các nguyên tắc giao thoa quang học. Độ xốp tính được vào khoảng 0,38 theo dữ liệu đo chỉ số khúc xạ lớp màng.

## (3) Xác định hiệu suất chống bụi bẩn của lớp màng

Kiểm tra nhanh được thực hiện bằng cách sử dụng băng Scotch 610-1PK được sản xuất bởi Công ty 3M. Và phương pháp này bao gồm dính chặt băng 3M vào bề mặt lớp màng phủ, ép cứng, và xé băng ở góc 90° theo chiều dọc đối với bề mặt lớp màng. Theo các dấu vết nông hay rõ ràng trên bề mặt lớp màng, cấp độ 1-5 được đánh giá tương ứng, trong đó cấp độ 1 có nghĩa là không có dấu vết, cấp độ 2 có nghĩa là dấu vết nhẹ, cấp độ 3 có nghĩa là dấu vết rõ ràng, cấp độ 4 có nghĩa là dấu màu trắng còn lại, cấp độ 5 có nghĩa là bị bong keo. Cấp độ càng cao, nghĩa là hiệu suất chống bụi bẩn càng kém, và cấp độ dưới 3 là đủ điều kiện.

Kết quả kiểm tra là cấp độ 2, được coi là đủ điều kiện.

## (4) Xác định hiệu suất độ cứng chì của lớp màng

Độ cứng chì của lớp màng phủ được xác định theo tiêu chuẩn quốc gia Trung Quốc GB/T6739, trong đó tải trọng là 750g, và kết quả là độ cứng 3H, cụ thể là  $\geq H$ , vì vậy lớp màng đạt yêu cầu của tiêu chuẩn quốc gia.

(5) Sau khi thử nghiệm khả năng chống sương muối (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ của các mô-đun quang điện"), thử nghiệm độ ẩm và nhiệt độ không đổi (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ của các mô-đun quang điện"), thử nghiệm tiếp xúc ngoài trời (tham khảo tiêu chuẩn IEC61215), thử nghiệm UV (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ của các mô-đun quang điện"), thử nghiệm ma sát (tham khảo tiêu chuẩn EN1096-2), thử nghiệm kháng axit (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ cho các mô-đun quang điện"), và thử nghiệm làm lạnh ẩm (tham khảo tiêu chuẩn JC/T2170-2013 "Lớp màng kính chống phản xạ cho các mô-đun quang điện") tiến hành trên lớp màng phủ, những thay đổi của độ truyền ánh sáng được xác định theo phương pháp nêu trên. Các điều kiện, phương pháp và kết quả đo được tóm tắt trong bảng 5 (Các thiết bị thử nghiệm sử dụng trong ví dụ này giống như ví dụ 1, và các thiết bị được sử dụng trong tất cả các ví dụ sau là giống như ví dụ 1).

Bảng 5 Kết quả thử nghiệm cho mỗi loại hiệu suất của lớp màng phủ

| Phương án thử nghiệm                   | Tiêu chuẩn đánh giá                                               |                       | Điều kiện thử nghiệm | Kết quả thử nghiệm                   | Đánh giá độc lập |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------------------|------------------|
|                                        | Điều kiện thử nghiệm                                              | Thay đổi độ truyền    |                      |                                      |                  |
| Thử nghiệm chống sương muối            | Điều kiện:<br>(50±5) g/L NaCl,<br>thời gian : 96 giờ              | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 96 giờ               | $\Delta T = -0,37\%$<br>đủ điều kiện | P                |
| Thử nghiệm độ ẩm và nhiệt độ không đổi | Nhiệt độ: 85 °C,<br>Độ ẩm: 85% RH,<br>thời gian: 1000 giờ         | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 1000 giờ             | $\Delta T = -0,51\%$<br>đủ điều kiện | P                |
| Thử nghiệm tiếp xúc ngoài trời         | Tổng lượng chiếu xạ: 60kwh/m <sup>2</sup> ,<br>thời gian: 600 giờ | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 600 giờ              | $\Delta T = -0,62\%$<br>đủ điều kiện | P                |

