



(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)



1-0045294

(51)<sup>2020.01</sup> C23C 22/52; C23C 26/00

(13) B

(21) 1-2022-01291

(22) 01/09/2020

(86) PCT/JP2020/033115 01/09/2020

(87) WO2021/045055 11/03/2021

(30) 2019-163233 06/09/2019 JP; 2019-238922 27/12/2019 JP

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/05/2022 410A

(71) SHIKOKU CHEMICALS CORPORATION (JP)

8-537-1, Doki-cho-higashi, Marugame-shi, Kagawa 7638504, Japan

(72) Noriaki YAMAJI (JP); Tatsuya KOGA (JP); Hirohiko HIRAO (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) CHẤT LỎNG XỬ LÝ BỀ MẶT KIM LOẠI VÀ SẢN PHẨM CÔ CỬA CỦA CHẤT LỎNG NÀY, BỘ CHẤT LỎNG XỬ LÝ BỀ MẶT KIM LOẠI, PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ BỀ MẶT KIM LOẠI VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT BẢNG MẠCH IN

(21) 1-2022-01291

(57) Sáng chế đề cập đến chất lỏng xử lý bề mặt kim loại có đặc tính tạo màng đủ cao. Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo sáng chế chứa chất liên kết azol silan, chất lỏng xử lý bề mặt còn chứa (A) ion axit hữu cơ có từ một đến ba nhóm axit trong một phân tử; (B) ion axit vô cơ (hoặc axit khoáng); (C) ion kim loại kiềm và/hoặc ion amoni; và (D) ion đồng.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến chất lỏng xử lý bề mặt kim loại (đặc biệt là đồng) và sản phẩm của chất lỏng này, bộ chất lỏng xử lý bề mặt và phương pháp xử lý bề mặt kim loại, và phương pháp sản xuất bảng mạch in.

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

Trong những năm gần đây, khi bề mặt của mạch kim loại (ví dụ, mạch đồng) của bảng mạch in và lớp nhựa cách điện được làm tiếp xúc sát với nhau, được yêu cầu là làm cho bề mặt đồng nhẵn và nhựa cách điện tiếp xúc sát với nhau để đối phó với việc truyền tốc độ cao. Trong bảng mạch in như vậy, có vấn đề về việc đảm bảo độ dính giữa mạch kim loại và lớp nhựa cách điện.

Vì lý do này, các nỗ lực đã được thực hiện để cải thiện độ dính giữa mạch kim loại và lớp nhựa cách điện bởi hiệu ứng neo thu được bằng cách bằng cách làm nhám bề mặt mạch kim loại. Tuy nhiên, khi độ dính giữa mạch kim loại và lớp nhựa cách điện được đảm bảo chỉ bởi hiệu ứng neo, các đặc tính điện bị suy giảm do hiệu ứng lớp phủ.

Do đó, một kỹ thuật đã được đề xuất trong đó màng hóa học được tạo ra trên bề mặt của mạch kim loại để cải thiện độ dính giữa mạch kim loại và lớp nhựa cách điện (ví dụ, các tài liệu sáng chế từ 1 đến 3).

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: WO 2018/186476 A1

Tài liệu sáng chế 2: JP 2004-363364 A

Tài liệu sáng chế 3: WO 2009/110364 A1

## **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng do chất lỏng xử lý bề mặt trong kỹ thuật đã biết như được mô tả ở trên có đặc tính tạo màng tương đối thấp (nghĩa là, tốc độ tạo màng của màng hóa học), màng hóa học có đủ độ dày không thể được tạo ra trong khoảng thời gian định trước, và kết quả là, độ dính giữa mạch kim loại và lớp nhựa cách điện không thể được đảm bảo đầy đủ.

Mục đích của sáng chế là đề xuất chất lỏng xử lý bề mặt kim loại có đặc tính tạo màng đủ cao.

Trong sáng chế, “đặc tính tạo màng” nghĩa là đặc tính liên quan đến tốc độ tạo màng của màng hóa học.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Sáng chế đề xuất:

chất lỏng xử lý bề mặt kim loại chứa chất liên kết azol silan,

chất lỏng xử lý bề mặt còn chứa:

(A) ion axit hữu cơ có từ một đến ba nhóm axit trong một phân tử;

(B) ion axit vô cơ (hoặc axit khoáng);

(C) ion kim loại kiềm và/hoặc ion amoni; và

(D) ion đồng.

Sáng chế cũng đề xuất

sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt kim loại, chứa chất liên kết azol silan,

sản phẩm cô chất lỏng còn chứa ion axit hữu cơ (A); ion axit vô cơ (B); ion kim loại kiềm và/hoặc ion amoni (C); và ion đồng (D),

trong đó nồng độ nguyên tử silic chứa trong sản phẩm cô chất lỏng nằm trong khoảng từ 0,10 đến 1,00% theo trọng lượng.

Sáng chế cũng đề xuất

bộ chất lỏng xử lý bề mặt kim loại, chứa chất lỏng thứ nhất và chất lỏng thứ hai, để sản xuất chất lỏng xử lý bề mặt kim loại chứa chất liên kết azol silan, ion axit hữu cơ (A), ion axit vô cơ (B), ion kim loại kiềm và/hoặc ion amoni (C), và ion đồng (D) bằng cách trộn chất lỏng thứ nhất và chất lỏng thứ hai lẫn nhau, trong đó

chất liên kết azol silan được chứa trong chất lỏng thứ nhất,

ion axit hữu cơ (A), ion axit vô cơ (B), ion kim loại kiềm và/hoặc ion amoni (C), và ion đồng (D) mỗi loại độc lập được chứa trong chất lỏng thứ nhất và/hoặc chất lỏng thứ hai, và

nồng độ nguyên tử silic chứa trong chất lỏng thứ nhất nằm trong khoảng từ 0,033 đến 1,00% theo trọng lượng.

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp để sản xuất chất lỏng xử lý bề mặt kim loại, bao gồm bước kết hợp chất liên kết azol silan, hợp chất axit hữu cơ (a), hợp chất axit vô cơ (b), hợp chất kim loại kiềm (c1) và/hoặc hợp chất amoni (c2), hợp chất đồng (d) (và các thành phần tùy chọn khác), và nước.

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp xử lý bề mặt kim loại, bao gồm bước làm cho chất lỏng xử lý bề mặt kim loại tiếp xúc với bề mặt của kim loại.

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp sản xuất bảng mạch in, bao gồm bước làm cho chất lỏng xử lý bề mặt kim loại tiếp xúc với bề mặt của mạch kim loại của bảng mạch in để tạo thành màng hóa học.

Bản tóm tắt của các phương án ưu tiên của chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế là như sau:

<1> Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại chứa chất liên kết azol silan, chất lỏng xử lý bề mặt còn chứa ion focmat, ion sulfat, ion natri, và ion đồng.

<2> Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo <1>, trong đó nồng độ nguyên tử silic chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt nằm trong khoảng từ 0,030 đến 0,10% theo trọng lượng (nghĩa là, từ 0,011 đến 0,036 mol/kg).

<3> Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo <1> hoặc <2>, trong đó ion focmat chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt có nồng độ nằm trong khoảng từ 2,50 đến 10,0% theo trọng lượng (nghĩa là, từ 0,56 đến 2,22 mol/kg).

<4> Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo mục bất kỳ trong số các mục từ <1> đến <3>, trong đó ion sulfat chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt có nồng độ nằm trong khoảng từ 0,30 đến 3,00% theo trọng lượng (nghĩa là, từ 0,031 đến 0,31 mol/kg).

<5> Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo mục bất kỳ trong số các mục từ <1> đến <4>, trong đó ion natri chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt có nồng độ nằm trong khoảng từ 1,50 đến 6,00% theo trọng lượng (nghĩa là, từ 0,65 đến 2,61 mol/kg).

<6> Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo mục bất kỳ trong số các mục từ <1> đến <5>, trong đó ion đồng chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt có nồng độ nằm trong khoảng từ 0,008 đến 0,100% theo trọng lượng (nghĩa là, từ 0,0013 đến 0,016 mol/kg).

Hiệu quả của sáng chế

Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo sáng chế có đặc tính tạo màng đủ cao.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

FIG.1 là đồ thị thể hiện quan hệ giữa nồng độ nguyên tử silic và tốc độ tạo màng trong các ví dụ và các ví dụ so sánh được thể hiện trong bảng 2A và bảng 2B.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

[Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại]

Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo sáng chế là dung dịch nước chứa chất liên kết azol silan và còn chứa các ion sau đây:

(A) Ion axit hữu cơ có từ một đến ba nhóm axit trong một phân tử (ở đây được gọi là “ion axit hữu cơ (A)”);

(B) ion axit vô cơ (hoặc axit khoáng) (ở đây được gọi là “ion axit vô cơ (B)”);

(C) ion kim loại kiềm và/hoặc ion amoni (ở đây được gọi là “ion kiềm (C)”); và

(D) ion đồng (ở đây được gọi là “ion đồng (D)”).

Chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế thể hiện đặc tính tạo màng đủ cao nhờ việc chứa chất liên kết azol silan và các ion từ (A) đến (D). Chi tiết của hiện tượng không rõ ràng, và không bị ràng buộc bởi lý thuyết cụ thể, nhưng được xem là được dựa trên cơ chế sau đây. Cụ thể, chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế chứa chất liên kết azol silan để tạo thành màng hóa học và ion đồng (D) mà đóng vai trò phụ trong việc tạo thành màng hóa học với sự có mặt của các ion từ (A) đến (C), nhờ đó đạt được sự đẩy mạnh sau đây:

(1) Sự hòa tan của chất liên kết azol silan bởi ion axit hữu cơ (A) được đẩy mạnh; và

(2) khi màng hóa học được tạo thành bởi chất liên kết azol silan, việc tạo thành màng hóa học được đẩy mạnh do tác dụng khử muối của ion axit vô cơ (B) và ion kiềm (C).

Kết quả là, khi bề mặt kim loại (ví dụ, đồng) được xử lý (ví dụ, được nhúng) sử dụng chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế, việc tạo thành màng hóa học được hiệp lực đẩy mạnh để tăng cường theo cách đầy đủ hơn đặc tính tạo màng, và màng hóa học đủ dày nhờ đó được tạo ra nhanh hơn. Khi độ dày màng của màng hóa học tăng lên, lượng chất liên kết azol silan tăng lên trên bề mặt kim loại, sao cho màng hóa học phủ đồng nhất và liên tục bề mặt kim loại. Nhờ đó, khi lớp nhựa được tạo ra thêm trên màng hóa học, số lượng điểm phản ứng mà ở đó lớp nhựa có thể được liên kết trong màng hóa học

tăng lên, sao cho hiệu quả thu được sự bám dính mạnh hơn giữa bề mặt kim loại và lớp nhựa được tạo ra. Ngoài ra, do màng hóa học trở nên dày, nên hiệu quả ngăn sự thẩm thấu của oxy khi nhiệt được áp dụng ở bước tiếp theo được tăng cường, và việc oxy hóa bề mặt kim loại được ngăn đầy đủ hơn, sao cho hiệu quả tăng cường độ chống nhiệt và chống oxy hóa có thể cũng thu được.

Chất liên kết azol silan làm thành phần thứ nhất

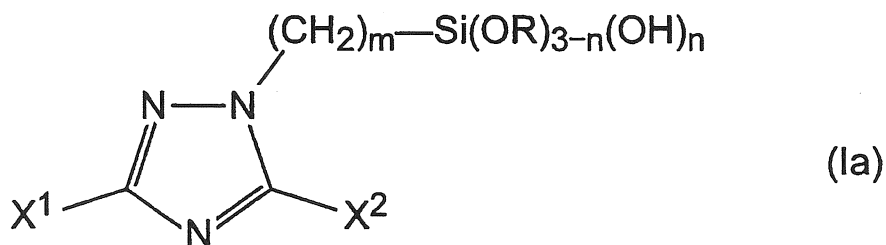
Chất liên kết azol silan là chất chính mà tạo thành màng hóa học trên bề mặt kim loại.

Chất liên kết azol silan là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất azol silan được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất monoazol silan, hợp chất diazol silan, hợp chất triazol silan, và hợp chất tetrazol silan. Theo sáng chế, từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng, chất liên kết azol silan tốt hơn là chứa một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất azol silan được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất triazol silan và hợp chất tetrazol silan, và tốt hơn nữa là chứa hợp chất triazol silan.

(Hợp chất triazol silan)

Hợp chất triazol silan là hợp chất có một nhóm alkyl chứa nhóm silyl (ví dụ, nhóm  $-(CH_2)_m-Si(OR)_{3-n}(OH)_n$  trong công thức chung (Ia) sẽ được mô tả sau) trong một phân tử làm phần tử thể trong hợp chất dị vòng 5 cạnh chứa ba nguyên tử nitơ (nghĩa là, hợp chất triazol). Nguyên tử mà nhóm alkyl chứa nhóm silyl được liên kết vào là nguyên tử cấu thành vòng triazol, và có thể là, ví dụ, nguyên tử nitơ hoặc nguyên tử cacbon. Nguyên tử mà nhóm alkyl chứa nhóm silyl được liên kết vào tốt hơn là nguyên tử nitơ từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng. Vòng triazol cấu thành hợp chất triazol silan có thể là vòng 1,2,4-triazol hoặc vòng 1,2,3-triazol. Vòng triazol tốt hơn là vòng 1,2,4-triazol từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng.

Các ví dụ cụ thể về hợp chất triazol silan bao gồm các hợp chất triazol silan có công thức chung (Ia) và (Ib). Các hợp chất có công thức chung (Ia) và (Ib) có thể được gọi là hợp chất triazol silan (Ia) và hợp chất triazol silan (Ib), một cách tương ứng.

