



(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)



1-0038100

(51)⁷ C23C 16/517; C23C 16/455

(13) B

(21) 1-2019-06265

(22) 27/11/2017

(86) PCT/CN2017/113191 27/11/2017

(87) WO2018/214449 29/11/2018

(30) 201710360382.2 21/05/2017 CN

(45) 25/01/2024 430

(43) 25/05/2020 386

(73) JIANGSU FAVORED NANOTECHNOLOGY CO., LTD. (CN)

Donghuan Rd., Yuqi Industrial Park Wuxi, Jiangsu 214183, China

(72) ZONG, Jian (CN).

(74) Công ty TNHH Đại Tín và Liên Danh (DAITIN AND ASSOCIATES CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO THEO CHU KỲ LỚP PHỦ BẢO VỆ NANO ĐA
CHỨC NHỜ PHÚN XẠ XUNG TỶ LỆ TÁC ĐỘNG CAO

(57)

Phương pháp chế tạo theo chu kỳ lớp phủ bảo vệ nano đa chức thông qua phún xạ xung tỷ lệ tác động cao thuộc lĩnh vực công nghệ plasma. Phương pháp này hút chân không buồng phản ứng và sau đó đưa khí trơ vào; làm chất nền chuyển động bên trong buồng phản ứng; đưa hơi đơn thể vào buồng phản ứng và thực hiện quá trình lắng đọng hơi hóa học, quá trình bao gồm pha tiền xử lý và pha phủ màng. Trong pha tiền xử lý, chế độ phóng plasma là phún xạ liên tục cường độ cao; trong pha phủ màng, chế độ phóng plasma là phún xạ xung tỷ lệ tác động cao. Pha tiền xử lý và pha phủ màng được thực hiện lặp lại ít nhất một lần trong chu trình lắng đọng hơi hóa học. Trong quá trình phủ màng, tạo ra chu trình này giúp tạo ra nhiều hơn các vị trí hoạt động trên bề mặt, qua đó cải thiện hiệu quả phủ màng và làm cấu trúc lớp phủ rắn chắc hơn. Phủ nano với cấu trúc chắc chắn đa lớp giúp bảo vệ sản phẩm tốt hơn. Ở cấp độ hiển vi có thể thấy cấu trúc lớp phủ rắn chắc hơn, trong khi ở cấp độ vĩ mô, nó cho thấy tính kỵ nước, lực bám dính, kháng axit và kiềm, tính chất cơ học, và độ ẩm và khả năng chịu nhiệt tốt.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực công nghệ lắng đọng hơi hóa học plasma, và cụ thể là đề cập đến phương pháp chế tạo lớp phủ bảo vệ nano đa chức.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Môi trường ăn mòn là yếu tố phổ biến nhất gây hư hỏng các thiết bị điện. Sự ăn mòn do môi trường làm tăng sự ăn mòn của vật liệu rắn, làm suy giảm hiệu suất cách điện của dây dẫn/chất bán dẫn, và các hiện tượng hư hỏng, cụ thể như ngắn mạch, hở mạch hoặc tiếp xúc kém trong các thiết bị điện tử. Hiện nay, trong số các sản phẩm trong các ngành công nghệ cao như quốc phòng và hàng không vũ trụ, các bộ phận điện tử chiếm tỷ trọng ngày càng lớn, và các yêu cầu về tính chất của các sản phẩm điện tử, như chống ẩm, chống mốc và chống ăn mòn, ngày càng nghiêm ngặt. Trong lĩnh vực truyền thông, các yêu cầu về tản nhiệt của các thiết bị truyền thông và độ ổn định cũng như độ tin cậy của việc truyền tín hiệu ngày càng cao hơn với tiến bộ kỹ thuật không ngừng và tần số liên lạc tăng liên tục. Do vậy, cần có yếu tố bảo vệ hiệu quả cho các bảng mạch và các linh kiện điện tử, mà không ảnh hưởng đến hiệu quả tản nhiệt và truyền tín hiệu thông thường của nó.

Đối với hiệu quả kinh tế, áp dụng dễ dàng và rộng rãi thì lớp phủ polymer thường được sử dụng để bảo vệ bề mặt vật liệu, và nó có thể cung cấp độ bền vật lý và hóa học tốt cho các vật liệu khác nhau; dựa trên đặc tính cản của lớp phủ polymer, một lớp màng bảo vệ được hình thành trên bề mặt của các sản phẩm điện tử và bảng mạch có thể cách ly hiệu quả các bảng mạch và bảo vệ các mạch khỏi bị ăn mòn và hư hỏng trong môi trường ăn mòn, nhờ đó cải thiện độ chắc chắn của các thiết bị điện tử, tăng cường độ an toàn của chúng, cũng như tăng cường các yếu tố an toàn và đảm bảo hiệu quả sử dụng của nó. Như vậy, lớp phủ polymer được sử dụng làm lớp phủ chống ăn mòn.

Phủ màng phù hợp là quy trình công nghệ trong đó một vật liệu cụ thể được áp lên bảng mạch in (PCB) để tạo thành lớp bảo vệ cách điện có hình dạng giống như hình dạng của vật liệu được phủ. Phủ màng phù hợp là phương pháp chống thấm phổ biến cho các bảng

mạch, có thể cách ly hiệu quả các bảng mạch và bảo vệ các mạch khỏi bị ăn mòn và hư hỏng trong môi trường bất lợi. Các quy trình chế tạo lớp phủ phù hợp hiện nay có một số nhược điểm: dung môi trong phương pháp pha lỏng có xu hướng gây hư hại các thiết bị bảng mạch; dùng nhiệt độ cao để xử lý nhiệt cho lớp phủ dễ gây hư hỏng thiết bị; khá khó khăn để lớp phủ có thể chạm tới bên trong các thiết bị kín. Công ty Union Carbide của Mỹ đã phát triển và ứng dụng một loại vật liệu phủ phù hợp mới. Lớp phủ parylen là một polymer của p-xylen có đặc tính thấm khí và thấm ẩm thấp và có hiệu quả cản cao, cụ thể là chống ẩm, chống nước, chống gỉ, chống axit và kiềm. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng poly-p-xylylen được sản xuất thông qua sự lắng đọng ở trạng thái chân không và nó có thể được áp dụng trong các lĩnh vực mà lớp phủ chất lỏng không thể ứng dụng được, cụ thể như bảo vệ các mạch tần số cao và hệ thống dòng cực yếu. Độ dày của lớp phủ màng polymer tạo ra sự bảo vệ chính nhờ lớp phủ phù hợp được hình thành do sự lắng đọng hơi của poly-p-xylylen bị hỏng, và trong trường hợp độ dày của lớp phủ màng polymer trên cụm bảng mạch in nằm trong khoảng 3-7 micromet, vẫn có xu hướng xảy ra rỉ sét cục bộ và lớp phủ không bảo vệ được. Độ dày của lớp phủ phải bằng hoặc lớn hơn 30 micromet, với điều kiện tổn thất điện môi tần số cao không bị ảnh hưởng. Lớp phủ parylen có yêu cầu tương đối cao trong bước tiền xử lý bảng mạch in được bảo vệ. Đối với các cụm dẫn điện, cụm truyền tín hiệu và cụm tần số vô tuyến, việc xử lý trước lớp phủ cần được thực hiện trên các cụm bảng mạch tại thời điểm xử lý hơi để tạo thành lớp phủ phù hợp, tránh tác động đến các thuộc tính của cụm chức năng. Nhược điểm này đã hạn chế phạm vi ứng dụng của lớp phủ Parylen. Khó có thể áp dụng lớp phủ Parylen rộng rãi do chi phí nguyên liệu thô dùng để chế tạo chúng cao, điều kiện nghiêm ngặt cho việc chế tạo lớp phủ (yêu cầu nhiệt độ cao và độ chân không cao) và tốc độ tạo màng thấp. Ngoài ra, lớp phủ dày có nhược điểm là làm phát sinh các vấn đề như tản nhiệt kém, chặn tín hiệu.

Lắng đọng hơi hóa học plasma (PCVD) là công nghệ sử dụng plasma để hoạt hóa phản ứng khí, để tạo điều kiện cho các phản ứng hóa học xảy ra trên bề mặt chất nền hoặc trong không gian gần bề mặt chất nền để tạo ra màng cứng. Lớp phủ được tạo bởi PCVD có các ưu điểm sau:

(1) Đây là quá trình khô, và lớp màng được hình thành thậm chí không có lỗ kim.

(2) Lớp màng polymer plasma có các đặc tính hóa học và vật lý bền, như kháng dung môi, kháng hóa chất, chịu nhiệt và chống mài mòn.

(3) Màng polymer plasma có thể được gắn kết tốt với chất nền.

(4) Màng mỏng đồng nhất được tạo ra trên bề mặt không cân bằng và đồng đều trên chất nền.

(5) Nhiệt độ để chế tạo lớp phủ thấp, và có thể thực hiện ở nhiệt độ thường, từ đó tránh được hư hỏng cho các thiết bị nhạy cảm với nhiệt.