|                        |                                                                   |                       |            |                                      |   |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------|--------------------------------------|---|
| Thử nghiệm UV          | Tổng lượng chiếu xạ: 15kwh/m <sup>2</sup> ,<br>thời gian: 720 giờ | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 720 giờ    | $\Delta T = 0,07\%$<br>đủ điều kiện  | P |
| Thử nghiệm ma sát      | 500 chu kỳ                                                        | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 500 chu kỳ | $\Delta T = -0,23\%$<br>đủ điều kiện | P |
| Thử nghiệm kháng axit  | Nồng độ:<br>1mol/L HCl,<br>thời gian: 24 giờ                      | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 24 giờ     | $\Delta T = 0,11\%$<br>đủ điều kiện  | P |
| Thử nghiệm làm lạnh ẩm | Nhiệt độ: -40°C/<br>+85°C, 85%RH, 10<br>chu kỳ                    | $\Delta T \leq 0,8\%$ | 10 chu kỳ  | $\Delta T = -0,29\%$<br>đủ điều kiện | P |

Kết quả thử nghiệm trên cho thấy, sau khi phủ lên kính dung dịch phủ thu được theo các phương pháp nêu trong sáng chế, độ truyền ánh sáng của lớp màng đã được cải thiện, hiệu suất chống bụi bẩn tốt, và độ bền cao, và các hiệu suất kháng axit, chống ma sát, chống chịu thời tiết và các hiệu suất khác là cực tốt.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Dung dịch phủ tổng hợp chứa dung dịch keo aluminosilicat được pha thêm vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ, đặc trưng ở chỗ dung dịch phủ được tổng hợp bởi dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ với vật liệu dung dịch keo aluminosilicat chứa hydroxyl,

trong đó, vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ thu được theo phương pháp chế tạo bao gồm các bước sau:

(1) chế tạo lõi polystyren bằng quy trình trùng hợp nhũ tương không chất nhũ hóa: cho comonomer chứa amin hoặc comonomer bậc bốn và nước vào trong bình phản ứng, bổ sung styren, sau đó gia nhiệt hỗn hợp lên đến 50-85°C trong môi trường được bảo vệ bằng khí nitơ, và bổ sung từng giọt dung dịch nước khơi mào để phản ứng, và nhờ đó thu được nhũ tương polystyren cation;

trong đó, comonomer đã nêu là monome vinyl chứa amin và/hoặc monome vinyl bậc bốn; monome vinyl bậc bốn này được chọn từ một hoặc nhiều nhóm bao gồm acryloyloxyethyl trimethoxy ammonium chloride, metacryloyloxyethyl trimethyl ammonium chloride, (met)acrylamine propyl trimethyl ammonium chloride, hoặc diallyl dimethyl ammonium chloride; monome vinyl chứa amin này được chọn từ một hoặc nhiều nhóm bao gồm dimethylamino ethyl (met)acrylate, diethylamino ethyl (met)acrylate hoặc diisopropylamino ethyl (met)acrylate;

trong đó, nếu comonomer là monome vinyl chứa amin, cần thêm axit vào monome vinyl chứa amin để xử lý proton hóa trước bước (1), và axit được sử dụng được chọn từ axit vô cơ hoặc axit hữu cơ;

(2) chế tạo nhũ tương vi cầu cấu trúc lõi-vỏ polystyren phủ silic oxit: trộn nhũ tương polystyren cation được sử dụng làm lõi cứng với dung môi, sau đó bổ sung vật liệu silic trong điều kiện khuấy ở 15-35°C để phản ứng và thu được nhũ tương vi cầu cấu trúc lõi-vỏ polystyren phủ silic oxit.

2. Dung dịch phủ tổng hợp theo điểm 1, trong đó, axit vô cơ là axit clohydric, axit sulfuric, axit nitric hoặc axit phosphoric, và axit hữu cơ là axit axetic, axit xitric hoặc axit oxalic.