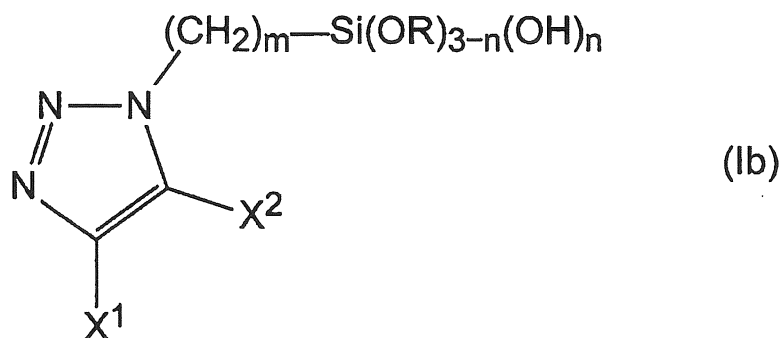


Trong công thức (Ia), mỗi  $X^1$  và  $X^2$  độc lập là nguyên tử hydro, nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh có từ 1 đến 12 nguyên tử cacbon, nhóm phenyl, nhóm benzyl, nhóm amin, hoặc nhóm alkylthio có từ 1 đến 6 nguyên tử cacbon. Các ví dụ cụ thể về nhóm alkyl bao gồm, ví dụ, nhóm metyl, nhóm etyl, nhóm n-propyl, nhóm isopropyl, nhóm n-butyl, nhóm isobutyl, nhóm sec-butyl, nhóm tert-butyl, nhóm n-pentyl, nhóm n-hexyl, nhóm n-heptyl, nhóm n-octyl, nhóm n-nonyl, nhóm n-decyl, nhóm n-undecyl, và nhóm n-dodecyl. Các ví dụ cụ thể về nhóm alkylthio bao gồm, ví dụ, nhóm metylthio, nhóm etylthio, nhóm n-propylthio, nhóm isopropylthio, nhóm n-butylthio, nhóm isobutylthio, nhóm sec-butylthio, nhóm tert-butylthio, nhóm n-pentylthio, và nhóm n-hexylthio.  $X^1$  và  $X^2$  có thể là giống hoặc khác nhau, và tốt hơn là giống nhau. Tốt hơn là mỗi  $X^1$  và  $X^2$  độc lập là nguyên tử hydro, nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh có từ 1 đến 12 nguyên tử cacbon (đặc biệt là nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh có từ 1 đến 8 nguyên tử cacbon), nhóm phenyl, hoặc nhóm amin, tốt hơn nữa là nguyên tử hydro, nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh có từ 1 đến 5 nguyên tử cacbon, hoặc nhóm amin, và còn tốt hơn nữa là nhóm amin, từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng.

Trong công thức (Ia), m là số nguyên từ 1 đến 12, tốt hơn là m là số nguyên từ 1 đến 10, tốt hơn nữa là từ 1 đến 5, và còn tốt hơn nữa là từ 2 đến 5 từ quan điểm cải thiện độ hòa tan của hợp chất azol silan và cải thiện thêm đặc tính tạo màng.

Trong công thức (Ia), n là số nguyên từ 0 đến 3,

Trong công thức (Ia), R là nhóm methyl hoặc nhóm etyl. Tốt hơn là R là nhóm etyl từ quan điểm cải thiện môi trường làm việc.



Trong công thức (Ib),  $X^1$ ,  $X^2$ , m, n, và R là giống như  $X^1$ ,  $X^2$ , m, n, và R trong công thức (Ia), một cách tương ứng.

Trong công thức (Ib), tốt hơn là mỗi  $X^1$  và  $X^2$  độc lập là nguyên tử hydro, nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh có từ 1 đến 12 nguyên tử cacbon (đặc biệt là nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh có từ 1 đến 8 nguyên tử cacbon), nhóm phenyl, hoặc nhóm amin, tốt hơn nữa là nguyên tử hydro, nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh có từ 1 đến 5 nguyên tử cacbon, hoặc nhóm amin, và còn tốt hơn nữa là nguyên tử hydro, từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng.

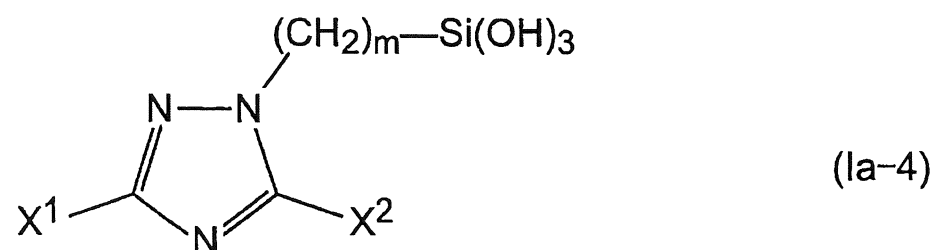
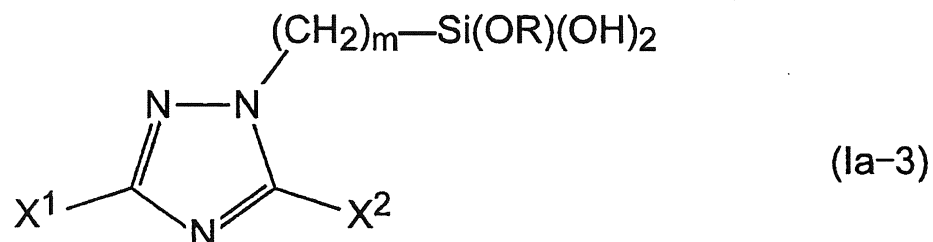
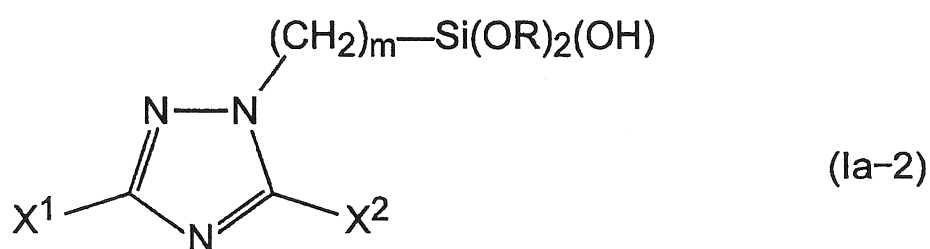
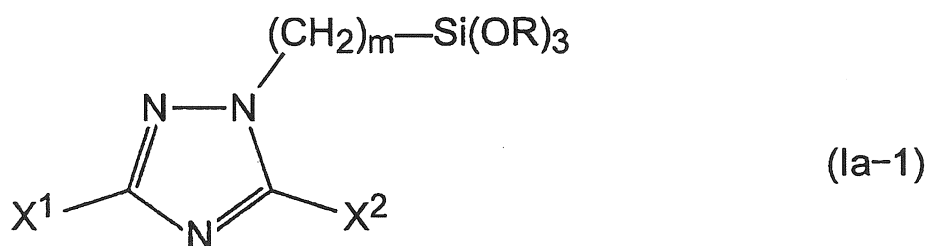
Trong công thức (Ib), tốt hơn là m là số nguyên từ 1 đến 10, tốt hơn nữa là từ 1 đến 5, và còn tốt hơn nữa là từ 2 đến 5 từ quan điểm cải thiện độ hòa tan của hợp chất azol silan và cải thiện thêm đặc tính tạo màng.

Trong công thức (Ib), n là số nguyên từ 0 đến 3,

Trong công thức (Ib), R là nhóm methyl hoặc nhóm etyl. Tốt hơn là R là nhóm etyl từ quan điểm cải thiện môi trường làm việc.

Hợp chất triazol silan (Ia) bao gồm các hợp chất triazol silan có công thức chung (Ia-1) đến (Ia-4). Các hợp chất có công thức chung (Ia-1) đến (Ia-4) có thể được gọi là

hợp chất triazol silan (Ia-1), hợp chất triazol silan (Ia-2), hợp chất triazol silan (Ia-3), và hợp chất triazol silan (Ia-4), một cách tương ứng.



Trong các công thức (Ia-1) đến (Ia-4),  $\text{X}^1$ ,  $\text{X}^2$ ,  $m$ , và  $R$  là giống như  $\text{X}^1$ ,  $\text{X}^2$ ,  $m$ , và  $R$  trong công thức (Ia), một cách tương ứng. Trong các công thức (Ia-1) đến (Ia-4),  $\text{X}^1$ ,  $\text{X}^2$ ,  $m$ , và  $R$  được ưu tiên cũng giống như  $\text{X}^1$ ,  $\text{X}^2$ ,  $m$ , và  $R$  được ưu tiên trong công thức (Ia), một cách tương ứng.

Hợp chất triazol silan (Ia-1) là hợp chất triazol silan (dạng trialkoxy) khi n là 0 trong công thức chung (Ia).

Tương tự, hợp chất triazol silan (Ia-2) là hợp chất triazol silan khi n là 1, hợp chất triazol silan (Ia-3) là hợp chất triazol silan khi n là 2, và hợp chất triazol silan (Ia-4) là hợp chất triazol silan khi n là 3,

Các ví dụ cụ thể về hợp chất triazol silan (Ia) bao gồm, ví dụ, các hợp chất triazol silan (Ia-1) được ví dụ bên dưới, và các hợp chất triazol silan (Ia-2) đến (Ia-4) được tạo ra bằng cách thủy phân (hoặc biến đổi) một đến ba nhóm alkoxy (ví dụ, các nhóm methoxy và/hoặc các nhóm etoxy) thành các nhóm hydroxyl trong hợp chất triazol silan (Ia-1):

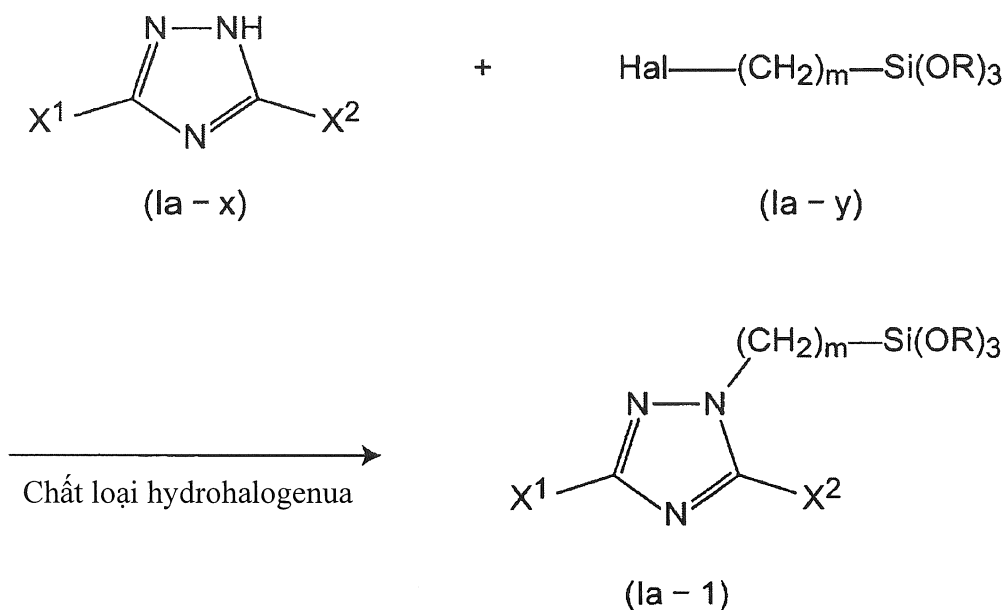
- 1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,
- 1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,
- 3-metyl-1-[2-(triethoxysilyl)etyl]-1,2,4-triazol,
- 5-metyl-1-[4-(trimetoxysilyl)butyl]-1,2,4-triazol,
- 3-etyl-1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,
- 3-propyl-1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,
- 3-isopropyl-1-[10-(trimetoxysilyl)decyl]-1,2,4-triazol,
- 3-butyl-1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,
- 3-hexyl-1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,
- 5-metyl-3-octyl-1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,
- 3-dodecyl-1-[6-(triethoxysilyl)hexyl]-1,2,4-triazol,
- 3,5-dimetyl-1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,
- 3,5-diisopropyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,
- 3-phenyl-1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,
- 3-metyl-5-phenyl-1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,

3-ethyl-5-phenyl-1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
3,5-diphenyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
3-benzyl-1-[4-(triethoxysilyl)butyl]-1,2,4-triazol,  
3-benzyl-5-phenyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
3-hexylthio-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
3-benzyl-5-propyl-1-[6-(triethoxysilyl)hexyl]-1,2,4-triazol,  
3-amino-1-(triethoxysilyl)methyl-1,2,4-triazol,  
3-amino-1-[2-(trimetoxysilyl)ethyl]-1,2,4-triazol,  
3-amino-1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
5-amino-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
5-amino-3-ethyl-1-[6-(trimetoxysilyl)hexyl]-1,2,4-triazol,  
3-amino-5-phenyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
3-amino-5-benzyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
3-amino-1-[6-(trimetoxysilyl)hexyl]-1,2,4-triazol,  
3-amino-1-[6-(triethoxysilyl)hexyl]-1,2,4-triazol,  
3-amino-1-[12-(trimetoxysilyl)dodecyl]-1,2,4-triazol,  
3,5-diamino-1-[1-(trimetoxysilyl)methyl]-1,2,4-triazol,  
3,5-diamino-1-[1-(triethoxysilyl)methyl]-1,2,4-triazol,  
3,5-diamino-1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
3,5-diamino-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
3,5-diamino-1-[6-(trimetoxysilyl)hexyl]-1,2,4-triazol,  
3,5-diamino-1-[12-(trimetoxysilyl)dodecyl]-1,2,4-triazol,  
3-methylthio-1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
3-isopropylthio-1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,

3-hexylthio-1-[10-(triethoxysilyl)decyl]-1,2,4-triazol,  
 3-ethylthio-5-isopropyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
 3,5-bis(methylthio)-1-[3-(trimethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
 5-hexylthio-3-methylthio-1-[3-(trimethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
 3-amino-5-methylthio-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
 5-amino-3-methylthio-1-[3-(trimethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
 5-amino-3-methylthio-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol,  
 5-amino-3-isopropylthio-1-[6-(triethoxysilyl)hexyl]-1,2,4-triazol,  
 3-amino-5-hexylthio-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol, và tương tự.

Trong số các hợp chất triazol silan (Ia), hợp chất triazol silan (Ia-1) có thể được tổng hợp theo WO 2018/186476, US 2012/0021232 A, và WO 2019/058773, cụ thể là, như được thể hiện trong sơ đồ phản ứng (E) sau đây, hợp chất triazol silan (Ia-1) có thể được tổng hợp ở hiệu suất cao đáng kể bằng cách cho hợp chất triazol (ở đây được gọi là hợp chất triazol (Ia-x)) có công thức chung (Ia-x) phản ứng với hợp chất alkylsilan được halogen hóa (ở đây được gọi là hợp chất alkylsilan được halogen hóa (Ia-y)) có công thức chung (Ia-y) trong lượng thích hợp của dung môi phản ứng với sự có mặt của chất loại hydrohalogenua ở nhiệt độ phản ứng thích hợp trong thời gian phản ứng thích hợp.

Sơ đồ phản ứng (E)



Trong sơ đồ phản ứng (E),  $\text{X}^1$ ,  $\text{X}^2$ ,  $m$ , và  $\text{R}$  là giống như  $\text{X}^1$ ,  $\text{X}^2$ ,  $m$ , và  $\text{R}$  trong công thức (Ia), một cách tương ứng.

Dung môi phản ứng không bị giới hạn cụ thể miễn là nó là dung môi trơ với hợp chất triazol (Ia-x) và hợp chất alkylsilan được halogen hóa (Ia-y), và các ví dụ của chúng bao gồm các dung môi sau đây:

Các dung môi hydrocarbon như hexan, toluen, và xylen;

các dung môi ete như diethyl ete, tetrahydrofuran, dioxan, và xyclopentyl metyl ete;

các dung môi este như etyl axetat và butyl axetat;

các dung môi alcohol như metanol và etanol;

các dung môi amit như N,N-dimetylformamit, N,N-dimetylaxetamit, và N-metylpyrrolidon;

các dung môi keton như axeton, metyl etyl keton, metyl isobutyl keton, và xyclohexanon;

axetonitril, dimetylsulfoxit, và hexametylphosphoramit.