(6) Công nghệ plasma không chỉ được sử dụng để chế tạo lớp phủ có độ dày cỡ micromet mà còn được sử dụng để chế tạo lớp phủ nano siêu mỏng.

Bằng cách sử dụng công nghệ lắng đọng hơi hóa học, công ty P2i của Anh đã phát triển loại lớp phủ nano sử dụng phương pháp dựa trên phún xạ xung tỷ lệ cực thấp, và tỷ lệ thấp đến mức dưới 1:1000. Tuy nhiên, quá trình chế tạo của phương pháp phún xạ xung tỷ lệ cực thấp không thể kết hợp và điều khiển hiệu quả giữa năng lượng được cung cấp cho độ dài liên kết và năng lượng liên kết của các nhóm khác nhau trong vật liệu hóa học thô hoặc khối lượng phân tử của các vật liệu. Hơn nữa, độ bền chống xước và độ bền của lớp phủ được chế tạo chưa lý tưởng. Do bị giới hạn ở các đặc tính này, lớp phủ chưa có khả năng chống ăn mòn tốt trong môi trường ăn mòn, nên hiện tại lớp phủ nano kỹ thuật mới chỉ được tạo ra trên các thiết bị điện và điện tử. Hơn nữa, lớp phủ bảo vệ rắn chắc được chế tạo bằng phương pháp phún xạ xung tỷ lệ cực thấp có một số nhược điểm như: từ góc độ vi mô, mật độ năng lượng thấp trong quá trình phủ không dẫn đến sự hình thành các cấu trúc chắc chắn, và thậm chí có thể không thể tạo thành các cấu trúc màng ổn định; từ góc độ vĩ mô, mật độ năng lượng thấp không đưa đến sự phát triển tốc độ cao của lớp phủ và hiệu quả sản xuất thực tế thấp, điều này làm hạn chế ứng dụng của nó.

Trong các quá trình chế tạo lớp phủ lắng đọng hơi hóa học plasma hiện nay, chất nền luôn luôn được cố định và không có bất kỳ tương quan nào giữa trạng thái động của chất nền và năng lượng phóng plasma; phương pháp phún xạ liên tục được sử dụng để đưa chất nền tĩnh trong buồng, và dưới tác động của phún xạ liên tục, các chuỗi bị phá vỡ được hoạt hóa ở dạng đơn thể kết hợp với nhau thành màng thông qua sự xếp chồng đơn giản. Lớp phủ thu được thường có cấu trúc lỏng lẻo và mức độ phân tán thành bột cao, không dẫn đến sự hình thành cấu trúc siêu nhỏ của lớp phủ. Do đó, lớp phủ có các đặc tính bảo vệ kém, cụ thể như chống nước, chống ẩm, chống ăn mòn và kháng dung môi kém.

Do plasma và vật liệu hóa học thô có mật độ khác nhau ở các vùng khác nhau trong buồng phản ứng và chất nền duy trì bất động, nên tốc độ lắng đọng lớp phủ chậm ở một số vùng, dẫn đến hiệu quả sản xuất thấp. Hơn nữa, có hiện tượng khác nhau đáng kể giữa độ đặc chắc và độ đồng đều.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để khắc phục các nhược điểm nêu trên, sáng chế đề xuất phương pháp chế tạo theo chu kỳ lớp phủ bảo vệ nano đa chức thông qua phún xạ xung tỷ lệ tác động cao. Trong quá trình chế tạo, công nghệ chủ yếu bao gồm pha tiền xử lý và pha phủ màng. Trong pha tiền xử lý, chế độ phóng plasma là phún xạ liên tục cường độ cao; trong pha phủ màng, chế độ phóng plasma là phún xạ xung tỷ lệ tác động cao. Hơn nữa pha tiền xử lý và pha phủ màng được lặp lại ít nhất hai lần để tạo thành cấu trúc chắc chắn đa lớp. Các đặc điểm động học của chất nền và năng lượng phóng plasma tương tác lẫn nhau. Chất nền được giữ trong trạng thái động khi plasma phát ra năng lượng. Các điểm cầu nối ngang bổ sung được đưa vào để tạo thành cấu trúc liên kết ngang bằng cách đưa các thành phần đơn thể khác vào thành cấu trúc liên kết ngang đa chức thông qua năng lượng plasma. Plasma được tạo ra thông qua hoạt động phóng plasma, và thông qua sự điều khiển tương quan giữa năng lượng phóng plasma và năng lượng liên kết đơn thể, các plasma nhiệt độ thấp có thể hoạt hóa hiệu quả các nhóm hoạt động với năng lượng cao trong các thành phần đơn thể để thu được các vị trí hoạt động; và cùng với đó, các vị trí hoạt động được tạo ra liên kết ngang với nhau và polymer hóa trong môi trường plasma để tạo thành cấu trúc dạng mắt lưới rắn chắc.

Phương pháp theo sáng chế được áp dụng như sau:

Phương pháp chế tạo theo chu kỳ lớp phủ bảo vệ nano đa chức thông qua phún xạ xung tỷ lệ tác động cao bao gồm các bước sau:

(1) Đặt chất nền vào trong buồng phản ứng của thiết bị chế tạo lớp phủ nano, hút chân không buồng phản ứng liên tục cho tới khi mức chân không trong buồng phản ứng là 10-200 mTorr, sau đó đưa khí trơ (He hoặc Ar) vào, và bật chế độ chuyển động sao cho chất nền có thể chuyển động trong buồng phản ứng;

(2) Đưa hơi đơn thể vào trong buồng phản ứng cho đến khi mức chân không đạt 30-300 mTorr, cho phép phóng plasma, và thực hiện lắng đọng hơi hóa học.

(3) Quá trình lắng đọng bao gồm pha tiền xử lý và pha phủ màng. Trong pha tiền xử lý, công suất phóng plasma là 120-400 W, và thời gian phóng liên tục là 60-450 giây; pha phủ màng là pha mà plasma được phóng dưới dạng phún xạ xung với công suất là 50-200 W, và thời gian là 600-3600 giây.

(4) Lặp lại pha tiền xử lý và pha phủ màng ít nhất một lần để tạo ra lớp phủ nano đa chức thông qua lắng đọng hơi hóa học trên bề mặt chất nền;

trong bước (3) và (4), tần số phún xạ xung là 1-1000 Hz, và tỷ lệ tác động xung là 1:1-1:1000;

mục đích của pha tiền xử lý là hoạt hóa bề mặt chất nền và tạo ra nhiều vị trí hoạt động trên bề mặt chất nền. Quá trình tiền xử lý bắn phá này không chỉ loại bỏ các tạp chất khỏi bề mặt màng mà còn hoạt hóa bề mặt màng, qua đó dẫn đến sự lắng đọng lớp phủ và cải thiện lực bám giữa lớp phủ và chất nền. Trong quá trình tiền xử lý và phủ màng được lặp lại nhiều lần, quá trình bắn phá của tiền xử lý công suất cao sau mỗi lớp phủ có thể tạo thành nhiều vị trí hoạt động trên bề mặt màng phủ và hoạt hóa bề mặt lớp màng phủ, tạo thuận lợi cho sự lắng đọng màng phủ tiếp theo và cải thiện lực liên kết giữa các lớp màng phủ, qua đó tạo ra cấu trúc màng phủ đa lớp với lực liên kết và độ rắn chắc cao. So với màng phủ đơn và tạo ra trong thời gian dài thông thường, lực liên kết và độ rắn chắc của màng theo sáng chế được cải thiện ít nhất tương ứng là 20-40% và 15-30%. Phương pháp phủ theo chu kỳ thông qua phún xạ liên tục công suất thấp này có hiệu quả đáng kể và rất thực tế.

Trong pha tiền xử lý, chế độ phóng plasma là phún xạ liên tục công suất cao (120-400 W), trong khi trong pha phủ màng, chế độ phóng plasma là phún xạ xung tỷ lệ tác động cao, với công suất là 50-200 W, trong thời gian 600-7200 giây, và tần số xung là 1-1000 Hz, và tỷ lệ tác động xung là 1:1-1:1000. Các plasma được tạo ra trong quá trình phóng plasma liên tục và lắng đọng có tác dụng khắc trên màng lắng đọng; trong pha phủ màng, việc phún xạ xung tỷ lệ tác động cao kết hợp với đặc tính động học của chất nền có tác dụng tăng tốc độ lắng đọng hóa học, và so với công nghệ phún xạ xung tỷ lệ tác động thấp hiện có, chế độ phún xạ xung tỷ lệ tác động cao có thể hình thành các màng dày hơn và rắn chắc hơn trong một khoảng thời gian nhất định, và hiệu quả phủ cao hơn. Do đó, có thể giải quyết nhược điểm của lớp phủ bảo vệ rắn chắc được chế tạo bởi công ty P2i của Anh với phương pháp dựa trên phún xạ xung tỷ lệ tác động cực thấp (tỷ lệ tác động nhỏ hơn 1:1000).