3. Dung dịch phủ tổng hợp theo điểm 1, trong đó, lượng axit vô cơ cần thiết dựa trên tính toán theo monoaxit là tỷ lệ mol của axit so với nhóm amin chứa trong các monome vinyl chứa amin là 50-100%.
4. Dung dịch phủ tổng hợp theo điểm 1, trong đó, vật liệu silic được chọn từ một hoặc nhiều vật liệu thuộc nhóm gồm có tetrametoxysilan, tetraetoxysilan, metyl trimetoxysilan, metyl trietoxysilan, vinyl trimetoxysilan, vinyl trietoxysilan,  $\gamma$ -mercaptopropyl trimetoxysilan,  $\gamma$ -aminopropyl trietoxysilan,  $\gamma$ -glycidoxypropyl trimetoxysilan hoặc  $\gamma$ -(metacryloxy)propyl trimetoxysilan.
5. Dung dịch phủ tổng hợp theo điểm 1, trong đó, chất khơi mào là kali persulfat hoặc 2,2'-azobis(2-methylpropionamidin) hydro clorua.
6. Dung dịch phủ tổng hợp theo điểm 4, trong đó, chất khơi mào là kali persulfat hoặc 2,2'-azobis(2-methylpropionamidin) hydro clorua.
7. Dung dịch phủ tổng hợp theo một trong các điểm từ 1 đến 6, trong đó, ở bước (1), tỷ lệ khối lượng comonome so với monome styren là (0,5-4): (10-20).
8. Dung dịch phủ tổng hợp theo một trong các điểm từ 1 đến 6, trong đó, ở bước (1), tỷ lệ khối lượng của comonome, monome styren, chất khơi mào và nước trong toàn bộ hệ thống lần lượt là 0,5-4% comonome, 10-20% monome styren, 0,1-1% chất khơi mào và 75-89,4% nước.
9. Dung dịch phủ tổng hợp theo một trong các điểm từ 1 đến 6, trong đó, ở bước (2), lượng dung môi dựa trên chuẩn pha loãng nhũ tương polystyren cation so với hàm lượng chất rắn là 1-20% khối lượng.
10. Dung dịch phủ tổng hợp theo một trong các điểm từ 1 đến 6, trong đó ở bước (2), tỷ lệ khối lượng của hàm lượng chất rắn trong nhũ tương polystyren so với vật liệu silic được bổ sung là 10-30%.
11. Dung dịch phủ tổng hợp theo một trong các điểm từ 1 đến 6, trong đó, ở bước (2), dung môi được chọn từ một hoặc nhiều loại dung môi thuộc nhóm gồm có nước, metanol, etanol,

etylen glycol, rượu n-propyl, rượu isopropyl, propylen glycol, glyxerol, rượu n-butyl, etylen glycol monometyl ete, etylen glycol monoetyl ete, propylen glycol metyl ete, propylen glycol butyl ete, tripropylen glycol monometyl ete hoặc tripropylen glycol monoete.

12. Dung dịch phủ tổng hợp theo một trong các điểm từ 1 đến 6, trong đó, ở bước (1), sau khi bổ sung styren, khuấy hỗn hợp thu được ở tốc độ 150-500 vòng/phút.

13. Dung dịch phủ tổng hợp theo điểm 12, trong đó, ở bước (1), sau khi bổ sung styren, khuấy hỗn hợp thu được ở tốc độ 200-450 vòng/phút.

14. Dung dịch phủ tổng hợp theo một trong các điểm từ 1 đến 6, trong đó, ở bước (1), bổ sung từng giọt chất khơi mào ở tốc độ 0,1-2mL/phút.

15. Dung dịch phủ tổng hợp theo điểm 14, trong đó, ở bước (1), bổ sung từng giọt chất khơi mào ở tốc độ 0,5-1,5mL/phút.

16. Dung dịch phủ tổng hợp theo một trong các điểm từ 1 đến 6, trong đó, tính theo tỷ lệ phần trăm trọng lượng, tỷ lệ thể tích của dung dịch keo aluminosilicat chứa hydroxyl so với dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ là 1: (1-10).

17. Dung dịch phủ tổng hợp theo điểm 16, trong đó, tính theo tỷ lệ phần trăm trọng lượng, tỷ lệ thể tích của dung dịch keo aluminosilicat chứa hydroxyl so với dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ là 1: (4-10).

18. Dung dịch phủ tổng hợp theo một trong các điểm từ 1 đến 6, trong đó, vật liệu dung dịch keo aluminosilicat chứa hydroxyl thu được bằng phản ứng của các vật liệu gồm nước, chất xúc tác axit, dung môi, muối nhôm và vật liệu silic, trong đó, khối lượng của muối nhôm ứng với 1mL vật liệu silic là 0,025-0,1g.