Các ví dụ về chất loại hydrohalogenua bao gồm các hợp chất sau đây:

Các alkoxit kim loại kiềm như natri metoxit, natri etoxit, kali metoxit, và kali t-butoxit;

các carbonat kiềm như natri carbonat, natri hydro carbonat, và kali hydro carbonat;

các bazơ hữu cơ như diazabixycloundecen; và natri hydrua.

Phản ứng giữa hợp chất triazol (Ia-x) và hợp chất alkylsilan được halogen hóa (Ia-y) diễn ra theo tỷ lệ lượng như được thể hiện trong sơ đồ phản ứng (E), nhưng lượng sử dụng (lượng được nạp) của hợp chất alkylsilan được halogen hóa (Ia-y) so với lượng sử dụng (lượng được nạp) của hợp chất triazol (Ia-x) tốt hơn là được thiết lập ở tỷ lệ thích hợp trong khoảng từ 0,8 đến 1,2 lần theo mol xem xét đến các yếu tố như loại chất ban đầu và dung môi phản ứng được sử dụng và tỷ lệ phản ứng, cũng như nhiệt độ phản ứng và thời gian phản ứng. Khi lượng được nạp của hợp chất alkylsilan được halogen hóa (Ia-y) là lớn hơn 1,2 lần theo mol, hợp chất có thể được polyme hóa để tạo thành gel, trái lại khi lượng được nạp nhỏ hơn 0,8 lần theo mol, độ tinh khiết của sản phẩm có thể bị giảm xuống, hoặc thao tác tách sản phẩm có thể là phức tạp.

Do chất loại hydrohalogenua được sử dụng cho mục đích trung hòa hydro halogenua được tạo ra bởi phản ứng của hợp chất triazol (Ia-x) với hợp chất alkylsilan được halogen hóa (Ia-y), lượng sử dụng (lượng được nạp) của chúng có thể là bằng mol hoặc lớn hơn so với lượng sử dụng của hợp chất alkylsilan được halogen hóa (Ia-y).

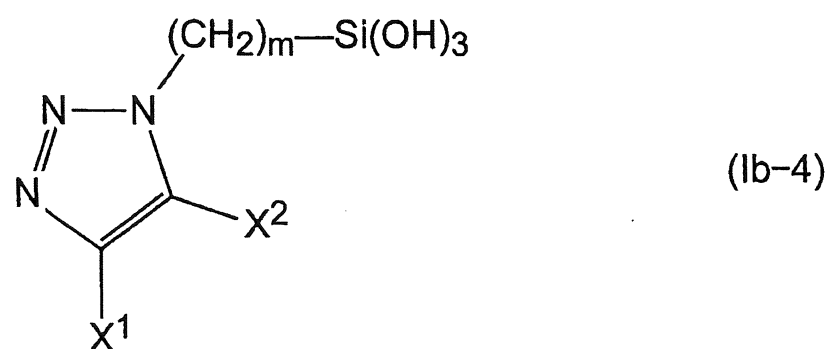
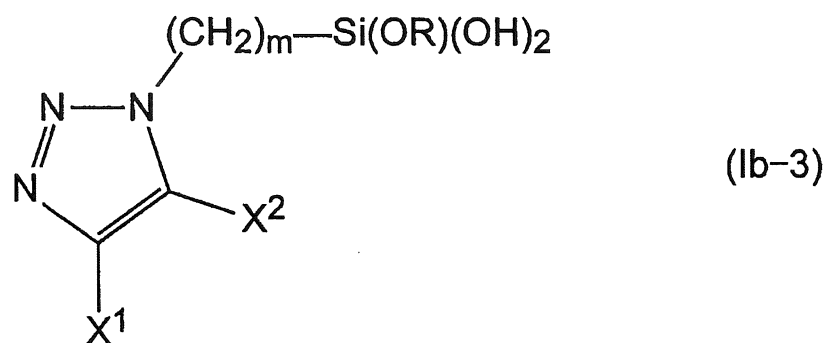
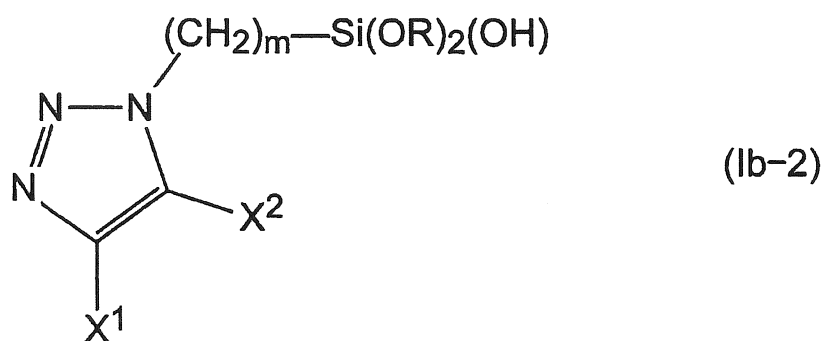
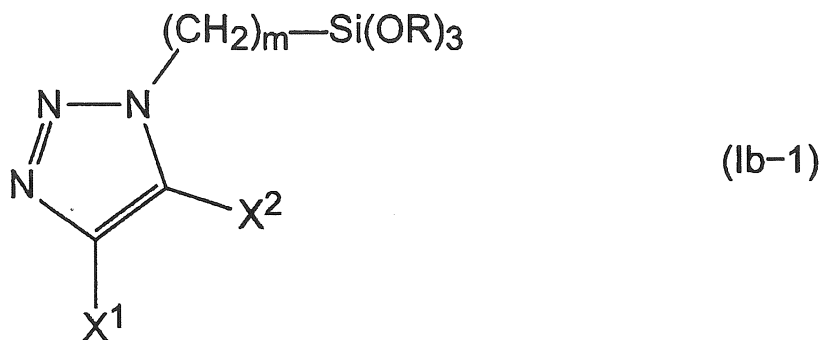
Nhiệt độ phản ứng không bị giới hạn cụ thể miễn là nó nằm trong khoảng nhiệt độ trong đó NH ở vị trí 1 của hợp chất triazol (Ia-x) phản ứng với hợp chất alkylsilan được halogen hóa (Ia-y), và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0 đến 150°C, và tốt hơn nữa là trong khoảng từ 5 đến 100°C.

Thời gian phản ứng được xác định thích hợp theo nhiệt độ phản ứng được thiết lập, và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 30 phút đến 10 giờ, và tốt hơn nữa là trong khoảng từ 1 đến 8 giờ.

Trong số các hợp chất triazol silan (Ia), các hợp chất triazol silan (Ia-2) đến (Ia-4) có thể được tổng hợp bằng cách làm cho hợp chất triazol silan (Ia-1) của dạng trialkoxy tiếp xúc với lượng thích hợp của nước để thủy phân hợp chất.

Hợp chất triazol silan (Ia) có thể là hỗn hợp của các hợp chất triazol silan (Ia-1) đến (Ia-4).

Hợp chất triazol silan (Ib) bao gồm các hợp chất triazol silan có công thức chung (Ib-1) đến (Ib-4). Các hợp chất có công thức chung (Ib-1) đến (Ib-4) có thể được gọi là hợp chất triazol silan (Ib-1), hợp chất triazol silan (Ib-2), hợp chất triazol silan (Ib-3), và hợp chất triazol silan (Ib-4), một cách tương ứng.



Trong công thức (Ib-1) đến (Ib-4),  $X^1$ ,  $X^2$ ,  $m$ , và  $R$  là giống như  $X^1$ ,  $X^2$ ,  $m$ , và  $R$  trong công thức (Ia), một cách tương ứng. Trong công thức (Ib-1) đến (Ib-4),  $X^1$ ,  $X^2$ ,  $m$ , và  $R$  được ưu tiên là giống như  $X^1$ ,  $X^2$ ,  $m$ , và  $R$  được ưu tiên trong công thức (Ib), một cách tương ứng.

Hợp chất triazol silan (Ib-1) là hợp chất triazol silan (dạng trialkoxy) khi n là 0 trong công thức chung (Ib).

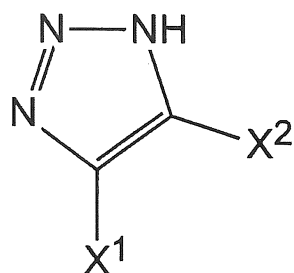
Tương tự, hợp chất triazol silan (Ib-2) là hợp chất triazol silan khi n là 1, hợp chất triazol silan (Ib-3) là hợp chất triazol silan khi n là 2, và hợp chất triazol silan (Ib-4) là hợp chất triazol silan khi n là 3,

Các ví dụ cụ thể về hợp chất triazol silan (Ib) bao gồm, ví dụ, các hợp chất triazol silan (Ib-1) được ví dụ bên dưới, và các hợp chất triazol silan (Ib-2) đến (Ib-4) được tạo ra bằng cách thủy phân (hoặc biến đổi) một đến ba nhóm alkoxy (ví dụ, các nhóm metoxy và/hoặc các nhóm etoxy) thành các nhóm hydroxyl trong hợp chất triazol silan (Ib-1):

1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-metyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-etyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-propyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-isopropyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-butyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-hexyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-dodecyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4,5-dimetyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-benzyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-phenyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4,5-diphenyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-axetyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-propanoyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,

4-xyano-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-amino-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-methylthio-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-isopropylthio-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-hexylthio-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-methyl-2-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-isopropyl-2-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-phenyl-2-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-amino-2-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-methyl-3-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-hexyl-3-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-methylthio-3-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-amino-3-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-propyl-1-[3-(trimethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-propanoyl-1-[3-(trimethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-amino-1-[3-(trimethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol,  
 4-amino-1-[6-(triethoxysilyl)hexyl]-1,2,3-triazol,  
 4-amino-1-[10-(triethoxysilyl)decyl]-1,2,3-triazol, và  
 4-amino-1-[12-(triethoxysilyl)dodecyl]-1,2,3-triazol.

Trong số các hợp chất triazol silan (Ib), hợp chất triazol silan (Ib-1) có thể được tổng hợp với hiệu suất cao đáng kể bởi cùng phương pháp như sơ đồ phản ứng (E) ngoại trừ là hợp chất triazol (ở đây được gọi là hợp chất triazol (Ib-x)) có công thức chung (Ib-x) được sử dụng thay cho hợp chất triazol (Ia-x).



(Ib-x)

Trong công thức (Ib-x), X<sup>1</sup> và X<sup>2</sup> là giống như X<sup>1</sup> và X<sup>2</sup> trong công thức (Ia), một cách tương ứng.

Trong số các hợp chất triazol silan (Ib), các hợp chất triazol silan (Ib-2) đến (Ib-4) có thể được tổng hợp bằng cách làm cho hợp chất triazol silan (Ib-1) của dạng trialkoxy tiếp xúc với lượng thích hợp của nước để thủy phân hợp chất.

Hợp chất triazol silan (Ib) có thể là hỗn hợp của các hợp chất triazol silan (Ib-1) đến (Ib-4).

#### (Hợp chất monoazol silan)

Hợp chất monoazol silan là hợp chất có một nhóm alkyl chứa nhóm silyl (ví dụ, cùng nhóm như nhóm  $-(CH_2)_m-Si(OR)_{3-n}(OH)_n$  trong công thức chung (Ia)) trong một phân tử làm phân tử thế trong hợp chất dị vòng 5 cạnh chứa một nguyên tử nitơ (nghĩa là, hợp chất monoazol). Nguyên tử mà nhóm alkyl chứa nhóm silyl được liên kết vào là nguyên tử cấu thành vòng monoazol, và có thể là, ví dụ, nguyên tử nitơ hoặc nguyên tử cacbon. Nguyên tử mà nhóm alkyl chứa nhóm silyl được liên kết vào tốt hơn là nguyên tử nitơ từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng. Hợp chất monoazol silan có thể còn có phần tử thế (ví dụ, cùng nhóm như X<sup>1</sup> và X<sup>2</sup> trong công thức chung (Ia)). Nguyên tử mà phần tử thế được liên kết vào là nguyên tử cấu thành vòng monoazol, và có thể là, ví dụ, nguyên tử nitơ hoặc nguyên tử cacbon.

#### (Hợp chất diazol silan)

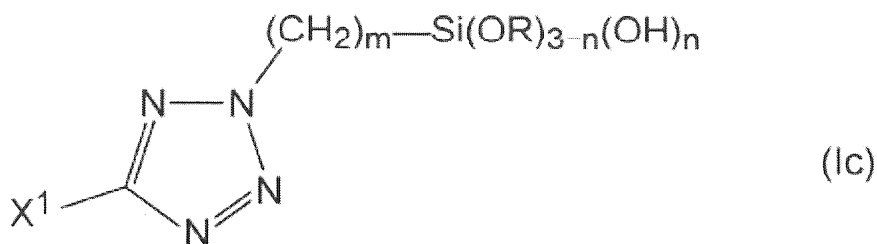
Hợp chất diazol silan là hợp chất có một nhóm alkyl chứa nhóm silyl (ví dụ, cùng nhóm như nhóm  $-(CH_2)_m-Si(OR)_{3-n}(OH)_n$  trong công thức chung (Ia)) trong một

phân tử làm phân tử thể trong hợp chất dị vòng 5 cạnh chứa hai nguyên tử nitơ (nghĩa là, hợp chất diazol). Nguyên tử mà nhóm alkyl chứa nhóm silyl được liên kết vào là nguyên tử cấu thành vòng diazol, và có thể là, ví dụ, nguyên tử nitơ hoặc nguyên tử cacbon. Nguyên tử mà nhóm alkyl chứa nhóm silyl được liên kết vào tốt hơn là nguyên tử nitơ từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng. Hợp chất diazol silan có thể còn có phần tử thể (ví dụ, cùng nhóm như  $X^1$  và  $X^2$  trong công thức chung (Ia)). Nguyên tử mà phần tử thể được liên kết vào là nguyên tử cấu thành vòng diazol, và có thể là, ví dụ, nguyên tử nitơ hoặc nguyên tử cacbon.