Thành phần của hơi đơn thể bao gồm:

hỗn hợp của ít nhất một nhựa florua cacbon chưa bão hòa đa chức và ít nhất một dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức, trong đó phần khối lượng của dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức trong hơi đơn thể là 15-65%;

(5) Dừng cấp hơi đơn thể, và đồng thời ngừng phóng plasma, tiếp tục hút chân không để giữ mức chân không trong buồng phản ứng là 10-200 mTorr trong 1-5 phút, sau đó đưa không khí tới áp suất khí quyển, làm dừng chuyển động của chất nền và lấy chất nền ra.

Dưới môi trường phóng plasma chân không thấp, các liên kết hóa học của các đơn thể với cấu trúc phân tử hoạt động được phá vỡ thông qua giải phóng năng lượng hiệu quả, và các gốc tự do hoạt động cao được hình thành, sau đó các gốc tự do ở trạng thái kích thích và các nhóm được hoạt hóa trên bề mặt của chất nền động và các sản phẩm khác bắt đầu polymer hóa bằng liên kết hóa học để tạo thành màng chống thấm nano và tạo thành màng phủ nano đa chức trên bề mặt chất nền.

Trong Bước (1), chất nền chuyển động trong buồng phản ứng và dạng chuyển động của chất nền là chuyển động tịnh tiến hoặc chuyển động cong so với buồng phản ứng, trong đó chuyển động cong bao gồm chuyển động tròn, chuyển động elip, chuyển động hình cầu quay, chuyển động hình cầu và chuyển động cong của các tuyến không đều khác.

Chất nền trong Bước (1) là vật liệu rắn, và vật liệu rắn có thể là các sản phẩm điện tử, linh kiện điện, bán thành phẩm điện tử lắp ráp, bảng PCB, tấm kim loại, tấm Teflon hoặc các bộ phận và linh kiện điện tử, và khi bề mặt chất nền được phủ một màng phủ nano đa chức, thì bất kỳ bề mặt nào cũng có thể tiếp xúc với môi trường nước, nấm mốc, dung môi axit hoặc kiềm, bụi axit hoặc kiềm, mưa axit, ngâm trong dung môi hữu cơ, mỹ phẩm, mồ hôi, chu trình nhiệt tác động hoặc xen kẽ ẩm và nhiệt.

Trong Bước (1), thể tích của buồng phản ứng là 50-1000 L, nhiệt độ của buồng phản ứng được kiểm soát trong khoảng 30-60 °C và lưu lượng cấp vào của khí trơ là 5-300 sccm.

Buồng phản ứng là buồng cầu hoặc buồng lập phương.

Đưa hơi đơn thể là để tán nhỏ và làm bay hơi đơn thể thông qua bơm nạp, và đưa đơn thể vào buồng phản ứng bằng áp suất thấp 10-200 mTorr, và lưu lượng nạp đơn thể là 10-1000 $\mu\text{l/phút}$;

Nhựa fluorocarbon chưa bão hòa đơn chức bao gồm:

3-(peflo-5-metyl hexyl)-2-hydroxypropyl metacrylat, 2-(peflodecyl) etyl metacrylat, 2-(peflohexyl) etyl metacrylat, 2-(peflododecyl) etyl acrylat, 2-peflo octyl etyl acrylat, 1H, 1H, 2H, 2H- peflo octanol acrylat, 2-(peflobutyl) etyl acrylat, (2H-peflo propyl)-2-acrylat, (peflo xyclohexyl) metyl acrylat, 3, 3, 3-triflo-1-propyn, 1-etinyl-3, 5-diflobenzen hoặc 4-etinyl triflotoluen;

Dẫn xuất hydrocarbon chưa bão hòa đa chức bao gồm:

Trimethylolpropan triacrylat được ethoxylat, tripropylen glycol diacrylat, poly (etylen glycol) diacrylat, 1, 6-hexandiol diacrylat, diacrylicglycol este, dietylen glycol divinyl ete, hoặc neopentyl glycol diacrylat.

Trong các Bước (3) và (4), chế độ phóng plasma là phóng tần số vô tuyến, phóng vi sóng, phóng tần số trung gian, phóng tần số cao hoặc phóng tia lửa, và dạng sóng của phóng điện tần số cao và phóng tần số trung gian là các xung hình sin hoặc lưỡng cực. Các plasma tần số vô tuyến là các plasma được tạo ra từ sự phóng của trường điện từ tần số cao. Phương pháp vi sóng là để sử dụng năng lượng vi sóng hoạt hóa plasma và có ưu điểm về hiệu quả sử dụng năng lượng cao; và trong khi đó, plasma là dạng tinh khiết do phóng điện không điện cực, và hiện nay, nó là một phương pháp tốt có chất lượng cao, tốc độ cao và diện tích chế tạo lớn.

Trong quá trình chế tạo lớp phủ, các đặc tính động học của chất nền tương tác với năng lượng phóng plasma. Trong quá trình chế tạo, chất nền chuyển động tại thời điểm phóng plasma, làm tăng hiệu quả lắng đọng lớp phủ, và cũng cải thiện tính đồng nhất và độ rắn chắc của độ dày lớp phủ.

Lớp phủ đã chế tạo có khả năng kháng nước, ẩm, nấm mốc, dung môi axit hoặc kiềm, bụi muối axit hoặc kiềm, mưa axit, ngâm dung môi hữu cơ, mỹ phẩm, mồ hôi, tác động nhiệt theo chu kỳ (-40 °C-+75 °C) và sự thay đổi độ ẩm và nhiệt độ (độ ẩm: 75%-95%). Tại thời

điểm có các đặc tính bảo vệ ở trên, ảnh hưởng của lớp phủ lên tín hiệu liên lạc tần số vô tuyến là 10 M-8 G, thấp hơn 5% khi độ dày lớp phủ là 1-1000 nm.

Ưu điểm của phương pháp theo sáng chế so với các phương pháp hiện nay là:

1. Pha hoạt hóa tiền xử lý công suất cao được thực hiện trong quá trình phủ theo chu kỳ, để tạo ra nhiều vị trí hoạt động trên bề mặt chất nền ở trạng thái này, cải thiện hiệu quả lớp phủ và tạo ra cấu trúc lớp phủ rắn chắc và có hiệu quả bảo vệ tốt hơn chống lại môi trường ăn mòn. Trong quá trình phủ, việc áp dụng quá trình phủ theo chu kỳ giúp tạo ra lớp phủ nano với cấu trúc hỗn hợp nhiều lớp, tạo ra sự bảo vệ nhiều lớp cho sản phẩm. Ở cấp độ hiển vi có thể thấy cấu trúc lớp phủ rắn chắc hơn, trong khi ở cấp độ vĩ mô, nó cho thấy tính kỵ nước, lực bám dính, kháng axit và kiềm, tính chất cơ học, và độ ẩm và khả năng chịu nhiệt tốt.

2. Trong quá trình phủ, sự phun xạ xung theo chu kỳ được áp dụng trong pha phủ, để có thể tạo ra các plasma có đủ năng lượng để phá vỡ các phân đoạn đơn thể được đưa vào để tạo thành các đoạn chuỗi kích thích hơn; khi đoạn cuối cùng nằm trong liên kết ở trạng thái kích thích, thông qua các vị trí hoạt động có năng lượng nhất định và hoạt động trong vật liệu đơn thể, với các vị trí hoạt động có năng lượng tương ứng trên bề mặt chất nền dưới dạng liên kết hóa học, sẽ có nhiều phản ứng cơ sở phức tạp xảy ra hơn và sẽ hình thành cấu trúc mạng lưới liên kết ngang rắn chắc hơn;

3. Trong các pha tiền xử lý và phủ màng, chất nền chuyển động trong buồng phản ứng, làm cho độ dày lớp phủ ở các vị trí khác nhau của chất nền có xu hướng phù hợp và giải quyết được vấn đề độ dày lớp phủ không đồng đều trên bề mặt chất nền do mật độ đơn thể là khác nhau ở các khu vực khác nhau trong buồng phản ứng.

4. Trong quá trình chế tạo, các đặc tính động học của chất nền tương tác với năng lượng phóng plasma. Chất nền chuyển động tại thời điểm giải phóng năng lượng phóng plasma, làm tăng hiệu quả lắng đọng và cải thiện đáng kể độ rắn chắc của lớp phủ bảo vệ nano đa chức thu được. Nhờ hiệu quả lắng đọng được cải thiện, mà lượng nguyên liệu đơn thể hóa học thô được áp dụng trong hơi đơn thể chỉ bằng 10% -15% lượng áp dụng theo các phương pháp đã biết trước đó, do đó giảm phát thải khí thải và thân thiện với môi trường hơn. Sáng chế cũng giúp cải thiện đáng kể hiệu quả thực tế của sản phẩm.