19. Dung dịch phủ tổng hợp theo điểm 18, trong đó, vật liệu dung dịch keo aluminosilicat chứa hydroxyl thu được bằng phản ứng của các vật liệu gồm nước, chất xúc tác axit, dung môi, muối nhôm và vật liệu silic, trong đó, khối lượng của muối nhôm ứng với 1 mL vật liệu silic là 0,055-0,1g.

20. Dung dịch phủ tổng hợp theo điểm 18, trong đó, ứng với 1mL vật liệu silic hàm lượng dung môi là 1-20mL, hàm lượng nước là 0,1-1mL, và hàm lượng chất xúc tác là 0,01-0,1mL.

21. Dung dịch phủ tổng hợp theo điểm 18, trong đó chất xúc tác được chọn từ một hoặc nhiều chất được chọn từ nhóm bao gồm axit clohydric, axit nitric, axit sulfuric, axit phosphoric, axit axetic, axit xitric và axit oxalic.

22. Dung dịch phủ tổng hợp theo điểm 19, trong đó chất xúc tác được chọn từ một hoặc chất được chọn từ nhóm bao gồm axit clohydric, axit nitric, axit sulfuric, axit phosphoric, axit axetic, axit xitric và axit oxalic.

23. Dung dịch phủ tổng hợp theo điểm 20, trong đó chất xúc tác được chọn từ một hoặc chất được chọn từ nhóm bao gồm axit clohydric, axit nitric, axit sulfuric, axit phosphoric, axit axetic, axit xitric và axit oxalic.

24. Dung dịch phủ tổng hợp theo một trong các điểm từ 1 đến 6, trong đó vật liệu silic được thêm vào trong quá trình chế tạo dung dịch keo aluminosilicat chứa hydroxyl được chọn từ một hoặc nhiều vật liệu được chọn từ nhóm bao gồm tetrametoxysilan, tetraetoxysilan, metyl trimetoxysilan, metyl trietoxysilan, vinyl trimetoxysilan, vinyl trietoxysilan,  $\gamma$ -mercaptopropyl trimetoxysilan,  $\gamma$ -aminopropyl trietoxysilan,  $\gamma$ -glycidoxypentyl trimetoxysilan hoặc  $\gamma$ -(metacryloyloxy) propyl trimetoxysilan.

25. Dung dịch phủ tổng hợp theo điểm 18, trong đó vật liệu silic được thêm vào trong quá trình chế tạo dung dịch keo aluminosilicat chứa hydroxyl được chọn từ một hoặc nhiều vật liệu được chọn từ nhóm bao gồm tetrametoxysilan, tetraetoxysilan, metyl trimetoxysilan, metyl trietoxysilan, vinyl trimetoxysilan, vinyl trietoxysilan,  $\gamma$ -mercaptopropyl trimetoxysilan,  $\gamma$ -aminopropyl trietoxysilan,  $\gamma$ -glycidoxypentyl trimetoxysilan hoặc  $\gamma$ -(metacryloyloxy) propyl trimetoxysilan.

26. Phương pháp chế tạo dung dịch phủ tổng hợp chứa dung dịch keo aluminosilicat được pha thêm vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ theo một trong các điểm từ 1 đến 25, trong đó, dung dịch phủ tổng hợp chứa dung dịch keo aluminosilicat được pha thêm vi cầu nano silic

oxit cấu trúc lõi-vỏ thu được bằng cách tổng hợp dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ với vật liệu dung dịch keo aluminosilicat chứa hydroxyl.

27. Dung dịch phủ tổng hợp chứa dung dịch keo aluminosilicat được pha thêm dung dịch keo vi cầu nano silic oxit cấu trúc lõi-vỏ theo một trong các điểm từ 1 đến 25 được ứng dụng để chế tạo lớp màng tăng tính thấm thấu và chống phản xạ trên bề mặt của kính quang điện, thiết bị quang học hoặc thiết bị năng lượng mặt trời.

28. Lớp màng tăng tính thấm thấu và chống phản xạ, thu được bằng cách phủ dung dịch phủ tổng hợp theo một trong các điểm từ 1 đến 25 lên nền kính, bằng một trong số các phương pháp phủ là phun, nhúng, kéo, phủ lăn, phủ quay, phủ dòng chảy và phủ bằng bàn chải, sau đó sấy khô và nung-hóa rắn ở nhiệt độ 80-250°C, và tôi ở 500-700°C.