(Hợp chất tetrazol silan)

Hợp chất tetrazol silan là hợp chất có một nhóm alkyl chứa nhóm silyl (ví dụ, cùng nhóm như nhóm  $-(CH_2)_m-Si(OR)_{3-n}(OH)_n$  trong công thức chung (Ic) sẽ được mô tả sau) trong một phân tử làm phân tử thể trong hợp chất dị vòng 5 cạnh chứa bốn nguyên tử nitơ (nghĩa là, hợp chất tetrazol). Nguyên tử mà nhóm alkyl chứa nhóm silyl được liên kết vào là nguyên tử cấu thành vòng tetrazol, và có thể là, ví dụ, nguyên tử nitơ hoặc nguyên tử cacbon. Nguyên tử mà nhóm alkyl chứa nhóm silyl được liên kết vào tốt hơn là nguyên tử nitơ từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng. Hợp chất tetrazol silan có thể còn có phần tử thể (ví dụ, cùng nhóm như  $X^1$  trong công thức chung (Ia)). Nguyên tử mà phần tử thể (ví dụ, cùng nhóm như  $X^1$  trong công thức chung (Ia)) được liên kết vào là nguyên tử cấu thành vòng tetrazol, và có thể là, ví dụ, nguyên tử nitơ hoặc nguyên tử cacbon. Nguyên tử mà phần tử thể (ví dụ, cùng nhóm như  $X^1$  trong công thức chung (Ia)) được liên kết vào tốt hơn là nguyên tử cacbon từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng.

Các ví dụ cụ thể về hợp chất tetrazol silan bao gồm hợp chất tetrazol silan có công thức chung (Ic). Hợp chất có công thức chung (Ic) có thể được gọi là hợp chất tetrazol silan (Ic).



Trong công thức (Ic),  $X^1$ ,  $m$ ,  $n$ , và  $R$  là giống như  $X^1$ ,  $m$ ,  $n$ , và  $R$  trong công thức (Ia), một cách tương ứng.

Trong công thức (Ic), tốt hơn là  $X^1$  là nguyên tử hydro, nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh có từ 1 đến 12 nguyên tử cacbon (đặc biệt là nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh có từ 1 đến 8 nguyên tử cacbon), nhóm phenyl, hoặc nhóm amin, tốt hơn nữa là nhóm phenyl hoặc nhóm amin, và còn tốt hơn nữa là nhóm amin, từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng.

Trong công thức (Ic), tốt hơn là  $m$  là số nguyên từ 1 đến 10, tốt hơn nữa là từ 1 đến 5, và còn tốt hơn nữa là từ 2 đến 5 từ quan điểm cải thiện độ hòa tan của hợp chất azol silan và cải thiện thêm đặc tính tạo màng.

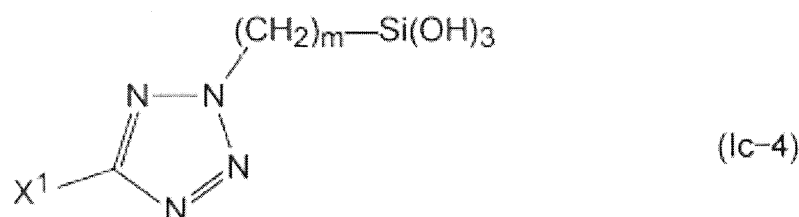
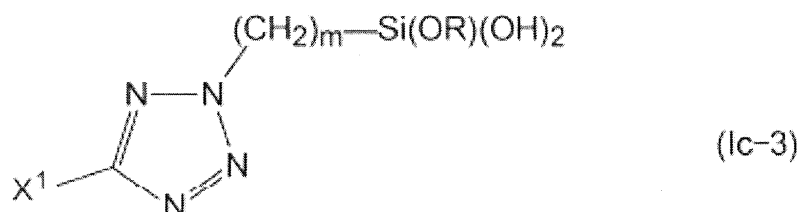
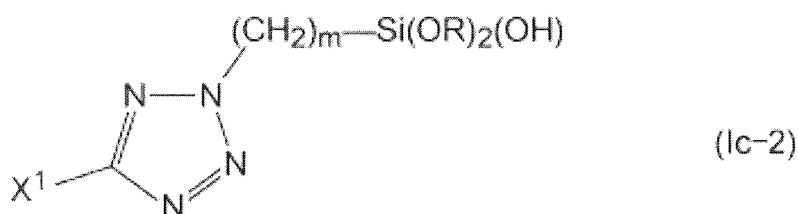
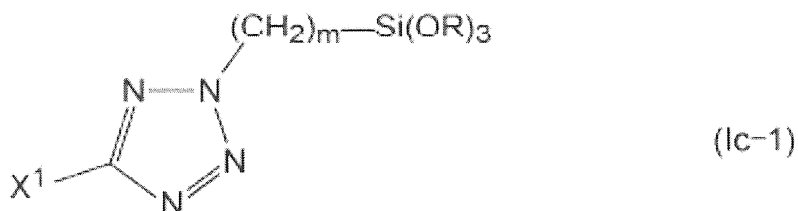
Trong công thức (Ic),  $n$  là số nguyên từ 0 đến 3,

Trong công thức (Ic),  $R$  là nhóm methyl hoặc nhóm ethyl. Tốt hơn là  $R$  là nhóm ethyl từ quan điểm cải thiện môi trường làm việc và cải thiện thêm đặc tính tạo màng.

Trong công thức (Ic), nhóm alkyl chứa nhóm silyl (nghĩa là,  $-(CH_2)_m-Si(OR)_{3-n}(OH)_n$ ) được liên kết vào nguyên tử nitơ ở vị trí 2, nhưng có thể được liên kết vào nguyên tử nitơ ở vị trí 1, cụ thể là, hợp chất tetrazol silan (Ic) có công thức chung (Ic) bao gồm hợp chất tetrazol silan trong đó nhóm alkyl chứa nhóm silyl được liên kết vào nguyên tử nitơ ở vị trí 1 thay vì nguyên tử nitơ ở vị trí 2 trong công thức chung (Ic).

Hợp chất tetrazol silan (Ic) bao gồm các hợp chất tetrazol silan có công thức chung (Ic-1) đến (Ic-4). Các hợp chất có công thức chung (Ic-1) đến (Ic-4) có thể được gọi là hợp chất tetrazol silan (Ic-1), hợp chất tetrazol silan (Ic-2), hợp chất tetrazol silan

(Ic-3), và hợp chất tetrazol silan (Ic-4), một cách tương ứng. Trong công thức chung (Ic-1) đến (Ic-4), nhóm alkyl chứa nhóm silyl được liên kết vào nguyên tử nitơ ở vị trí 2, nhưng có thể được liên kết vào nguyên tử nitơ ở vị trí 1 như trong công thức (Ic).



Trong công thức (Ic-1) đến (Ic-4), X<sup>1</sup>, m, và R là giống như X<sup>1</sup>, m, và R trong công thức (Ia), một cách tương ứng. Trong công thức (Ic-1) đến (Ic-4), X<sup>1</sup>, m, và R được ưu tiên là giống như X<sup>1</sup>, m, và R được ưu tiên trong công thức (Ic), một cách tương ứng.

Trong công thức (Ic-1) đến (Ic-4), nhóm alkyl chứa nhóm silyl (nghĩa là, - $(\text{CH}_2)_m\text{-Si}(\text{OR})_{3-n}(\text{OH})_n$ ) được liên kết vào nguyên tử nitơ ở vị trí 2, nhưng có thể được liên kết vào nguyên tử nitơ ở vị trí 1, cụ thể là, mỗi trong số các hợp chất tetrazol silan (Ic-1) đến (Ic-4) có công thức chung (Ic-1) đến (Ic-4) một cách tương ứng bao gồm hợp chất tetrazol silan trong đó nhóm alkyl chứa nhóm silyl được liên kết vào nguyên tử nitơ ở vị trí 1 thay vì nguyên tử nitơ ở vị trí 2 trong công thức chung (Ic-1) đến (Ic-4).

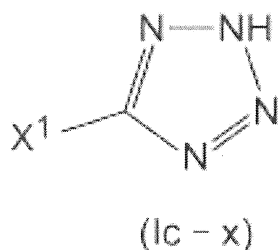
Hợp chất tetrazol silan (Ic-1) là hợp chất tetrazol silan (dạng trialkoxy) khi n là 0 trong công thức chung (Ic).

Tương tự, hợp chất tetrazol silan (Ic-2) là hợp chất tetrazol silan khi n là 1, hợp chất tetrazol silan (Ic-3) là hợp chất tetrazol silan khi n là 2, và hợp chất tetrazol silan (Ic-4) là hợp chất tetrazol silan khi n là 3,

Các ví dụ cụ thể về hợp chất tetrazol silan (Ic) bao gồm, ví dụ, các hợp chất tetrazol silan (Ic-1) được ví dụ bên dưới, và các hợp chất tetrazol silan (Ic-2) đến (Ic-4) được tạo ra bằng cách thủy phân (hoặc biến đổi) một đến ba nhóm alkoxy (ví dụ, các nhóm metoxy và/hoặc các nhóm etoxy) thành các nhóm hydroxyl trong hợp chất tetrazol silan (Ic-1):

- 5-amino-2-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-2H-tetrazol,
- 5-amino-1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1H-tetrazol,
- 5-amino-2-[3-(triethoxysilyl)propyl]-2H-tetrazol,
- 5-amino-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1H-tetrazol,
- 5-phenyl-2-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-2H-tetrazol,
- 5-phenyl-1-[3-(trimetoxysilyl)propyl]-1H-tetrazol,
- 5-phenyl-2-[3-(triethoxysilyl)propyl]-2H-tetrazol, và
- 5-phenyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1H-tetrazol.

Trong số các hợp chất tetrazol silan (Ic), hợp chất tetrazol silan (Ic-1) có thể được tổng hợp với hiệu suất cao đáng kể bởi cùng phương pháp như sơ đồ phản ứng (E) ngoại trừ là hợp chất tetrazol (ở đây được gọi là hợp chất tetrazol (Ic-x)) có công thức chung (Ic-x) được sử dụng thay cho hợp chất triazol (Ia-x).



Trong công thức (Ic-x),  $X^1$  là giống như  $X^1$  trong công thức (Ia).

Trong số các hợp chất tetrazol silan (Ic), các hợp chất tetrazol silan (Ic-2) đến (Ic-4) có thể được tổng hợp bằng cách làm cho hợp chất tetrazol silan (Ic-1) của dạng trialkoxy tiếp xúc với lượng thích hợp của nước để thủy phân hợp chất.

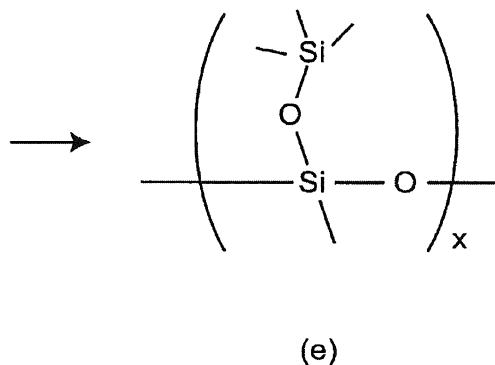
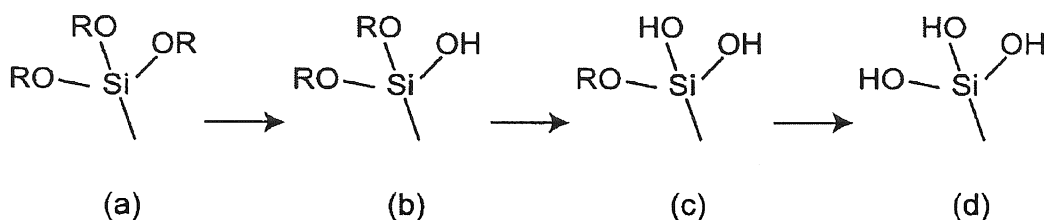
Hợp chất tetrazol silan (Ic) có thể là hỗn hợp của các hợp chất tetrazol silan (Ic-1) đến (Ic-4).

(Sự thủy phân và nồng độ của chất liên kết azol silan)

Chất liên kết azol silan được thủy phân khi được cho tiếp xúc với nước, như được mô tả ở trên. Phương án của sự thủy phân này được thể hiện trong sơ đồ (F). Sơ đồ (F) chỉ báo phương án trong đó nhóm silyl được bao gồm trong chất liên kết azol silan được thủy phân, nghĩa là, phương án trong đó nhóm trialkoxysilyl (a) được thay đổi dần dần thành nhóm dialkoxyhydroxysilyl (b), nhóm dihydroxyalkoxysilyl (c), và nhóm trihydroxysilyl (d). X của nhóm có công thức hóa học (e) là số nguyên thể hiện số đơn vị lặp lại. Cụ thể là, một vài trong số các hợp chất azol silan (ví dụ, các hợp chất triazol silan (Ia-2) đến (Ia-4), các hợp chất triazol silan (Ib-2) đến (Ib-4), và các hợp chất tetrazol silan (Ic-2) đến (Ic-4) được mô tả ở trên) có nhóm hydroxysilyl được tạo ra

trong chất lỏng xử lý bề mặt phản ứng dần dần với nhau để thực hiện việc cô loại nước, và nhóm hydroxysilyl có thể tạo ra liên kết siloxan (Si-O-Si) (xem công thức hóa học (e) trong sơ đồ (F)) nhờ đó được biến đổi thành silan oligome khó hòa tan trong nước. Khi lượng silan oligome được tạo ra trong chất lỏng xử lý bề mặt tăng lên, chất không hòa tan được kết tủa, chất lỏng xử lý bề mặt trở nên vẩn đục, và sản phẩm được xử lý có thể bị nhiễm bẩn. Do đó, tốt hơn là lượng silan oligome được tạo ra trong chất lỏng xử lý bề mặt được ngăn chặn và chất lỏng xử lý bề mặt là sạch.

Sơ đồ (F)



Chất có nhóm alkoxysilyl trong phân tử được biết là đóng vai trò như chất kết hợp silan. Do đó, được xem xét là chất liên kết azol silan thể hiện hoạt động sau đây trong việc tạo màng hóa học:

Ví dụ, khi liên kết giữa đồng và vật liệu nhựa được lấy làm ví dụ, chất liên kết azol silan được sử dụng trong thực tế theo sáng chế có vòng azol và nhóm alkoxysilyl

(-Si-OR) trong phân tử của nó, và vòng azol tương tác với nhựa và kim loại (đặc biệt là đồng) để tạo thành liên kết hóa học.

Ngoài ra, nhóm alkoxysilyl group được trải qua thủy phân để được biến đổi thành nhóm hydroxysilyl (-Si-OH), và nhóm hydroxysilyl được liên kết hóa học với oxit kim loại (đặc biệt là đồng oxit) được đặt rải rác trên bề mặt của kim loại (đặc biệt là đồng).

Do đó, bằng cách làm cho chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế tiếp xúc với kim loại (đặc biệt là đồng), màng hóa học được tạo ra từ chất liên kết azol silan được tạo ra trên bề mặt của kim loại (đặc biệt là đồng) do các liên kết của vòng azol và nhóm hydroxysilyl, và trong trường hợp tạo ra lớp nhựa cách điện chứa vật liệu nhựa trên bề mặt của màng hóa học, độ dính giữa kim loại (đặc biệt là đồng) và vật liệu nhựa có thể được tăng cường như so với trường hợp tạo ra trực tiếp lớp nhựa cách điện trên bề mặt của kim loại (đặc biệt là đồng).