5. Về mặt cấu trúc vi mô, sự tạo ra các cấu trúc liên kết ngang đa chức trong vật liệu đơn thể thúc đẩy hình thành cấu trúc lưới rắn chắc của lớp phủ, và cải thiện khả năng chống ăn mòn axit/kiềm của lớp phủ trong các môi trường khác nhau trong khi vẫn đảm bảo tính kỵ nước.

Các đơn thể đơn chức được chọn để polymer hóa các plasma để thu được lớp phủ có cấu trúc liên kết ngang. Cấu trúc liên kết ngang được tạo ra bởi sự liên kết ngang của rất nhiều vị trí hoạt động được tạo ra từ sự phá vỡ chuỗi đơn thể khi plasma được phóng. Tuy nhiên, cấu trúc liên kết ngang này tương đối lỏng lẻo và có nhiều thành phần thẳng, do đó khả năng chống thấm dung dịch và độ hòa tan của chúng là kém. Thông qua việc tạo ra các thành phần đơn thể khác của các cấu trúc liên kết ngang đa chức, phương pháp theo sáng chế còn tạo ra các điểm liên kết ngang bổ sung để tạo thành các cấu trúc liên kết ngang. Tại thời điểm phóng plasma, các nhóm hoạt động có năng lượng cao trong các thành phần đơn thể sẽ bị phá vỡ thông qua việc kiểm soát hiệu quả và tạo ra năng lượng dưới hoạt động của các plasma nhiệt độ thấp, để hình thành các vị trí hoạt động. Các vị trí hoạt động bổ sung được tạo ra sẽ thực hiện liên kết ngang và polymer hóa các chuỗi với nhau trong môi trường plasma, qua đó tạo thành cấu trúc lưới rắn chắc.

So với cấu trúc lớp phủ có nhiều thành phần thẳng liên kết lỏng, cấu trúc lưới có độ rắn chắc tốt hơn và cải thiện hiệu quả tính chống ăn mòn của màng. Trong môi trường plasma, bề mặt của chất nền được phủ được hoạt hóa để có được nhiều vị trí hoạt động, và các vị trí hoạt động này sẽ thông qua các liên kết hóa học mạnh để liên kết với các gốc tự do của vật liệu đơn thể được hoạt hóa bởi các plasma, đưa đến các loại và các kiểu phản ứng cơ sở khác nhau để màng nano của vật liệu nền có lực liên kết và độ bền cơ học tuyệt vời. Việc kiểm soát hiệu quả và điều chỉnh khả năng chống ăn mòn trên bề mặt vật liệu có thể được thực hiện bằng cách kiểm soát sự kết hợp của các đơn thể khác nhau và các điều kiện thực hiện khác nhau, và từ đó có thể thu được cấu trúc có cấu trúc vi mô đặc biệt, lớp nền rắn chắc và lớp bề mặt nhám. Do đó, khả năng chống ăn mòn môi trường được cải thiện 25%-45%.

6. Hỗn hợp và cấu trúc thay đổi từng bước của lớp phủ nano polymer có thể thu được bằng cách tạo ra các thành phần đơn thể khác có cấu trúc liên kết ngang, kiểm soát tỷ lệ đơn thể, cung cấp thiết bị đưa ra năng lượng tương ứng và thay đổi hiệu quả của các thông số quy trình tùy theo sự khác biệt về năng lượng liên kết phân tử, độ dài liên kết và nhiệt độ hóa hơi

của các đơn thể khác nhau, không chỉ đảm bảo tính kỵ nước của màng mà còn cải thiện khả năng chống ăn mòn của các sản phẩm điện tử và các sản phẩm khác trong môi trường ăn mòn.

Trong cuộc sống hàng ngày, các thiết bị điện tử có khả năng bị hư hỏng do ăn mòn bởi môi trường ăn mòn. Vì chúng được sử dụng chủ yếu trong môi trường ăn mòn, sẽ xảy ra các thiệt hại không thể khắc phục với các thiết bị điện tử sau một thời gian dài. Phương pháp phủ theo sáng chế giúp công nghệ nano trở nên hữu dụng hơn trong cải thiện hiệu quả sản xuất thực tế. Nhờ tuổi thọ của lớp phủ trong môi trường ăn mòn, tác dụng bảo vệ trên các sản phẩm đã được cải thiện. Nó chủ yếu được áp dụng cho các sản phẩm sau:

(1) Bàn phím thiết bị di động: Bàn phím di động nhỏ và nhẹ, và thường được sử dụng trên máy tính, điện thoại di động và các thiết bị khác. Chúng có thể giúp người dùng làm việc trong hành trình di chuyển của mình. Tuy nhiên, khi chúng bị các chất lỏng thông thường xâm nhập, cụ thể như nước từ cốc vô tình bị ngấm và ngấm bởi nước mưa hoặc mồ hôi, như vậy bên trong bàn phím có thể dễ dàng bị ngắn mạch và hỏng. Nếu lớp phủ nano này được áp dụng cho bàn phím, nó có thể đảm bảo rằng bề mặt bàn phím dễ lau chùi, bàn phím vẫn còn nguyên vẹn khi tiếp xúc với nước và bàn phím có thể thích nghi với môi trường khắc nghiệt hơn.

(2) Màn hình LED: Màn hình hiển thị LED được sử dụng để quảng cáo hàng hóa, trang trí cửa hàng, chiếu sáng, cảnh báo và các mục đích khác. Đối với một số mục đích, màn hình hiển thị LED có thể phải tiếp xúc với nước mưa, bụi nặng hoặc môi trường khắc nghiệt khác. Cụ thể như, khi trời mưa, đối với màn hình hiển thị LED ngoài trời của trung tâm mua sắm, đèn cảnh báo trên đường và bảng điều khiển màn hình LED trong xưởng có xu hướng bị hỏng. Hơn nữa, bụi có thể dễ dàng tích tụ trên màn hình hiển thị LED và không dễ dàng để làm sạch; tuy nhiên, sau khi lớp phủ nano được thông qua, các vấn đề nêu trên có thể được khắc phục một cách hiệu quả.

(3) Khóa vân tay thông minh: Khóa vân tay là một khóa thông minh. Nó kết hợp các công nghệ thông tin máy tính, công nghệ điện tử, công nghệ cơ khí và công nghệ phần cứng hiện đại, và được áp dụng rộng rãi cho các lĩnh vực điều tra và tư pháp hình sự của cảnh sát. Tuy nhiên, khi tiếp xúc với nước, mạch bên trong của nó có xu hướng bị ngắn mạch. Rất khó để sửa chữa chúng vì vậy, chúng sẽ bị vứt đi. Sau khi phủ màng bảo vệ, điều này hoàn toàn có thể tránh được.

(4) Máy trợ thính và tai nghe Bluetooth: không phải loại máy trợ thính hay tai nghe Bluetooth có đường truyền. Sau khi áp dụng lớp phủ này, người dùng có thể sử dụng các thiết bị như vậy trong môi trường nước, như mưa rào và ngày mưa, trong một thời gian nhất định và các thiết bị đó sẽ không bị hỏng do ngâm trong nước mưa.

(5) Một số cảm biến: một số cảm biến cần được sử dụng trong môi trường lỏng, cụ thể như cảm biến áp suất nước và áp suất dầu, cảm biến được sử dụng trong thiết bị dưới nước và cảm biến thường tiếp xúc với nước trong môi trường làm việc. Sau khi các cảm biến như vậy được phủ màng, chất lỏng không thể xâm nhập vào cấu trúc bên trong của các thiết bị cơ khí.

(6) Phần lớn các sản phẩm 3C: như điện thoại di động, máy tính xách tay, PSP, v.v.

(7) Các thiết bị khác cần chống thấm nước: bao gồm các thiết bị hoạt động trong môi trường ẩm ướt hoặc có thể gặp phải các trường hợp không lường trước được, cụ thể như trần chất lỏng thông thường, sẽ ảnh hưởng đến hoạt động bình thường của các mạch điện yếu bên trong của chúng.

Lớp phủ nano đa chức được chế tạo theo phương pháp này có thể được ứng dụng trong các môi trường khác nhau và liên quan đến sản phẩm:

Chống nước, chống ẩm và chống mốc:

1. Trang trí nội thất nhà ở: trần nhà, giấy dán tường, đèn trần, rèm cửa sổ và tấm lọc trong phòng tắm. 2. Các vật dụng sử dụng hàng ngày: màn chống muỗi, vỏ đèn bàn, giá đỡ đĩa và gương chiếu hậu ô tô. 3. Các di tích văn hóa và tác phẩm nghệ thuật: sách sao chép thư pháp, đồ cổ, chạm khắc gỗ, da, đồ đồng, lụa, trang phục cổ và sách cổ. 4. Các linh kiện điện tử và các sản phẩm điện tử: cảm biến (làm việc trong môi trường ẩm ướt hoặc bụi bặm), chip của các sản phẩm điện tử khác nhau (máy đo huyết áp điện tử và đồng hồ thông minh), bảng mạch, điện thoại di động, màn hình hiển thị LED và máy trợ thính. 5. Dụng cụ chính xác và thiết bị quang học: đồng hồ cơ và kính hiển vi.