Chất liên kết azol silan trong chất lỏng xử lý bề mặt thường có nồng độ sao cho nồng độ nguyên tử silic chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt là từ 0,001 đến 1,0% theo trọng lượng. Từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng, chất liên kết azol silan trong chất lỏng xử lý bề mặt có nồng độ sao cho nồng độ nguyên tử silic chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt tốt hơn là từ 0,010 đến 0,50% theo trọng lượng, tốt hơn nữa là từ 0,030 đến 0,10% theo trọng lượng, còn tốt hơn nữa là từ 0,040 đến 0,090% theo trọng lượng, và đặc biệt tốt hơn là từ 0,042 đến 0,080% theo trọng lượng. Nồng độ nguyên tử silic là tỷ lệ khối lượng nguyên tử silic chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt so với tổng khối lượng chất lỏng xử lý bề mặt. Nước tinh khiết như nước chưng cất, nước trao đổi ion, và nước tinh chế thường chứa các nguyên tử silic ở nồng độ là 0,0001% theo trọng lượng hoặc nhỏ hơn. Do đó, trong trường hợp trong đó chất lỏng xử lý bề mặt không chứa hợp chất (hoặc chất phụ gia) chứa nguyên tử silic khác với chất kết hợp silan, nguyên tử silic chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt có thể được ước tính là thu được từ chất kết hợp silan.

Trong trường hợp như vậy, khi nồng độ nguyên tử silic chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt là quá thấp, đặc tính tạo màng bị suy giảm. Khi nồng độ nguyên tử silic quá cao, silic được kết tủa mà không bị hòa tan, và hiệu quả cải thiện đặc tính tạo màng gần như là đạt tới đỉnh của nó, và lượng chất liên kết azol silan được sử dụng chỉ tăng lên, mà là kém hiệu quả. Khoảng trị số ở đây được xác định là khoảng toàn bộ bao gồm giới hạn trên và giới hạn dưới của nó trừ khi được xác định khác.

Nồng độ nguyên tử silic chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt thường là từ 0,0004 đến 0,36 mol/kg, tốt hơn là từ 0,0036 đến 0,18 mol/kg, và tốt hơn nữa là từ 0,011 đến 0,036 mol/kg, được thể hiện ở đơn vị là mol/kg. Đơn vị mol/kg là đơn vị thể hiện số mol của chất chứa trong 1 kg chất lỏng xử lý bề mặt.

Do chất liên kết azol silan có mặt ở nồng độ tương đối thấp trong chất lỏng xử lý bề mặt như được mô tả ở trên, và có thể có mặt ở dạng silan oligome (ví dụ, dime, trime, hoặc tương tự) như được mô tả ở trên, rất khó để đo lường chặt chẽ nồng độ của chất liên kết azol silan, nhưng nồng độ bổ sung (nghĩa là, nồng độ được thiết lập) của chất liên kết azol silan tốt hơn là từ 0,30 đến 1,00% theo trọng lượng, tốt hơn nữa là từ 0,45 đến 0,95% theo trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là từ 0,48 đến 0,85% theo trọng lượng so với tổng lượng chất lỏng xử lý bề mặt từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng. Chất liên kết azol silan có thể được sử dụng một mình hoặc kết hợp của hai hoặc nhiều hơn. Khi hai hoặc nhiều chất liên kết azol silan được sử dụng kết hợp, tổng lượng của chúng có thể là trong khoảng nêu trên.

Nồng độ bổ sung của chất liên kết azol silan thường là từ 0,0004 đến 0,36 mol/kg, tốt hơn là từ 0,0036 đến 0,18 mol/kg, và tốt hơn nữa là từ 0,011 đến 0,036 mol/kg, được thể hiện ở đơn vị là mol/kg.

Đối với nồng độ nguyên tử silic chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt, giá trị được xác định bởi máy quang phổ phát xạ ICP (iCAP phiên bản 6000; được sản xuất bởi Thermo Fisher Scientific K. K.) được sử dụng.

Ion axit hữu cơ (A) làm thành phần thứ hai

Chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế chứa (A) ion axit hữu cơ có từ một đến ba nhóm axit trong một phân tử. Ion axit hữu cơ (A) là ion của axit hữu cơ có từ một đến ba nhóm axit trong một phân tử. Nhóm axit là nhóm mà có thể thể hiện tính axit trong nước, và có thể là, ví dụ, nhóm carboxyl, nhóm axit sulfonic, hoặc hỗn hợp của chúng. Nhóm axit của ion axit hữu cơ (A) được liên kết vào nguyên tử cacbon, và cụ thể là, tạo thành liên kết cộng hóa trị với nguyên tử cacbon. Ion axit hữu cơ (A) có vai trò đẩy mạnh sự hòa tan của chất liên kết azol silan trong chất lỏng xử lý bề mặt, ví dụ, vai trò đẩy mạnh sự thủy phân của chất liên kết azol silan.

Cụ thể là, trong hợp chất axit hữu cơ có từ một đến ba nhóm axit (ví dụ, nhóm carboxyl và/hoặc nhóm axit sulfonic) trong một phân tử, ion axit hữu cơ (A) là ion (nghĩa là, anion axit hữu cơ) trong đó nhóm axit được ion hóa (nghĩa là, được anion hóa), và có thể được gọi là carboxylat anion, sulfonat anion, hoặc anion hỗn hợp của chúng. Ví dụ, trong số các ion axit hữu cơ (A), các ion của hợp chất axit hữu cơ có từ một đến ba nhóm carboxyl trong một phân tử có thể được gọi là ion axit monocarboxylic, ion axit dicarboxylic, và ion axit tricarboxylic, một cách tương ứng. Ngoài ra, ví dụ, trong số các ion axit hữu cơ (A), các ion của hợp chất axit hữu cơ có từ một đến ba nhóm axit sulfonic trong một phân tử có thể được gọi là ion axit monosulfonic, ion axit disulfonic, và ion axit trisulfonic, một cách tương ứng. Từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng, chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế tốt hơn là chứa một hoặc nhiều loại trong số các ion được chọn từ nhóm bao gồm ion axit monocarboxylic và ion axit monosulfonic, và tốt hơn nữa là chứa ion axit monocarboxylic, trong số ion axit hữu cơ (A).

Ion axit hữu cơ (A) được bổ sung vào và được sử dụng trong chất lỏng xử lý bề mặt ở dạng hợp chất (hoặc chất phụ gia) có khả năng tạo ra ion axit hữu cơ (A) trong chất lỏng xử lý bề mặt (ví dụ, nước).

Hợp chất (ở đây được gọi là hợp chất axit hữu cơ (a)) có khả năng tạo ra ion axit hữu cơ (A) trong chất lỏng xử lý bề mặt (ví dụ, nước) bao gồm, ví dụ, hợp chất (ở đây được gọi là hợp chất axit monocarboxylic (a1), hợp chất axit dicarboxylic (a2), hợp chất axit tricarboxylic (a3), hợp chất axit monosulfonic (a4), hợp chất axit disulfonic (a5), và hợp chất axit trisulfonic (a6)) có khả năng tạo ra ion axit monocarboxylic, ion axit dicarboxylic, ion axit tricarboxylic, ion axit monosulfonic, ion axit disulfonic, hoặc ion axit trisulfonic một cách tương ứng trong chất lỏng xử lý bề mặt (ví dụ, nước). Hợp chất axit hữu cơ (a) là nguồn cấp của ion axit hữu cơ (A). Hợp chất axit hữu cơ (a) có thể còn có không chỉ từ một đến ba nhóm axit mà còn một hoặc nhiều (đặc biệt là một đến ba) nhóm hydroxyl và/hoặc một hoặc nhiều (đặc biệt là một đến ba) nhóm amin trong một phân tử.

Hợp chất axit monocarboxylic (a1) là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất hữu cơ béo hoặc thơm có một nhóm carboxyl trong một phân tử, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng, và có thể có nhóm hydroxyl và/hoặc nhóm amin. Khi hợp chất axit monocarboxylic (a1) là hợp chất hữu cơ béo, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng, hợp chất axit monocarboxylic (a1) có thể là hợp chất hữu cơ béo no hoặc không no, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng, và từ quan điểm cải thiện khả năng hòa tan, hợp chất axit monocarboxylic (a1) tốt hơn là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất hữu cơ béo no và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng. Do hợp chất axit monocarboxylic (a1) là không đắt, hợp chất axit monocarboxylic (a1) là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất hữu cơ béo có một nhóm carboxyl trong một phân tử, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng, và tốt hơn là hợp chất không có nhóm hydroxyl hoặc nhóm amin.

Các ví dụ cụ thể về hợp chất axit monocarboxylic (a1) bao gồm các axit sau đây, và các anhydrit axit và các hợp chất muối kim loại của chúng:

Axit formic (béo no, 1 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit axetic (béo no, 2 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit propionic (béo no, 3 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit butyric (béo no, 4 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit valeric (béo no, 5 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit 2-ethylbutyric (béo no, 6 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit caproic (béo no, 6 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit enanthic (béo no, 7 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit caprylic (béo no, 8 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit pelargonic (béo, 9 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit capric (béo no, 10 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit lauric (béo no, 12 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit myristic (béo no, 14 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit palmitic (béo no, 16 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit margaric (béo no, 17 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit oleic (béo không no, 18 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit stearic (béo no, 18 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit levulinic (béo, 5 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit glycolic (béo no, 2 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=1$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit lactic (béo no, 3 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=1$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit malic (béo no, 4 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=1$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit gluconic (béo no, 6 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=6$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit glyxeric (béo no, 3 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=2$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

glyxin (béo no, 2 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=1$ ); và

axit benzoic (thơm, 7 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ ).

Hợp chất axit dicarboxylic (a2) là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm các hợp chất hữu cơ béo hoặc thơm có hai nhóm carboxyl trong một phân tử, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng, và có thể có nhóm hydroxyl và/hoặc nhóm amin. Khi hợp chất axit dicarboxylic (a2) là hợp chất hữu cơ béo, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng, hợp chất axit dicarboxylic (a2) có thể là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất hữu cơ béo no hoặc không no, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng.

Các ví dụ cụ thể về hợp chất axit dicarboxylic (a2) bao gồm các axit sau đây và các anhydrit axit và các hợp chất muối kim loại của chúng:

Axit oxalic (béo no, 2 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=2$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit malonic (béo no, 3 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=2$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit succinic (béo no, 4 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=2$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit tartaric (béo no, 4 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=2$ ,  $\text{OH}=2$ ,  $\text{NH}_2=0$ ); và

axit phthalic (thơm, 8 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=2$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ ).

Hợp chất axit tricarboxylic (a3) là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm các hợp chất hữu cơ béo hoặc thơm có ba nhóm carboxyl trong một phân tử, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng, và có thể có nhóm hydroxyl và/hoặc nhóm amin. Khi hợp chất axit tricarboxylic (a3) là hợp chất hữu cơ béo, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng, hợp chất axit tricarboxylic (a3) có thể là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm

hợp chất hữu cơ béo no hoặc không no và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng.

Các ví dụ cụ thể về hợp chất axit tricarboxylic (a3) bao gồm các axit sau đây và các anhydrit axit và các hợp chất muối kim loại của chúng:

Axit propan-1,2,3-tricarboxylic (béo no, 6 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=3$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ ); và

axit xitric (béo no, 6 nguyên tử cacbon,  $\text{COOH}=3$ ,  $\text{OH}=1$ ,  $\text{NH}_2=0$ ).

Hợp chất axit monosulfonic (a4) là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất hữu cơ béo hoặc thơm có một nhóm sulfonic trong một phân tử, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng, và có thể có nhóm hydroxyl và/hoặc nhóm amin. Khi hợp chất axit monosulfonic (a4) là hợp chất hữu cơ béo, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng, hợp chất axit monosulfonic (a4) có thể là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất hữu cơ béo no hoặc không no và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng. Từ quan điểm cải thiện khả năng hòa tan, hợp chất axit monosulfonic (a4) tốt hơn là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất hữu cơ thơm, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng. Do hợp chất axit monosulfonic (a4) là không đắt, hợp chất axit monosulfonic (a4) là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ hợp chất hữu cơ thơm có một nhóm sulfonic trong một phân tử, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng, và tốt hơn là hợp chất không có nhóm hydroxyl hoặc nhóm amin.

Các ví dụ cụ thể về hợp chất axit monosulfonic (a4) bao gồm các axit sau đây và các anhydrit axit và các hợp chất muối kim loại của chúng:

Axit benzensulfonic (thơm, 6 nguyên tử cacbon,  $\text{SO}_3\text{H}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit tosylic (thơm, 7 nguyên tử cacbon,  $\text{SO}_3\text{H}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit metansulfonic (béo, 1 nguyên tử cacbon,  $\text{SO}_3\text{H}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit 5-sulfosalicylic (thơm, 7 nguyên tử cacbon,  $\text{SO}_3\text{H}=1$ ,  $\text{OH}=1$ ,  $\text{NH}_2=0$ ,  $\text{COOH}=1$ );

axit 4-hydroxybenzensulfonic (thơm, 6 nguyên tử cacbon,  $\text{SO}_3\text{H}=1$ ,  $\text{OH}=1$ ,  $\text{NH}_2=0$ );

axit 3-metyl-4 hydroxybenzensulfonic (7 nguyên tử cacbon,  $\text{SO}_3\text{H}=1$ ,  $\text{OH}=1$ ,  $\text{NH}_2=0$ ); và

axit 4-aminobenzensulfonic (6 nguyên tử cacbon,  $\text{SO}_3\text{H}=1$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=1$ ).

Hợp chất axit disulfonic (a5) là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất hữu cơ béo hoặc thơm có hai nhóm sulfonic trong một phân tử, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng, và có thể có nhóm hydroxyl và/hoặc nhóm amin. Khi hợp chất axit disulfonic (a5) là hợp chất hữu cơ béo, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng, hợp chất axit disulfonic (a5) có thể là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất hữu cơ béo no hoặc không no và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng.

Các ví dụ cụ thể về hợp chất axit disulfonic (a5) bao gồm các axit sau đây và các anhydrit axit và các hợp chất muối kim loại của chúng:

Axit benzendisulfonic (thơm, 6 nguyên tử cacbon,  $\text{SO}_3\text{H}=2$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ ).

Hợp chất axit trisulfonic (a6) là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất hữu cơ béo hoặc thơm có ba nhóm sulfonic trong một phân tử, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng, và có thể có nhóm hydroxyl và/hoặc nhóm amin. Khi hợp chất axit trisulfonic (a6) là hợp chất hữu cơ béo, và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng, hợp chất axit trisulfonic (a6) có thể là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất hữu cơ béo no hoặc không no và anhydrit axit và hợp chất muối kim loại của chúng.