Kháng dung môi axit và kiềm, bụi axit và kiềm và mưa axit:

1. Phần trang trí nội thất của ngôi nhà: giấy dán tường và gạch men. 2. Thiết bị bảo vệ: Găng tay chống axit (kiềm) và quần áo bảo hộ chống axit (kiềm). 3. Thiết bị cơ khí và đường

ống: thiết bị khử lưu huỳnh đường khí thải, các bộ phận làm kín (dầu bôi trơn axit/kiềm), đường ống, van, và lớp lót của đường ống vận chuyển hàng hải đường kính lớn. 4. Các loại nồi hơi và bình phản ứng. 5. Sản xuất và lưu trữ hóa chất, xử lý nước thải và bể sục khí. 6. Các mục đích khác: xưởng sản xuất axit và kiềm, hàng không vũ trụ chống kiềm, năng lượng, luyện kim đen, hóa dầu, xử lý y tế và các ngành công nghiệp khác, thùng chứa, tượng (để giảm ăn mòn do mưa axit) và cảm biến (trong môi trường axit/kiềm).

Chống chịu khi ngâm trong dung môi hữu cơ, chống mỹ phẩm, và chống đồ mồ hôi:

1. Ankan, anken, rượu, aldehyt, amin, este, ete, keton, hydrocacbon thơm, hydrocacbon hydro hóa, hydrocacbon terpen, halohydrocacbon, hợp chất dị vòng, hợp chất chứa nitơ và dung môi hợp chất của lưu huỳnh; 2. Các hộp đóng gói mỹ phẩm; 3. Khóa vân tay và tai nghe.

Chống tác động nhiệt theo chu kỳ ($-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $+75\text{ }^{\circ}\text{C}$), chống ẩm và nhiệt xen kẽ (độ ẩm: 75%-95%): kỹ thuật điện, điện tử và thiết bị điện ô tô, cụ thể như các thiết bị trong lĩnh vực hàng không vũ trụ, ô tô, thiết bị gia dụng và nghiên cứu khoa học.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án thực hiện được mô tả sau đây chỉ nhằm mục đích minh họa để làm rõ sáng chế mà không giới hạn phạm vi của sáng chế.

Phương án thực hiện 1

Phương pháp chế tạo theo chu kỳ lớp phủ bảo vệ nano đa chức thông qua phun xạ xung tỷ lệ tác động cao bao gồm các bước sau:

(1) Đặt chất nền vào trong buồng phản ứng của thiết bị chế tạo lớp phủ nano, đóng kín buồng phản ứng và hút chân không liên tục cho tới khi mức chân không trong buồng phản ứng là 10 mTorr, sau đó đưa khí trơ (Ar) vào, và bật chế độ chuyển động sao cho chất nền có thể chuyển động trong buồng phản ứng;

chất nền được sử dụng trong Bước (1) là vật liệu rắn, và vật liệu rắn là vật liệu nhôm dạng khối. Khi bề mặt chất nền được tạo ra với màng phủ chống môi trường axit và kiềm, nên bất kỳ bề mặt nào cũng có thể tiếp xúc được với môi trường axit và kiềm thử nghiệm.

Thể tích của buồng phản ứng trong Bước (1) là 50 L, nhiệt độ của buồng phản ứng được điều chỉnh ở 30 °C và lưu lượng khí trơ đi vào là 5 sccm.

Trong Bước (1), chất nền chuyển động trong buồng phản ứng, và dạng chuyển động của chất nền là chuyển động tròn so với buồng phản ứng với tốc độ là 4 vòng/phút.

(2) Đưa hơi đơn thể vào trong buồng phản ứng cho đến khi mức chân không đạt 30 mTorr, cho phép phóng plasma, và thực hiện lắng đọng hơi hóa học;

(3) Quá trình lắng đọng bao gồm pha tiền xử lý và pha phủ màng. Trong pha tiền xử lý, công suất phóng plasma là 400 W, và thời gian phóng liên tục là 60 giây; pha phủ màng là pha mà plasma được phóng dưới dạng phún xạ xung với công suất là 200 W, và thời gian là 600 giây;

(4) Lặp lại pha tiền xử lý và pha phủ trong Bước (3) 13 lần để tạo ra lớp phủ nano đa chức thông qua lắng đọng hơi hóa học trên bề mặt chất nền;

trong Bước (3) và (4), tần số phún xạ xung là 1 Hz, và tỷ lệ tác động xung là 1:1;

trong Bước (2):

đưa của hơi đơn thể là để tán nhỏ và làm bay hơi đơn thể thông qua bơm nạp, và đưa đơn thể vào buồng phản ứng bằng áp suất thấp 10 mTorr, và lưu lượng nạp đơn thể vào là 10 μ l/phút;

thành phần của hơi đơn thể bao gồm:

hỗn hợp của hai nhựa fluorocarbon chưa bão hòa đơn chức và hai dẫn xuất hydrocarbon chưa bão hòa đa chức, trong đó phần khối lượng của dẫn xuất hydrocarbon chưa bão hòa đa chức trong hơi đơn thể là 15%;

Nhựa fluorocarbon chưa bão hòa đơn chức là: 2-perfluorooctyl ethyl acrylat và 2-(perfluorohexyl) ethyl metacrylat;

Dẫn xuất hydrocarbon chưa bão hòa đa chức là: poly (etylen glycol) diacrylat và 1, 6-hexandiol diacrylat;

trong Bước (3) và (4), chế độ phóng plasma là phóng tần số vô tuyến liên tục.

(5) Khi màng phủ được hoàn thiện, dừng cấp hơi đơn thể, và đồng thời ngừng phóng plasma, tiếp tục hút chân không để giữ mức chân không trong buồng phản ứng là 10 mTorr trong 1 phút, sau đó đưa không khí tới áp suất khí quyển, và lấy chất nền ra.

Kết quả kiểm tra hiệu suất của tấm nhôm được lắng đọng với lớp phủ trên được thể hiện như sau:

Tính kỵ nước/tính kỵ béo			
Độ dày	Góc tiếp xúc với nước	Góc tiếp xúc với dầu	Tính bám dính
250 nm	127°	98°	Bám dính thấp, các giọt nước dễ dàng trượt

(2) Kết quả thử nghiệm với tính axit/tính kiềm: (“đạt” tức là không có sự ăn mòn sau khi thử nghiệm được tiến hành trong một khoảng thời gian)

Tác nhân axit/kiềm	Thời gian			
	64 giờ	112 giờ	160 giờ	208 giờ
Muối axit phun sương	đạt	đạt	đạt	đạt
Muối trung tính phun sương	đạt	đạt	đạt	đạt
Muối kiềm phun sương	đạt	đạt	đạt	đạt
Dung dịch axit axetic 5%	đạt	đạt	đạt	đạt
Dung dịch NaOH 5%	đạt	đạt	đạt	đạt

(3) Kết quả thử nghiệm với tính chống dung môi hữu cơ: (“đạt” tức là sau nhúng một thời gian, sự thay đổi góc tiếp xúc là dưới 5°)

Tác nhân hóa học	Thời gian			
	64 giờ	112 giờ	160 giờ	208 giờ
Axeton	đạt	đạt	đạt	đạt
Xyclohexan	đạt	đạt	đạt	đạt
Petroleum ete	đạt	đạt	đạt	đạt
Xylen	đạt	đạt	đạt	đạt
Propan-1-ol	đạt	đạt	đạt	đạt

Phương án thực hiện 2

Phương pháp chế tạo theo chu kỳ lớp phủ bảo vệ nano đa chức thông qua phún xạ xung tỷ lệ tác động cao bao gồm các bước sau:

(1) Đặt chất nền vào trong buồng phản ứng của thiết bị chế tạo lớp phủ nano, đóng kín buồng phản ứng và hút chân không liên tục cho tới khi mức chân không trong buồng phản ứng là 60 mTorr, sau đó đưa khí trơ (He) vào, và bật chế độ chuyển động sao cho chất nền có thể chuyển động trong buồng phản ứng;

chất nền được sử dụng trong Bước (1) là vật liệu rắn, và vật liệu rắn là vật liệu nhôm dạng khối. Do bề mặt chất nền được tạo ra với màng phủ chống dung môi hữu cơ và mỹ phẩm, nên bất kỳ bề mặt nào cũng có thể tiếp xúc được với môi trường dung môi hữu cơ thử nghiệm khi được ngâm trong dung môi hữu cơ.

Thể tích của buồng phản ứng trong Bước (1) là 250 L, nhiệt độ của buồng phản ứng được điều chỉnh ở 40 °C và lưu lượng khí trơ đi vào là 15 sccm.

Trong Bước (1), chất nền thực hiện chuyển động cầu xoay, với tốc độ vòng quay là 3 vòng/phút và tốc độ tự quay là 5 vòng/phút.