Các ví dụ cụ thể về hợp chất axit trisulfonic (a6) bao gồm các axit sau đây và các anhydrit axit và các hợp chất muối kim loại của chúng:

Axit benzentrisulfonic (thơm, 6 nguyên tử cacbon,  $\text{SO}_3\text{H}=3$ ,  $\text{OH}=0$ ,  $\text{NH}_2=0$ ).

Kim loại cấu thành hợp chất muối kim loại như hợp chất axit hữu cơ (a) không bị giới hạn cụ thể, và có thể là, ví dụ, đồng, natri, kali, magie, canxi, nhôm, titan, niken, thiếc, sắt, bạc, hoặc vàng. Từ quan điểm cải thiện độ hòa tan của hợp chất axit hữu cơ (a), natri hoặc kali được ưu tiên. Hợp chất axit hữu cơ (a) có thể là hydrat.

Muối kim loại kiềm của axit hữu cơ, ví dụ, natri format, cũng có thể sử dụng làm nguồn cấp của ion kim loại kiềm (C1) sẽ được mô tả sau.

Muối đồng của axit hữu cơ, ví dụ, đồng format cũng có thể sử dụng làm nguồn cấp của ion đồng (D) sẽ được mô tả sau.

Số lượng nguyên tử cacbon trong hợp chất axit hữu cơ (a) không bị giới hạn cụ thể, và tốt hơn là 8 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 6 hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn nữa là 3 hoặc nhỏ hơn, đặc biệt tốt hơn là 2 hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 1 từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng. Số lượng nguyên tử cacbon của hợp chất axit hữu cơ (a) cũng bao gồm số lượng nguyên tử cacbon cấu thành nhóm carboxyl.

Do hợp chất axit hữu cơ (a) là không đắt, tốt hơn là nó là hợp chất axit monocarboxylic (a1). Ngoài ra, từ quan điểm cải thiện độ hòa tan của hợp chất axit hữu cơ (a), tốt hơn là nó là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất axit monocarboxylic (a1) và hợp chất axit monosulfonic (a4), tốt hơn nữa là hợp chất axit monocarboxylic (a1), và còn tốt hơn nữa là axit focmic.

Từ quan điểm cải thiện độ hòa tan của hợp chất axit hữu cơ (a), hợp chất axit hữu cơ (a) tốt hơn là hợp chất thuộc các nhóm béo hoặc thơm, và tốt hơn nữa là axit thuộc nhóm béo.

Từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng, hợp chất axit hữu cơ (a) tốt hơn là không có nhóm hydroxyl và không có nhóm amin.

Từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng, ion axit hữu cơ (A) tốt hơn là một hoặc nhiều loại trong số các ion được chọn từ ion axit monocarboxylic và ion axit monosulfonic, tốt hơn nữa là ion axit monocarboxylic, và còn tốt hơn nữa là ion focmat.

Nồng độ của ion axit hữu cơ (A) trong chất lỏng xử lý bề mặt thường là từ 0,010 đến 50,0% theo trọng lượng so với tổng lượng chất lỏng xử lý bề mặt. Nồng độ của ion axit hữu cơ (A) trong chất lỏng xử lý bề mặt tốt hơn là từ 1,00 đến 20,0% theo trọng lượng, và tốt hơn nữa là từ 2,50 đến 10,0% theo trọng lượng so với tổng lượng chất lỏng xử lý bề mặt từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng. Nồng độ của ion axit hữu cơ (A) tốt hơn là từ 2,50 đến 7,00% theo trọng lượng, tốt hơn nữa là từ 3,50 đến 7,00% theo trọng lượng, còn tốt hơn nữa là từ 3,50 đến 6,00% theo trọng lượng, đặc biệt tốt hơn là từ 4,00 đến 6,00% theo trọng lượng, đủ tốt hơn nữa là từ 4,00 đến 5,20% theo trọng lượng, và tốt nhất là từ 4,00 đến 5,10% theo trọng lượng so với tổng lượng chất lỏng xử lý bề mặt từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng và ngăn sự vẩn đục của chất lỏng xử lý bề mặt. Khi chất lỏng xử lý bề mặt không chứa ion axit hữu cơ (A), đặc tính tạo màng bị suy giảm. Hợp chất axit hữu cơ (a) có thể được sử dụng một mình hoặc kết hợp của hai hoặc nhiều hơn. Khi hợp chất axit hữu cơ (a) được sử dụng một mình, hợp chất axit hữu cơ (a) có thể được sử dụng ở lượng sao cho nồng độ của ion axit hữu cơ (A) được cấp từ hợp chất axit hữu cơ (a) nằm trong khoảng nêu trên. Khi hai hoặc nhiều hợp chất axit hữu cơ (a) được sử dụng kết hợp, các hợp chất axit hữu cơ (a) có thể được sử dụng ở lượng sao cho tổng nồng độ của các ion axit hữu cơ (A) được cấp từ các hợp chất axit hữu cơ (a) nằm trong khoảng nêu trên.

Nồng độ của ion axit hữu cơ (A) chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt thường là từ 0,0022 đến 11,1 mol/kg, tốt hơn là từ 0,22 đến 4,44 mol/kg, và tốt hơn nữa là từ 0,56 đến 2,22 mol/kg, được thể hiện ở đơn vị là mol/kg.

Đối với nồng độ của ion axit hữu cơ (A), giá trị được đo bởi sắc ký ion (IC-2001; được sản xuất bởi Tosoh Corporation) được sử dụng. Nồng độ đo được bởi sắc ký

ion này là nồng độ của ion axit hữu cơ (A) mà ở đó hợp chất axit hữu cơ (a) được phân ly hoàn toàn.

Ion axit vô cơ (B) làm thành phần thứ ba

Chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế chứa (B) ion axit vô cơ (ở đây được gọi là ion axit vô cơ (B)). Bằng cách làm tăng tổng số ion trong chất lỏng cùng với ion kiềm (C), ion axit vô cơ (B) có chức năng đẩy mạnh việc tạo ra màng hóa học bởi chất liên kết azol silan do tác dụng khử muối trong suốt quá trình xử lý bề mặt.

Các ví dụ về ion axit vô cơ (B) bao gồm ion sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), ion nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), ion phosphat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), và ion clorua ( $\text{Cl}^-$ ). Ion sulfat được ưu tiên từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng dựa trên tác dụng khử muối và làm giảm tải môi trường. Ion axit vô cơ (A) không được liên kết với nguyên tử cacbon, và cụ thể là, một mình tự do trong chất lỏng xử lý bề mặt (hoặc nước).

Ion axit vô cơ (B) được bổ sung vào và được sử dụng trong chất lỏng xử lý bề mặt ở dạng hợp chất (hoặc chất phụ gia) (ở đây được gọi là hợp chất axit vô cơ (b)) có khả năng tạo ra ion axit vô cơ (B) trong chất lỏng xử lý bề mặt (ví dụ, nước). Hợp chất axit vô cơ (b) là nguồn cấp của ion axit vô cơ (B).

Hợp chất axit vô cơ (b) là axit vô cơ, và hợp chất muối kim loại và hợp chất muối nhôm của chúng, và là, ví dụ, axit vô cơ như axit sulfuric, axit nitric, axit phosphoric, và axit clohydric; hợp chất muối kim loại của axit vô cơ bởi kim loại như đồng, natri, kali, magie, canxi, nhôm, titan, niken, thiếc, sắt, bạc hoặc vàng (bao gồm các hydrat của chúng); và hợp chất muối nhôm của axit vô cơ. Từ quan điểm độ hòa tan của hợp chất axit vô cơ (b), hợp chất muối kim loại của axit vô cơ tốt hơn là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm muối natri, muối kali, và muối nhôm, tốt hơn nữa là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm muối natri và muối kali, và còn tốt hơn nữa là muối natri.

Muối kim loại kiềm của axit vô cơ (ví dụ, natri sulfat, kali sulfat, natri nitrat, kali nitrat, natri phosphat, kali phosphat, natri clorua, và kali clorua) cũng có thể sử dụng làm nguồn cấp của ion kim loại kiềm (C1) sẽ được mô tả sau.

Muối nhôm của axit vô cơ cũng có thể sử dụng làm nguồn cấp của ion amoni (C2) sẽ được mô tả sau.

Muối đồng của axit vô cơ (ví dụ, đồng sulfat, đồng nitrat, đồng phosphat, và đồng clorua) cũng có thể sử dụng làm nguồn cấp của ion đồng (D) sẽ được mô tả sau.

Hợp chất axit vô cơ (b) tốt hơn là hợp chất axit vô cơ có ion axit vô cơ công kênh hơn (B) được cấp từ hợp chất axit vô cơ (b) từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng dựa trên tác dụng khử muối. Các ví dụ ưu tiên về hợp chất axit vô cơ (b) từ quan điểm nêu trên bao gồm axit sulfuric, axit nitric, axit phosphoric, và các hợp chất muối kim loại và các hợp chất muối nhôm của chúng. Các ví dụ ưu tiên hơn về hợp chất axit vô cơ (b) từ cùng quan điểm nêu trên bao gồm axit sulfuric, axit phosphoric, và các hợp chất muối kim loại và các hợp chất muối nhôm của chúng. Từ quan điểm gánh nặng môi trường, axit sulfuric và các hợp chất muối kim loại và các hợp chất muối nhôm của chúng là ưu tiên hơn, natri sulfat, kali sulfat, đồng sulfat (và hydrat của chúng (đặc biệt là pentahydrat)), và nhôm sulfat là ưu tiên hơn nữa, và natri sulfat và đồng sulfat (và hydrat của chúng (đặc biệt là pentahydrat)) là đặc biệt ưu tiên.

Axit vô cơ của hợp chất axit vô cơ (b) tốt hơn là axit sulfuric, axit nitric, hoặc axit clohydric từ quan điểm hằng số phân ly axit ( $pK_{a1}$ ). Ngoài ra, axit sulfuric là ưu tiên hơn từ quan điểm gánh nặng môi trường.

Nồng độ của ion axit vô cơ (B) trong chất lỏng xử lý bề mặt thường là từ 0,10 đến 10,0% theo trọng lượng so với tổng lượng chất lỏng xử lý bề mặt, và tốt hơn là từ 0,30 đến 3,00% theo trọng lượng, tốt hơn nữa là từ 0,50 đến 3,00% theo trọng lượng, còn tốt hơn nữa là từ 0,90 đến 3,00% theo trọng lượng, đặc biệt tốt hơn là từ 1,20 đến 3,00% theo trọng lượng, đủ tốt hơn nữa là từ 1,50 đến 2,50% theo trọng lượng, và tốt

nhất là từ 1,80 đến 2,50% theo trọng lượng so với tổng lượng chất lỏng xử lý bề mặt từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng và ngăn sự vỡ đục của chất lỏng xử lý bề mặt. Khi chất lỏng xử lý bề mặt không chứa ion axit vô cơ (B), đặc tính tạo màng bị suy giảm. Hợp chất axit vô cơ (b) có thể được sử dụng một mình hoặc kết hợp của hai hoặc nhiều hơn. Khi hợp chất axit vô cơ (b) được sử dụng một mình, hợp chất axit vô cơ (b) có thể được sử dụng ở lượng sao cho nồng độ của ion axit vô cơ (B) được cấp từ hợp chất axit vô cơ (b) nằm trong khoảng nêu trên. Khi hai hoặc nhiều hợp chất axit vô cơ (b) được sử dụng kết hợp, các hợp chất axit vô cơ (b) có thể được sử dụng ở lượng sao cho tổng nồng độ của các ion axit vô cơ (B) được cấp từ các hợp chất axit vô cơ (b) nằm trong khoảng nêu trên.

Nồng độ của ion axit vô cơ (B) chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt thường là từ 0,010 đến 1,04 mol/kg, tốt hơn là từ 0,031 đến 0,31 mol/kg, và tốt hơn nữa là từ 0,052 đến 0,31 mol/kg, được thể hiện ở đơn vị là mol/kg.

Đối với nồng độ của ion axit vô cơ (B), giá trị được đo bởi sắc ký ion (IC-2001; được sản xuất bởi Tosoh Corporation) được sử dụng. Nồng độ đo được bởi sắc ký ion này là nồng độ của ion axit vô cơ (B) mà ở đó hợp chất axit vô cơ (b) được phân ly hoàn toàn.

Ion kiềm (C) làm thành phần thứ tư

Chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế chứa (C) ion kiềm (ở đây được gọi là ion kiềm (C)). Ion kiềm (C) được sử dụng là khái niệm bao gồm cả ion kim loại kiềm (C1) và ion amoni (C2), và có thể là ion kim loại kiềm (C1) và/hoặc ion amoni (C2). Cụ thể là, ion kiềm (C) có thể là một hoặc cả hai trong số ion kim loại kiềm (C1) và ion amoni (C2). Bằng cách làm tăng tổng số ion trong chất lỏng cùng với ion vô cơ (B), ion kiềm (C) có chức năng đẩy mạnh việc tạo ra màng hóa học bởi chất liên kết azol silan do tác dụng khử muối trong suốt quá trình xử lý bề mặt.

Các ví dụ về ion kim loại kiềm (C1) bao gồm ion lithi, ion natri, và ion kali.

Ion amoni (C2) là  $\text{NH}_4^+$ .

Do ion kiềm (C) là không đắt (nghĩa là, từ quan điểm hiệu quả kinh tế), ion natri, ion kali, và ion amoni là ưu tiên, và từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng, cải thiện hiệu quả kinh tế, và ngăn sự vẩn đục của chất lỏng xử lý bề mặt, ion natri và ion amoni là ưu tiên hơn, và ion natri là ưu tiên hơn nữa.

Ion kim loại kiềm (C1) được bổ sung vào và được sử dụng trong chất lỏng xử lý bề mặt ở dạng hợp chất (hoặc chất phụ gia) (ở đây được gọi là hợp chất kim loại kiềm (c1)) có khả năng tạo ra ion kim loại kiềm (C1) trong chất lỏng xử lý bề mặt (ví dụ, nước). Hợp chất kim loại kiềm (c1) là nguồn cấp của ion kim loại kiềm (C1).

Các ví dụ về hợp chất kim loại kiềm (c1) bao gồm các hợp chất có thể tan trong nước như natri sulfat, natri hydroxit, natri nitrat, kali hydroxit, kali sulfat, lithi hydroxit, natri carbonat, natri hydro carbonat, kali carbonat, kali hydro carbonat, natri clorua, kali clorua, natri axetat, kali axetat, lithi axetat, natri bromua, kali bromua, natri nitrat, kali nitrat, natri phosphat, dinatri monohydro phosphat, và natri dihydro phosphat.

Ion amoni (C2) được bổ sung vào và được sử dụng trong chất lỏng xử lý bề mặt ở dạng hợp chất (hoặc chất phụ gia) (ở đây được gọi là hợp chất amoni (c2)) có khả năng tạo ra ion amoni (C2) trong chất lỏng xử lý bề mặt (ví dụ, nước). Hợp chất amoni (c2) là nguồn cấp của ion amoni (C2).

Các ví dụ về hợp chất amoni (c2) bao gồm các hợp chất có thể tan trong nước như amoniac, nhôm sulfat, amoni format, amoni axetat, amoni clorua, amoni carbonat, và amoni nitrat.

Hợp chất kim loại kiềm (c1) và hợp chất amoni (c2) tốt hơn là natri sulfat, natri hydroxit, kali hydroxit, kali sulfat, natri clorua, natri nitrat, amoniac, và nhôm sulfat, và tốt hơn nữa là natri sulfat và natri hydroxit, từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng, cải thiện hiệu quả kinh tế, và ngăn sự vẩn đục của chất lỏng xử lý bề mặt.

Muối kim loại kiềm và muối amoni của axit hữu cơ (ví dụ, natri format) cũng có thể sử dụng làm các nguồn cấp của ion axit hữu cơ (A) nêu trên.

Muối kim loại kiềm và muối amoni của axit vô cơ (ví dụ, natri sulfat và nhôm sulfat) cũng có thể sử dụng làm các nguồn cấp của ion axit vô cơ (B) nêu trên.

Nồng độ của ion kiềm (C) trong chất lỏng xử lý bề mặt không bị giới hạn cụ thể, và thường là từ 1,00 đến 20,0% theo trọng lượng, và tốt hơn là từ 1,00 đến 15,0% theo trọng lượng, tốt hơn nữa là từ 1,00 đến 8,00% theo trọng lượng, và còn tốt hơn nữa là từ 1,50 đến 6,00% theo trọng lượng so với tổng lượng chất lỏng xử lý bề mặt từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng. Nồng độ của ion kiềm (C) là tổng nồng độ của ion kim loại kiềm (C1) và ion amoni (C2). Nồng độ của ion kiềm (C) tốt hơn là từ 1,50 đến 4,50% theo trọng lượng, tốt hơn nữa là từ 2,10 đến 4,00% theo trọng lượng, còn tốt hơn nữa là từ 2,40 đến 3,70% theo trọng lượng, và đặc biệt tốt hơn là từ 2,50 đến 3,00% theo trọng lượng so với tổng lượng chất lỏng xử lý bề mặt từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng và ngăn sự vẩn đục của chất lỏng xử lý bề mặt. Khi chất lỏng xử lý bề mặt không chứa ion kiềm (C), đặc tính tạo màng bị suy giảm. Theo sáng chế, ít nhất một trong số hợp chất kim loại kiềm (c1) hoặc hợp chất amoni (c2) được sử dụng. Mỗi trong số hợp chất kim loại kiềm (c1) và hợp chất amoni (c2) có thể được sử dụng độc lập một mình, hoặc kết hợp hai hoặc nhiều. Khi chỉ một trong số hợp chất kim loại kiềm (c1) và hợp chất amoni (c2) được sử dụng, hợp chất có thể được sử dụng ở lượng sao cho nồng độ của ion kiềm (C) được cấp từ hợp chất nằm trong khoảng nêu trên. Khi hai hoặc nhiều hợp chất trong số hợp chất kim loại kiềm (c1) và hợp chất amoni (c2) được sử dụng kết hợp, chúng có thể được sử dụng ở lượng sao cho tổng nồng độ của các ion kiềm (C) được cấp từ các hợp chất này nằm trong khoảng nêu trên.

Nồng độ của ion kiềm (C) chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt thường là từ 0,43 đến 8,70 mol/kg, tốt hơn là từ 0,43 đến 6,52 mol/kg, và tốt hơn nữa là từ 0,43 đến 3,48 mol/kg, được thể hiện ở đơn vị là mol/kg.

Đối với nồng độ của ion kim loại kiềm (C1), giá trị được xác định bởi máy quang phổ phát xạ ICP (iCAP phiên bản 6000; được sản xuất bởi Thermo Fisher Scientific K. K.) được sử dụng.

Đối với nồng độ của ion amoni (C2), giá trị được đo bởi sắc ký ion (IC-2001; được sản xuất bởi Tosoh Corporation) được sử dụng. Nồng độ đo được bởi sắc ký ion này là nồng độ của ion amoni (C2) mà ở đó hợp chất amoni (c2) được phân ly hoàn toàn.

Ion đồng (D) làm thành phần thứ năm

Chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế chứa (D) ion đồng (ở đây được gọi là ion đồng (D)). Ion đồng (D) đóng vai trò phụ trong việc tạo thành màng hóa học bởi chất liên kết azol silan.

Ion đồng (D) được bổ sung vào và được sử dụng trong chất lỏng xử lý bề mặt ở dạng hợp chất (hoặc chất phụ gia) (ở đây được gọi là hợp chất đồng (d)) có khả năng tạo ra ion đồng (D) trong chất lỏng xử lý bề mặt (ví dụ, nước). Hợp chất đồng (d) là nguồn cấp của ion đồng (D).

Các ví dụ về hợp chất đồng (d) bao gồm đồng sulfat (và hydrat của chúng (đặc biệt là pentahydrat)), đồng format (và hydrat của chúng (đặc biệt là tetrahydrat)), đồng nitrat, đồng clorua, đồng axetat, đồng hydroxit, đồng oxit, đồng sunfua, đồng carbonat, đồng bromua, đồng phosphat, và đồng benzoat. Từ quan điểm độ hòa tan của hợp chất đồng (d), đồng sulfat, đồng format, đồng nitrat, và đồng axetat là ưu tiên.

Muối đồng của axit hữu cơ (ví dụ, đồng format và đồng axetat) cũng có thể sử dụng làm nguồn cấp của ion axit hữu cơ (A) nêu trên.

Muối đồng của axit vô cơ (ví dụ, đồng sulfat và đồng nitrat) cũng có thể sử dụng làm nguồn cấp của ion axit vô cơ (B) nêu trên.

Nồng độ của ion đồng (D) trong chất lỏng xử lý bề mặt thường là từ 0,0001 đến 1,00% theo trọng lượng so với tổng lượng chất lỏng xử lý bề mặt. Nồng độ của ion đồng (D) trong chất lỏng xử lý bề mặt tốt hơn là từ 0,001 đến 0,200% theo trọng lượng, và tốt

hơn nữa là từ 0,008 đến 0,100% theo trọng lượng so với tổng lượng chất lỏng xử lý bề mặt từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng. Nồng độ của ion đồng (D) tốt hơn là từ 0,012 đến 0,060% theo trọng lượng, và tốt hơn nữa là từ 0,012 đến 0,040% theo trọng lượng so với tổng lượng chất lỏng xử lý bề mặt từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng và ngăn sự vẩn đục của chất lỏng xử lý bề mặt. Khi chất lỏng xử lý bề mặt không chứa ion đồng (D), đặc tính tạo màng bị suy giảm. Hợp chất đồng (d) có thể được sử dụng một mình hoặc kết hợp của hai hoặc nhiều hơn. Khi hợp chất đồng (d) được sử dụng một mình, hợp chất đồng (d) có thể được sử dụng ở lượng sao cho nồng độ của ion đồng (D) được cấp từ hợp chất đồng (d) nằm trong khoảng nêu trên. Khi hai hoặc nhiều các hợp chất đồng (d) được sử dụng kết hợp, các hợp chất đồng (d) có thể được sử dụng ở lượng sao cho tổng nồng độ của các ion đồng (D) được cấp từ các hợp chất đồng (d) nằm trong khoảng nêu trên.

Nồng độ của ion đồng (D) chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt thường là từ 0,00002 đến 0,16 mol/kg, tốt hơn là từ 0,0002 đến 0,031 mol/kg, và tốt hơn nữa là từ 0,0013 đến 0,016 mol/kg, được thể hiện ở đơn vị là mol/kg.

Đối với nồng độ của ion đồng (D), giá trị được xác định bởi máy quang phổ phát xạ ICP (iCAP phiên bản 6000; được sản xuất bởi Thermo Fisher Scientific K. K.) được sử dụng.

#### Các thành phần khác

Chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế có thể còn chứa các thành phần khác mà không được phân loại vào chất liên kết azol silan, hợp chất axit hữu cơ (a), hợp chất axit vô cơ (b), hợp chất kim loại kiềm (c1), hợp chất amoni (c2), và hợp chất đồng (d) nêu trên, ví dụ, các thành phần kiềm khác, các dung môi hữu cơ, và các chất kết hợp silan khác.

Các ví dụ về các thành phần kiềm khác bao gồm các amin như metylamin, dimetylamin, trimetylamin, etylamin, dietylamín, trietylamin, propylamin,

isopropylamin, butylamin, pentylamin, hexylamin, heptylamin, octylamin, nonylamin, allylamin, etylendiamin, dietylentriamin, trietylentetramin, monoetanolamin, dietanolamin, trietanolamin, monopropanolamin, dipropanolamin, tripropanolamin, monoisopropanolamin, diisopropanolamin, triisopropanolamin, 1-amino-2-propanol, 3-amino-1-propanol, 2-amino-1-propanol, N,N-dimetyletanolamin, xyclohexylamin, anilin, pyrrolidin, piperidin, piperazin, và pyridin. Các thành phần kiềm này có thể được sử dụng một mình hoặc kết hợp của hai hoặc nhiều hơn.

Các ví dụ về dung môi hữu cơ bao gồm metanol, etanol, 1-propanol, 2-propanol, butanol, tert-butyl alcohol, 1-metoxi-2-propanol, 1-etoxi-2-propanol, 1-butoxi-2-propanol, etylen glycol, propylen glycol, glyxerin, dietylen glycol, trietylen glycol, etylen glycol monometyl ete, etylen glycol dimetyl ete, etylen glycol monoetyl ete, etylen glycol dietyl ete, etylen glycol monobutyl ete, propylen glycol monometyl ete, propylen glycol monoetyl ete, propylen glycol monobutyl ete, dietylen glycol monometyl ete, dietylen glycol dimetyl ete, dietylen glycol monoetyl ete, dietylen glycol dietyl ete, dietylen glycol monobutyl ete, trietylen glycol dimetyl ete, trietylen glycol dietyl ete, tetrahydrofurfuryl alcohol, furfuryl alcohol, axeton, tetrahydrofuran, dioxan, axetonitril, 2-pyrrolidon, formamit, dimetylformamit, dimetylxetamit, dimetylsulfoxit, sulfolan, dimetyl carbonat, etylen carbonat, N-metylpyrrolidon,  $\gamma$ -butyrolacton, và 1,3-dimetyl-2-imidazolidinon. Các dung môi hữu cơ này có thể được sử dụng một mình hoặc kết hợp của hai hoặc nhiều hơn.

Tổng hàm lượng (tổng nồng độ) của thành phần kiềm khác và dung môi hữu cơ tốt hơn là từ 0,1 đến 50% theo trọng lượng so với tổng lượng chất lỏng xử lý bề mặt.

Các ví dụ về chất kết hợp silan khác bao gồm các hợp chất sau đây:

Các hợp chất mercaptosilan như 3-mercaptopropyltrimetoxysilan và 3-mercaptopropylmetyldimetoxysilan;

các hợp chất vinylsilan như vinyltriclosilan, vinyltrimetoxysilan, và vinyltriethoxysilan;

các hợp chất styrylsilan như p-styryltrimetoxysilan;

các hợp chất epoxysilan như 2-(3,4-epoxyxyclohexyl)etyltrimetoxysilan, 3-glycidoxypropyltrimetoxysilan, 3-glycidoxypropylmetyldietoxysilan, và 3-glycidoxypropyltriethoxysilan;

các hợp chất acryloxysilan như 3-acryloxypropyltrimetoxysilan;

các hợp chất methacryloxysilan như methacryloxypropylmetyldietoxysilan, methacryloxypropyltrimetoxysilan, methacryloxypropylmetyldietoxysilan, và methacryloxypropyltriethoxysilan;

các hợp chất aminosilan như N-2-(aminoethyl)-3-aminopropylmetyldietoxysilan, N-2-(aminoethyl)-3-aminopropyltrimetoxysilan, N-2-(aminoethyl)-3-aminopropyltriethoxysilan, 3-aminopropyltrimetoxysilan, 3-aminopropyltriethoxysilan, 3-triethoxysilyl-N-(1,3-dimethyl-butylidene)propylamin, N-phenyl-3-aminopropyltrimetoxysilan, và N-(vinylbenzyl)-2-aminoethyl-3-aminopropyltrimetoxysilan;

các hợp chất ureidosilan như 3-ureidopropyltriethoxysilan;

các hợp chất clopropylsilan như 3-clopropyltrimetoxysilan;

các hợp chất sunfuasilan như bis(triethoxysilylpropyl)tetrakisulfua; và

các hợp chất isoxyanatosilan như 3-isoxyanatopropyltriethoxysilan. Ngoài ra, các chất kết hợp nhôm, chất kết hợp titan, chất kết hợp kẽm, và tương tự cũng có thể là các ví dụ.

Các chất kết hợp silan khác có thể được sử dụng một mình hoặc kết hợp của hai hoặc nhiều hơn.

Độ pH của chất lỏng xử lý bề mặt

Chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế có thể được điều chế thông thường ở độ pH từ 1,0 đến 12,0. Từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng, chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế tốt hơn là có độ pH từ 2,0 đến 6,5, tốt hơn nữa là có độ pH từ 2,5 đến 6,5, còn tốt hơn nữa là có độ pH từ 3,8 đến 6,0, và đặc biệt tốt hơn là có độ pH từ 3,8 đến 5,8,

Độ pH của chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế tốt hơn là từ 3,8 đến 5,2, tốt hơn nữa là từ 4,4 đến 5,2, còn tốt hơn nữa là từ 4,5 đến 5,0, và đặc biệt tốt hơn là từ 4,6 đến 5,0 từ quan điểm cải thiện thêm đặc tính tạo màng và ngăn sự vẩn đục của chất lỏng xử lý bề mặt.

Độ pH của chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế có thể được kiểm soát bằng cách điều chỉnh các loại và hàm lượng của hợp chất axit hữu cơ (a), hợp chất axit vô cơ (b), hợp chất kim loại kiềm (c1), và hợp chất amoni (c2).

[Phương pháp sản xuất chất lỏng xử lý bề mặt kim loại]

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp để sản xuất chất lỏng xử lý bề mặt nêu trên.