(2) Đưa hơi đơn thể vào trong buồng phản ứng cho đến khi mức chân không đạt 90 mTorr, cho phép phóng plasma, và thực hiện lắng đọng hơi hóa học;

(3) Quá trình lắng đọng bao gồm pha tiền xử lý và pha phủ màng. Trong pha tiền xử lý, công suất phóng plasma là 120 W, và thời gian phóng liên tục là 450 giây; pha phủ màng là pha mà plasma được phóng dưới dạng phún xạ xung với công suất là 50 W, và thời gian là 3600 giây;

(4) Lặp lại pha tiền xử lý và pha phủ trong Bước (3) 1 lần để tạo ra lớp phủ nano đa chức thông qua lắng đọng hơi hóa học trên bề mặt chất nền;

trong Bước (3) và (4), tần số phún xạ xung là 60Hz, và tỷ lệ tác động xung là 1:90;

trong Bước (2):

đưa của hơi đơn thể là để tán nhỏ và làm bay hơi đơn thể thông qua bơm nạp, và đưa đơn thể vào buồng phản ứng bằng áp suất thấp 60 mTorr, và lưu lượng nạp đơn thể vào là 500 μl /phút;

thành phần của hơi đơn thể bao gồm:

hỗn hợp của ba nhựa florua cacbon chưa bão hòa đơn chức và hai dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức, trong đó phần khối lượng của dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức trong hơi đơn thể là 23%;

Nhựa florua cacbon chưa bão hòa đơn chức là: (2H-peflo propyl)-2-acrylat, 2-(peflodecyl) etyl metacrylat, và (peflo xyclohexyl) metyl acrylat;

Dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức là: dietylen glycol divinyl ete và neopentyl glycol diacrylat;

Trong Bước (3) và (4), chế độ phóng plasma là phún xạ liên tục tần số trung gian, và dạng sóng của phún xạ tần số trung gian là sóng hình sin.

(5) Khi màng phủ được hoàn thiện, dừng cấp hơi đơn thể, và đồng thời ngừng phóng plasma, tiếp tục hút chân không để giữ mức chân không trong buồng phản ứng là 80 mTorr trong 2 phút, sau đó đưa không khí tới áp suất khí quyển, và lấy chất nền ra.

Kết quả kiểm tra hiệu suất của vật nhôm được lắng đọng với lớp phủ trên được thể hiện như sau:

(1) Hiệu quả kỵ nước/kỵ béo

tính kỵ nước/tính kỵ béo			
Độ dày	Góc tiếp xúc với nước	Góc tiếp xúc với dầu	Tính bám dính
250 nm	128°	97°	Bám dính thấp, các giọt nước dễ dàng trượt

(2) Kết quả thử nghiệm với tính axit/tính kiềm: (“đạt” tức là không có sự ăn mòn sau khi thử nghiệm được tiến hành trong một khoảng thời gian)

Tác nhân axit/kiềm	Thời gian			
	64 giờ	112 giờ	160 giờ	208 giờ
Muối axit phun sương	đạt	đạt	đạt	đạt
Muối trung tính phun sương	đạt	đạt	đạt	đạt
Muối kiềm phun sương	đạt	đạt	đạt	đạt
Dung dịch axit axetic 5%	đạt	đạt	đạt	đạt
Dung dịch NaOH 5%	đạt	đạt	đạt	đạt

(3) Kết quả thử nghiệm với tính chống dung môi hữu cơ: (“đạt” tức là sau nhúng một thời gian, sự thay đổi góc tiếp xúc là dưới 5°)

Tác nhân hóa học	Thời gian			
	64 giờ	112 giờ	160 giờ	208 giờ
Axeton	đạt	đạt	đạt	đạt
Xyclohexan	đạt	đạt	đạt	đạt
Petroleum ete	đạt	đạt	đạt	đạt
Xylen	đạt	đạt	đạt	đạt
Propan-1-ol	đạt	đạt	đạt	đạt

Phương án thực hiện 3

Phương pháp chế tạo theo chu kỳ lớp phủ bảo vệ nano đa chức thông qua phun xạ xung tỷ lệ tác động cao bao gồm các bước sau:

(1) Đặt chất nền vào trong buồng phản ứng của thiết bị chế tạo lớp phủ nano, đóng kín buồng phản ứng và hút chân không liên tục cho tới khi mức chân không trong buồng phản ứng là 130 mTorr, sau đó đưa khí trơ (Ar) vào, và bật chế độ chuyển động sao cho chất nền có thể chuyển động trong buồng phản ứng;

chất nền được sử dụng trong Bước (1) là vật liệu rắn, và vật liệu rắn là vật liệu nhôm dạng khối. Do bề mặt chất nền được tạo ra với màng phủ chống tác động nhiệt theo chu kỳ,

nên bất kỳ bề mặt nào cũng có thể tiếp xúc được với môi trường thử nghiệm với tác động nhiệt theo chu kỳ.

Thể tích của buồng phản ứng trong Bước (1) là 480 L, nhiệt độ của buồng phản ứng được điều chỉnh ở 50 °C và lưu lượng khí trơ đi vào là 50 sccm.

Trong Bước (1), chuyển động của chất nền là chuyển động tròn, với tốc độ là 2 vòng/phút.

(2) Đưa hơi đơn thể vào trong buồng phản ứng cho đến khi mức chân không đạt 150 mTorr, cho phép phóng plasma, và thực hiện lắng đọng hơi hóa học;

(3) Quá trình lắng đọng bao gồm pha tiền xử lý và pha phủ màng. Trong pha tiền xử lý, công suất phóng plasma là 200 W, và thời gian phóng liên tục là 150 giây; pha phủ màng là pha mà plasma được phóng dưới dạng phún xạ xung với công suất là 80 W, và thời gian là 1000 giây;

(4) Lặp lại pha tiền xử lý và pha phủ trong Bước (3) 5 lần để tạo ra lớp phủ nano đa chức thông qua lắng đọng hơi hóa học trên bề mặt chất nền;

trong Bước (3) và (4), tần số phún xạ xung là 200 Hz, và tỷ lệ tác động xung là 1:180;

trong Bước (2):

đưa của hơi đơn thể là để tán nhỏ và làm bay hơi đơn thể thông qua bơm nạp, và đưa đơn thể vào buồng phản ứng bằng áp suất thấp 10 mTorr, và lưu lượng nạp đơn thể vào là 550 μ l/phút;

thành phần của hơi đơn thể bao gồm:

hỗn hợp của hai nhựa florua cacbon chưa bão hòa đơn chức và hai dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức, trong đó phần khối lượng của dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức trong hơi đơn thể là 35%;

Nhựa florua cacbon chưa bão hòa đơn chức là: (peflo xyclohexyl) metyl acrylat và 2-(peflohexyl) etyl metacrylat;

Dẫn xuất hydrocarbon chưa bão hòa đa chức là: trimetylolpropan triacrylat được etoxylat và 1, 6-hexandiol diacrylat;

Trong Bước (3) và (4), chế độ phóng plasma là phun xạ liên tục tần số cao, và dạng sóng của phun xạ tần số cao là sóng hình sin.

(5) Khi màng phủ được hoàn thiện, dừng cấp hơi đơn thể, và đồng thời ngừng phóng plasma, tiếp tục hút chân không để giữ mức chân không trong buồng phản ứng là 130 mTorr trong 3 phút, sau đó đưa không khí tới áp suất khí quyển, và lấy chất nền ra.

Kết quả thử nghiệm tác động nhiệt theo chu kỳ với vật liệu nhôm được phủ màng được thể hiện sau đây:

Chất nền được thử nghiệm	Điều kiện thử nghiệm	Số chu kỳ	Thời gian thử nghiệm	Kết quả phát hiện
Chất nền nhôm	-40 °C-+75 °C	25	6 giờ	Không tác động Hiệu suất tốt
Bảng mạch in	-40 °C-+75 °C	25	6 giờ	Không tác động Hiệu suất tốt

Phương án thực hiện 4

Phương pháp chế tạo theo chu kỳ lớp phủ bảo vệ nano đa chức thông qua phun xạ xung tỷ lệ tác động cao bao gồm các bước sau:

(1) Đặt chất nền vào trong buồng phản ứng của thiết bị chế tạo lớp phủ nano, đóng kín buồng phản ứng và hút chân không liên tục cho tới khi mức chân không trong buồng phản ứng là 160 mTorr, sau đó đưa khí trơ (He) vào, và bật chế độ chuyển động sao cho chất nền có thể chuyển động trong buồng phản ứng;

chất nền được sử dụng trong Bước (1) là vật liệu rắn, và vật liệu rắn là vật liệu hợp kim nhôm dạng khối. Do bề mặt chất nền được tạo ra với màng phủ chống tác động của ẩm và nhiệt xen kẽ, nên bất kỳ bề mặt nào cũng có thể tiếp xúc được với môi trường thử nghiệm có ẩm và nhiệt xen kẽ.

Thể tích của buồng phản ứng trong Bước (1) là 680 L, nhiệt độ của buồng phản ứng được điều chỉnh ở 50 °C và lưu lượng khí trơ đi vào là 160 sccm.

Trong Bước (1), chuyển động của chất nền là chuyển động tịnh tiến với tốc độ là 40 mm/phút.

(2) Đưa hơi đơn thể vào trong buồng phản ứng cho đến khi mức chân không đạt 190 mTorr, cho phép phóng plasma, và thực hiện lắng đọng hơi hóa học;

(3) Quá trình lắng đọng bao gồm pha tiền xử lý và pha phủ màng. Trong pha tiền xử lý, công suất phóng plasma là 300 W, và thời gian phóng liên tục là 250 giây; pha phủ màng là pha mà plasma được phóng dưới dạng phún xạ xung với công suất là 120 W, và thời gian là 2000 giây;

(4) Lặp lại pha tiền xử lý và pha phủ trong Bước (3) 1 lần để tạo ra lớp phủ nano đa chức thông qua lắng đọng hơi hóa học trên bề mặt chất nền;

trong Bước (3) và (4), tần số phún xạ xung là 400 Hz, và tỷ lệ tác động xung là 1:400;

trong Bước (2):

đưa của hơi đơn thể là để tán nhỏ và làm bay hơi đơn thể thông qua bơm nạp, và đưa đơn thể vào buồng phản ứng bằng áp suất thấp 160 mTorr, và lưu lượng nạp đơn thể vào là 220 μ l/phút;

thành phần của hơi đơn thể bao gồm:

hỗn hợp của hai nhựa fluorocarbon chưa bão hòa đơn chức và hai dẫn xuất hydrocarbon chưa bão hòa đa chức, trong đó phần khối lượng của dẫn xuất hydrocarbon chưa bão hòa đa chức trong hơi đơn thể là 39%;

Nhựa fluorocarbon chưa bão hòa đơn chức là: 3-(perfluoro-5-methyl hexyl)-2-hydroxypropyl metacrylat và 1H, 1H, 2H, 2H-perfluoro octanol acrylat;

Dẫn xuất hydrocarbon chưa bão hòa đa chức là: diacrylylglycol este và 1, 6-hexandiol diacrylat;

trong Bước (3) và (4), chế độ phóng plasma là phóng vi sóng liên tục.

(5) Khi màng phủ được hoàn thiện, dừng cấp hơi đơn thể, và đồng thời ngừng phóng plasma, tiếp tục hút chân không để giữ mức chân không trong buồng phản ứng là 160 mTorr trong 4 phút, sau đó đưa không khí tới áp suất khí quyển, và lấy chất nền ra.

Kết quả thử nghiệm tác động ẩm và nhiệt xen kẽ đối với vật liệu hợp kim nhôm dạng khối được phủ màng được thể hiện sau đây:

Chất nền được thử nghiệm	Điều kiện thử nghiệm và kết quả					
Vật liệu hợp kim nhôm	Nhiệt độ		85 °C			
	Độ ẩm		75%	80%	85%	90%
	Thời gian	24 giờ	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt
	Thời gian	36 giờ	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt
	Thời gian	48 giờ	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt
	Thời gian	60 giờ	Đạt	Đạt	Đạt	Đạt

Phương án thực hiện 5

Phương pháp chế tạo theo chu kỳ lớp phủ bảo vệ nano đa chức thông qua phun xạ xung tỷ lệ tác động cao bao gồm các bước sau:

(1) Đặt chất nền vào trong buồng phản ứng của thiết bị chế tạo lớp phủ nano, đóng kín buồng phản ứng và hút chân không liên tục cho tới khi mức chân không trong buồng phản ứng là 200 mTorr, sau đó đưa khí trơ (Ar) vào, và bật chế độ chuyển động sao cho chất nền có thể chuyển động trong buồng phản ứng;

chất nền được sử dụng trong Bước (1) là vật liệu rắn, và vật liệu rắn có dạng khối hoặc tấm Teflon và là bộ phận của thiết bị điện. Do bề mặt tấm Teflon được tạo ra với màng phủ nano chống mốc, nên bất kỳ bề mặt nào cũng có thể tiếp xúc được với môi trường mốc thử nghiệm theo tiêu chuẩn GJB150.10A-2009, và do bề mặt bộ phận thiết bị điện được tạo ra với màng phủ chống nước và chống chập điện, nên bất kỳ bề mặt nào cũng có thể tiếp xúc được với môi trường thử nghiệm được mô tả trong chỉ số chống nước công nghiệp quốc tế IPX7.

Thể tích của buồng phản ứng trong Bước (1) là 1000 L, nhiệt độ của buồng phản ứng được điều chỉnh ở 60 °C và lưu lượng khí trơ đi vào là 300 sccm.

Trong Bước (1), chất nền thực hiện chuyển động cầu xoay, với tốc độ vòng quay là 3 vòng/phút và tốc độ tự quay là 4,5 vòng/phút.

(2) Đưa hơi đơn thể vào trong buồng phản ứng cho đến khi mức chân không đạt 300 mTorr, cho phép phóng plasma, và thực hiện lắng đọng hơi hóa học;

(3) Quá trình lắng đọng bao gồm pha tiền xử lý và pha phủ màng. Trong pha tiền xử lý, công suất phóng plasma là 150 W, và thời gian phóng liên tục là 400 giây; pha phủ màng là pha mà plasma được phóng dưới dạng phún xạ xung với công suất là 160 W, và thời gian là 3000 giây;

(4) Lặp lại pha tiền xử lý và pha phủ trong Bước (3) 2 lần để tạo ra lớp phủ nano đa chức thông qua lắng đọng hơi hóa học trên bề mặt chất nền;

trong Bước (3) và (4), tần số phún xạ xung là 700 Hz, và tỷ lệ tác động xung là 1:800;

trong Bước (2):

đưa của hơi đơn thể là để tán nhỏ và làm bay hơi đơn thể thông qua bơm nạp, và đưa đơn thể vào buồng phản ứng bằng áp suất thấp 200 mTorr, và lưu lượng nạp đơn thể vào là 10 μ l/phút;

thành phần của hơi đơn thể bao gồm:

hỗn hợp của ba nhựa florua cacbon chưa bão hòa đơn chức và hai dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức, trong đó phần khối lượng của dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức trong hơi đơn thể là 65%;

Nhựa florua cacbon chưa bão hòa đơn chức là: 1H, 1H, 2H, 2H- peflo octanol acrylat, 3, 3, 3-triflo-1-propyn, và 2-(peflohexyl) etyl metacrylat;

Dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức là: tripropylen glycol diacrylat và diacrylicglycol este;

trong Bước (3) và (4), chế độ phóng plasma là phóng tia lửa điện.

(5) Khi màng phủ được hoàn thiện, dừng cấp hơi đơn thể, và đồng thời ngừng phóng plasma, tiếp tục hút chân không để giữ mức chân không trong buồng phản ứng là 200 mTorr trong 5 phút, sau đó đưa không khí tới áp suất khí quyển, và lấy chất nền ra.

Kết quả của thử nghiệm mốc GJB150.10A-2009 trên tấm Teflon được phủ màng được thể hiện sau đây:

Thử nghiệm hiệu suất tấm Teflon	
Góc tiếp xúc với nước	138°
Góc tiếp xúc với dầu	98°
Cấp độ kháng mốc	Cấp độ 2
Tỷ lệ số đốm mốc trên bề mặt	4%

Kết quả thử nghiệm nhúng chìm trong nước của bộ phận thiết bị điện được phủ màng ở các điện thế khác nhau được thể hiện sau đây:

Sức kháng dòng điện dưới nước			
	Thời gian để dòng điện đạt 1 mA ở một điện thế nhất định		
	3,8V	5V	12,5V
Phương án thực hiện 5	trên 64 giờ	trên 48 giờ	trên 36 giờ

Kết quả thử nghiệm chỉ số chống nước IPX7 (thử nghiệm nhúng nước được thực hiện trong 30 phút ở độ sâu 1 m dưới mặt nước):

Thử nghiệm chỉ số chống nước IPX7	
Phương án thực hiện 5	Bộ phận thiết bị điện hoạt động bình thường

Phương án thực hiện 6

Phương án thực hiện có các bước tiến hành cơ bản giống với phương án thực hiện 5, và chỉ khác ở một số thông số sau:

1. Trong Bước (1), hút chân không buồng phản ứng sao cho mức chân không trong buồng phản ứng là 120 mTorr, và sau đó đưa khí trơ (Ar) vào;

chất nền được sử dụng trong Bước (1) là vật liệu rắn, và vật liệu rắn có dạng khối hoặc tấm Teflon và là bộ phận của thiết bị điện. Do bề mặt tấm Teflon được tạo ra với màng phủ

nano chống mốc, nên bất kỳ bề mặt nào cũng có thể tiếp xúc được với môi trường mốc thử nghiệm theo GJB150.10A-2009, và do bề mặt bộ phận thiết bị điện được tạo ra với màng phủ chống nước và chống chập điện, nên bất kỳ bề mặt nào cũng có thể tiếp xúc được với môi trường thử nghiệm được mô tả trong chỉ số chống nước công nghiệp quốc tế IPX7.

Thể tích của buồng phản ứng trong Bước (1) là 400 L, nhiệt độ của buồng phản ứng được điều chỉnh ở 40 °C và lưu lượng khí trơ đi vào là 150 sccm.

(2) Đưa hơi đơn thể vào trong buồng phản ứng cho đến khi mức chân không đạt 160 mTorr, cho phép phóng plasma, và thực hiện lắng đọng hơi hóa học;

(3) Quá trình lắng đọng bao gồm pha tiền xử lý và pha phủ màng. Trong pha tiền xử lý, công suất phóng plasma là 180 W, và thời gian phóng liên tục là 200 giây; pha phủ màng là pha mà plasma được phóng dưới dạng phún xạ xung với công suất là 180 W, và thời gian là 1500 giây;

(4) Lặp lại pha tiền xử lý và pha phủ trong Bước (3) 3 lần để tạo ra lớp phủ nano đa chức thông qua lắng đọng hơi hóa học trên bề mặt chất nền;

trong Bước (3) và (4), tần số phún xạ xung là 1-1000 Hz, và tỷ lệ tác động xung là 1:1000;

trong Bước (2):

đưa của hơi đơn thể là để tán nhỏ và làm bay hơi đơn thể thông qua bơm nạp, và đưa đơn thể vào buồng phản ứng bằng áp suất thấp 60 mTorr, và lưu lượng nạp đơn thể vào là 200 μ l/phút;

thành phần của hơi đơn thể bao gồm:

hỗn hợp của bốn nhựa florua cacbon chưa bão hòa đơn chức và hai dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức, trong đó phần khối lượng của dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức trong hơi đơn thể là 48%;

Nhựa florua cacbon chưa bão hòa đơn chức là: 2-(peflodecyl) ethyl metacrylat, 1H, 1H, 2H, 2H- peflo octanol acrylat, 3, 3, 3-triflo-1-propyn, và 2-(peflohexyl) ethyl metacrylat;

Dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức là: tripropylen glycol diacrylat và dietylen glycol divinyl ete;

2. Trong Bước (5), giữ mức chân không của buồng phản ứng là 160 mTorr trong 5 phút, và sau đó đưa không khí ở áp suất khí quyển vào.

Kết quả của thử nghiệm mốc GJB150.10A-2009 trên tấm Teflon được phủ màng được thể hiện sau đây:

Thử nghiệm hiệu suất Teflon	
Góc tiếp xúc với nước	139°
Góc tiếp xúc với dầu	97°
Cấp độ kháng mốc	Cấp độ 2
Tỷ lệ số đốm mốc trên bề mặt	4%

Kết quả thử nghiệm nhúng chìm trong nước của bộ phận thiết bị điện được phủ màng ở các điện thế khác nhau được thể hiện sau đây:

Sức kháng dòng điện dưới nước			
	Thời gian để dòng điện đạt 1 mA ở một điện thế nhất định		
	3,8V	5V	12,5V
Phương án thực hiện 6	trên 60 giờ	trên 45 giờ	trên 35 giờ

Kết quả thử nghiệm chỉ số chống nước IPX7 (thử nghiệm nhúng nước được thực hiện trong 30 phút ở độ sâu 1 m dưới mặt nước):

Thử nghiệm chỉ số chống nước IPX7	
Phương án thực hiện 6	Bộ phận thiết bị điện hoạt động bình thường

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp chế tạo theo chu kỳ lớp phủ bảo vệ nano đa chức thông qua phún xạ xung tỷ lệ tác động cao, được đặc trưng bởi, phương pháp bao gồm các bước sau:

(1) đặt chất nền vào trong buồng phản ứng của thiết bị chế tạo lớp phủ nano, hút chân không buồng phản ứng liên tục cho tới khi mức chân không trong buồng phản ứng là 10-200 mTorr, sau đó đưa khí trơ (He hoặc Ar) vào, và bật chế độ chuyển động sao cho chất nền có thể chuyển động trong buồng phản ứng;

(2) đưa hơi đơn thể vào trong buồng phản ứng cho đến khi mức chân không đạt 30-300 mTorr, cho phép phóng plasma, và thực hiện lắng đọng hơi hóa học;

(3) quá trình lắng đọng bao gồm: trong pha tiền xử lý, công suất phóng plasma là 120-400 W, và thời gian phóng liên tục là 60-450 giây; pha phủ màng là pha mà plasma được phóng dưới dạng phún xạ xung với công suất là 50-200 W, và thời gian là 600-3600 giây;

(4) lặp lại pha tiền xử lý và pha phủ trong bước (3) ít nhất một lần để tạo ra lớp phủ nano đa chức thông qua lắng đọng hơi hóa học trên bề mặt chất nền;

trong bước (3) và (4), tần số phún xạ xung là 1-1000 Hz, và tỷ lệ tác động xung là 1:1-1:1000;

thành phần của hơi đơn thể bao gồm:

hỗn hợp của ít nhất một nhựa florua cacbon chưa bão hòa đơn chức và ít nhất một dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức, trong đó phần khối lượng của dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức trong hơi đơn thể là 15-65%;

(5) dừng cấp hơi đơn thể, và đồng thời ngừng phóng plasma, tiếp tục hút chân không để giữ mức chân không trong buồng phản ứng là 10-200 mTorr trong 1-5 phút, và sau đó đưa không khí ở áp suất khí quyển vào, làm dừng chuyển động của chất nền và lấy chất nền ra;

nhựa florua cacbon chưa bão hòa đơn chức bao gồm:

3-(peflo-5-metyl hexyl)-2-hydroxypropyl metacrylat, 2-(peflodecyl) etyl metacrylat, 2-(peflohexyl) etyl metacrylat, 2-(peflododecyl) etyl acrylat, 2-peflo octyl etyl acrylat, 1H,

1H, 2H, 2H- peflo octanol acrylat, 2-(peflobutyl) etyl acrylat, (2H-peflo propyl)-2-acrylat, (peflo xyclohexyl) metyl acrylat, 3, 3, 3-triflo-1-propyn, 1-etinyl-3, 5-diflobenzen hoặc 4-etinyl triflotoluen;

dẫn xuất hydrocacbon chưa bão hòa đa chức bao gồm:

trimethylolpropan triacrylat được ethoxylat, tripropylen glycol diacrylat, poly (etylen glycol) diacrylat, 1, 6-hexandiol diacrylat, diacrylicglycol este, dietylen glycol divinyl ete, hoặc neopentyl glycol diacrylat.

2. Phương pháp theo điểm 1, được đặc trưng bởi, trong bước (1), chất nền chuyển động trong buồng phản ứng và dạng chuyển động của chất nền là chuyển động tịnh tiến hoặc chuyển động cong so với buồng phản ứng, trong đó chuyển động cong bao gồm chuyển động tròn, chuyển động elip, chuyển động hình cầu quay, chuyển động hình cầu và chuyển động cong của các tuyến không đều khác.

3. Phương pháp theo điểm 1, được đặc trưng bởi, chất nền trong bước (1) là vật liệu rắn, và vật liệu rắn là các sản phẩm điện tử, linh kiện điện, bán thành phẩm điện tử lắp ráp, bảng PCB, tấm kim loại, tấm Teflon hoặc các bộ phận và linh kiện điện tử, và khi bề mặt chất nền được phủ màng phủ nano đa chức, thì bất kỳ bề mặt nào cũng có thể tiếp xúc được với môi trường nước, nấm mốc, dung môi axit hoặc kiềm, bụi axit hoặc kiềm, mưa axit, ngâm trong dung môi hữu cơ, mỹ phẩm, mồ hôi, tác động nhiệt theo chu kỳ hoặc thay đổi độ ẩm và nhiệt độ.

4. Phương pháp theo điểm 1, được đặc trưng bởi, trong bước (1), thể tích của buồng phản ứng là 50-1000 L, nhiệt độ của buồng phản ứng được kiểm soát trong khoảng 30-60 °C và lưu lượng cấp vào của khí trơ là 5-300 sccm.

5. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 4, được đặc trưng bởi, buồng phản ứng là dạng buồng cầu hoặc buồng lập phương.

6. Phương pháp theo điểm 1, được đặc trưng bởi, trong bước (2), việc đưa của hơi đơn thể là để tán nhỏ và làm bay hơi đơn thể thông qua bơm nạp, và đưa đơn thể vào buồng phản ứng bằng áp suất thấp 10-200 mTorr, và lưu lượng nạp đơn thể vào là 10-1000 µl/phút.

7. Phương pháp theo điểm 1, được đặc trưng bởi, ở các bước (3) và (4), chế độ phóng plasma là phóng tần số vô tuyến, phóng vi sóng, phóng tần số trung gian, phóng tần số cao hoặc phóng tia lửa, và dạng sóng của phóng điện tần số cao và phóng tần số trung gian là các xung hình sin hoặc lưỡng cực.