Phương pháp để sản xuất chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế khác biệt ở chỗ bao gồm bước kết hợp chất liên kết azol silan, hợp chất axit hữu cơ (a), hợp chất axit vô cơ (b), hợp chất kim loại kiềm (c1) và/hoặc hợp chất amoni (c2), hợp chất đồng (d) (và các thành phần tùy chọn khác), và nước. “Kết hợp” nghĩa là tất cả các thành phần có thể được trộn theo kết hợp bất kỳ miễn là chất lỏng xử lý bề mặt thu được cuối cùng chứa tất cả các thành phần ở nồng độ định trước. Ví dụ, tất cả các thành phần có thể được trộn một lần (phương pháp trộn trong bể), hoặc một vài trong số tất cả các thành phần có thể được trộn trước, và sau đó các thành phần còn lại có thể được trộn thêm (phương pháp trộn phân chia).

Cụ thể, trong phương pháp trộn phân chia, ví dụ, các phương án sau đây được đề cập: trong phần sau đây, chất liên kết azol silan được ký hiệu là “x”, hợp chất axit hữu cơ (a) được ký hiệu là “a”, hợp chất axit vô cơ (b) được ký hiệu là “b”, hợp chất

kim loại kiềm (c1) và hợp chất amoni (c2) được ký hiệu là “c”, hợp chất đồng (d) được ký hiệu là “d”, thành phần còn lại được ký hiệu là “e”, và nước được ký hiệu là “w”.

Phương án 1:

Bước trộn trước p1 là trộn a và w;

bước trộn trước p2 là trộn c và w;

bước trộn trước p3 là trộn hỗn hợp thu được ở bước trộn trước p1, hỗn hợp thu được ở bước trộn trước p2, x, b, d (và tùy chọn là e) và w; và

bước trộn cuối cùng là trộn hỗn hợp thu được ở bước trộn trước p3 và w.

Phương án 2:

Bước trộn trước p1 là trộn a và w;

bước trộn trước p2 là trộn hỗn hợp thu được ở bước trộn trước p1, x, b, d (và tùy chọn là e) và w;

bước trộn trước p3 là trộn c (và tùy chọn là e) và w; và

bước trộn cuối cùng là trộn hỗn hợp thu được ở bước trộn trước p2 và hỗn hợp thu được ở bước trộn trước p3,

Phương án 3:

Bước trộn trước p1 là trộn a và w;

bước trộn trước p2 là trộn c và w;

bước trộn trước p3 là trộn hỗn hợp thu được ở bước trộn trước p1, hỗn hợp thu được ở bước trộn trước p2, x, d (và tùy chọn là e) và w; và

bước trộn cuối cùng là trộn hỗn hợp thu được ở bước trộn trước p3 và b.

Trong phương pháp để sản xuất chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế, khi một thành phần cần được trộn cũng có thể sử dụng làm thành phần còn lại, thao tác trộn (hoặc bước trộn) của thành phần còn lại có thể được bỏ qua miễn là thao tác trộn (hoặc bước trộn) của một thành phần được thực hiện.

Cụ thể là, natri sulfat có thể sử dụng làm cả hợp chất axit vô cơ (b) và hợp chất kim loại kiềm (c1). Do đó, ví dụ, khi natri sulfat được trộn làm hợp chất axit vô cơ (b), thao tác trộn (hoặc bước trộn) của hợp chất kim loại kiềm (c1) có thể được bỏ qua. Ngoài ra, ví dụ, khi natri sulfat được trộn làm hợp chất kim loại kiềm (c1), thao tác trộn (hoặc bước trộn) của hợp chất axit vô cơ (b) có thể được bỏ qua.

Cụ thể hơn là, ví dụ, trong phương án 3 nêu trên, khi natri sulfat được trộn làm “b” ở bước trộn cuối cùng, bước trộn trước p2 là trộn “c” có thể được bỏ qua. Ngoài ra, ví dụ, trong phương án 3 nêu trên, khi natri sulfat được trộn làm “c” ở bước trộn trước p2, bước trộn cuối cùng là trộn “b” có thể được bỏ qua.

Chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế có thể được sản xuất dễ dàng trong thời gian khuấy tương đối ngắn ngay cả ở nhiệt độ phòng từ 10 đến 30°C. Thời gian khuấy thường là từ 10 phút đến 30 phút. Các ví dụ về nước được sử dụng để sản xuất chất lỏng xử lý bề mặt bao gồm nước tinh khiết như nước trao đổi ion, nước cất, và nước tinh chế. [Sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt kim loại (dung dịch nguyên liệu xử lý bề mặt kim loại)]

Sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế là chất lỏng (ví dụ, dung dịch nước) (nghĩa là, chất lỏng trước khi pha loãng) được sử dụng bằng cách pha loãng với nước (ví dụ, chỉ nước), và cụ thể là, là chất lỏng (nghĩa là, chất lỏng trước khi pha loãng) mà từ đó chất lỏng xử lý bề mặt nêu trên thu được bằng cách pha loãng với nước (ví dụ, chỉ nước). Theo sáng chế, sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt cũng được gọi là “dung dịch nguyên liệu xử lý bề mặt”.

Theo một phương án, sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo sáng chế là sản phẩm cô chất lỏng (ví dụ, dung dịch nước được cô) của chất lỏng xử lý bề mặt kim loại chứa chất liên kết azol silan, và còn chứa ion axit hữu cơ (A) (ví dụ, ion focmat), ion axit vô cơ (B) (ví dụ, ion sulfat), ion kiềm (C) (ví dụ, ion natri

và/hoặc ion amoni), và ion đồng (D), và nồng độ nguyên tử silic chứa trong sản phẩm cô chất lỏng nằm trong khoảng từ 0,10 đến 1,00% theo trọng lượng.

Sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo sáng chế là sản phẩm cô chất lỏng để sản xuất chất lỏng xử lý bề mặt kim loại bằng cách pha loãng với nước (ví dụ, chỉ nước). Nồng độ của mỗi trong số các thành phần nêu trên trong sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể miễn là chất lỏng xử lý bề mặt thu được bằng cách pha loãng cuối cùng chứa tất cả các thành phần, và tốt hơn là nồng độ sao cho chất lỏng xử lý bề mặt sau cùng có thể chứa tất cả các thành phần ở nồng độ định trước. Do đó, nồng độ của mỗi trong số các thành phần trong sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế được thiết lập là nồng độ tương đối cao theo tỷ lệ pha loãng được giả định. Tỷ lệ pha loãng là, ví dụ, từ 1,1 đến 10 lần, tốt hơn là từ 1,1 đến 8 lần, và tốt hơn nữa là từ 1,1 đến 5 lần. Tỷ lệ pha loãng được thể hiện bằng giá trị thu được bằng cách chia thể tích chất lỏng xử lý bề mặt thu được sau khi pha loãng cho thể tích sản phẩm cô chất lỏng trước khi pha loãng.

Sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế có độ pH không bị giới hạn cụ thể, và tốt hơn là có độ pH sao cho chất lỏng xử lý bề mặt thu được bằng cách pha loãng với nước (ví dụ, chỉ nước) cuối cùng có độ pH như được mô tả ở trên.

Sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế thường thỏa mãn ít nhất một trong số các yêu cầu sau đây:

Yêu cầu (1): Sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế là chất lỏng (nghĩa là, chất lỏng trước khi pha loãng) trong đó nồng độ nguyên tử silic nằm trong khoảng nồng độ nguyên tử silic trong chất lỏng xử lý bề mặt bằng cách pha loãng với nước nêu trên.

Yêu cầu (2): Sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế là chất lỏng (nghĩa là, chất lỏng trước khi pha loãng) trong đó nồng độ của ion axit hữu cơ

(A) nằm trong khoảng nồng độ của ion axit hữu cơ (A) trong chất lỏng xử lý bề mặt bằng cách pha loãng với nước nêu trên.

Yêu cầu (3): Sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế là chất lỏng (nghĩa là, chất lỏng trước khi pha loãng) trong đó nồng độ của ion axit vô cơ (B) nằm trong khoảng nồng độ của ion axit vô cơ (B) trong chất lỏng xử lý bề mặt bằng cách pha loãng với nước nêu trên.

Yêu cầu (4): Sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế là chất lỏng (nghĩa là, chất lỏng trước khi pha loãng) trong đó nồng độ của ion kiềm (C) nằm trong khoảng nồng độ của ion kiềm (C) trong chất lỏng xử lý bề mặt bằng cách pha loãng với nước nêu trên.

Yêu cầu (5): Sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế là chất lỏng (nghĩa là, chất lỏng trước khi pha loãng) trong đó nồng độ của ion đồng (D) nằm trong khoảng nồng độ của ion đồng (D) trong chất lỏng xử lý bề mặt bằng cách pha loãng với nước nêu trên.

Yêu cầu (6): Sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế là chất lỏng (nghĩa là, chất lỏng trước khi pha loãng) mà có độ pH nằm trong khoảng pH của chất lỏng xử lý bề mặt bằng cách pha loãng với nước nêu trên.

Khi sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế thỏa mãn hai hoặc nhiều trong số các yêu cầu từ (1) đến (6), tốt hơn là tỷ lệ pha loãng với nước được xác định theo mỗi trong số hai hoặc nhiều yêu cầu là tỷ lệ không đổi chung.

Sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế tốt hơn là thỏa mãn ít nhất yêu cầu (1) trong số các yêu cầu nêu trên, tốt hơn nữa là thỏa mãn không chỉ yêu cầu (1) mà còn một hoặc nhiều yêu cầu được chọn từ các yêu cầu (2) đến (6), và còn tốt hơn nữa là thỏa mãn tất cả các yêu cầu.

Nước được sử dụng để pha loãng tốt hơn là nước tinh khiết như nước trao đổi ion, nước cất, và nước tinh chế. Nước được sử dụng để pha loãng có thể là chỉ nước

hoặc nước (ví dụ, dung dịch nước) chứa một hoặc nhiều các hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm chất liên kết azol silan, hợp chất axit hữu cơ (a) (ví dụ, hợp chất có khả năng tạo ra ion focmat), hợp chất axit vô cơ (b) (ví dụ, hợp chất có khả năng tạo ra ion sulfat), hợp chất kim loại kiềm (c1) (ví dụ, hợp chất có khả năng tạo ra ion natri), hợp chất amoni (c2) (ví dụ, hợp chất có khả năng tạo ra ion amoni) và hợp chất đồng (d) (hợp chất có khả năng tạo ra ion đồng) (và các thành phần tùy chọn khác). Khi nước được sử dụng để pha loãng chứa một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm chất liên kết azol silan, hợp chất axit hữu cơ (a), hợp chất axit vô cơ (b), hợp chất kim loại kiềm (c1), hợp chất amoni (c2), và hợp chất đồng (d) (và các thành phần tùy chọn khác), nồng độ của hợp chất trong nước được sử dụng để pha loãng không bị giới hạn cụ thể miễn là chất lỏng xử lý bề mặt thu được cuối cùng chứa tất cả các thành phần, và nồng độ tốt hơn là nồng độ sao cho chất lỏng xử lý bề mặt cuối cùng có thể chứa tất cả các thành phần ở nồng độ định trước.

[Bộ chất lỏng xử lý bề mặt kim loại]

Sáng chế cũng đề xuất bộ chất lỏng xử lý bề mặt kim loại.

Bộ chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo sáng chế bao gồm chất lỏng thứ nhất và chất lỏng thứ hai. Chất lỏng thứ nhất và chất lỏng thứ hai được kết hợp và được phân phối trên thị trường, ví dụ, trong khi được bảo quản trong các đồ chứa riêng biệt. “Chất lỏng thứ nhất và chất lỏng thứ hai được kết hợp và được phân phối trên thị trường” bao gồm không chỉ trường hợp trong đó chất lỏng thứ nhất và chất lỏng thứ hai được bán toàn bộ trên thị trường, như trường hợp trong đó chất lỏng thứ nhất và chất lỏng thứ hai được bán là một bộ, mà còn là trường hợp trong đó chất lỏng thứ nhất và chất lỏng thứ hai được phân phối riêng biệt nhưng được đề xuất để được sử dụng kết hợp với nhau bởi hướng dẫn sử dụng hoặc tương tự. Chất lỏng thứ nhất và chất lỏng thứ hai được trộn với nhau để sản xuất chất lỏng xử lý bề mặt kim loại nêu trên. Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại là chất lỏng xử lý bề mặt kim loại chứa chất liên kết azol silan, ion axit hữu cơ

(A) (ví dụ, ion focmat), ion axit vô cơ (B) (ví dụ, ion sulfat), ion kiềm (C) (ví dụ, ion natri và/hoặc ion amoni), và ion đồng (D).

Theo một phương án của bộ chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo sáng chế, chất liên kết azol silan được chứa trong chất lỏng thứ nhất, và ví dụ, nồng độ nguyên tử silic chứa trong chất lỏng thứ nhất nằm trong khoảng từ 0,033 đến 1,00% theo trọng lượng. Ion axit hữu cơ (A) (ví dụ, ion focmat), ion axit vô cơ (B) (ví dụ, ion sulfat), ion kiềm (C) (ví dụ, ion natri và/hoặc ion amoni), và ion đồng (D) mỗi loại độc lập được chứa trong chất lỏng thứ nhất và/hoặc chất lỏng thứ hai. Cụ thể là, ion axit hữu cơ (A) (ví dụ, ion focmat), ion axit vô cơ (B) (ví dụ, ion sulfat), ion kiềm (C) (ví dụ, ion natri và/hoặc ion amoni), và ion đồng (D) mỗi loại có thể độc lập được chứa trong một hoặc cả hai chất lỏng thứ nhất và chất lỏng thứ hai.

Chất lỏng thứ nhất và chất lỏng thứ hai thường là dung dịch nước. Nồng độ của mỗi trong số các thành phần nêu trên trong chất lỏng thứ nhất và chất lỏng thứ hai không bị giới hạn cụ thể miễn là chất lỏng xử lý bề mặt thu được bằng cách trộn thông thường cuối cùng chứa tất cả các thành phần, và tốt hơn là nồng độ sao cho chất lỏng xử lý bề mặt cuối cùng có thể chứa tất cả các thành phần ở nồng độ định trước.

Theo phương án khác, chất lỏng thứ hai trong phương án nêu trên có thể có dạng (nghĩa là, dạng không chứa nước) của chất (sản phẩm khô (nghĩa là, chất rắn) hoặc chất lỏng) một mình làm nguồn cấp của mỗi thành phần cần được chứa trong chất lỏng thứ hai. Phương án khác này có thể là tương tự với phương án nêu trên ngoại trừ là chất lỏng thứ hai không chứa nước, và theo đó, chất lỏng thứ nhất còn chứa nước mà không còn chứa trong chất lỏng thứ hai nữa, hoặc bộ chất lỏng xử lý bề mặt còn chứa nước mà không chứa trong chất lỏng thứ hai nữa làm chất lỏng thứ ba.

[Phương pháp xử lý bề mặt sử dụng chất lỏng xử lý bề mặt]

Phương pháp xử lý bề mặt kim loại sử dụng chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể miễn là chất lỏng xử lý bề mặt và bề mặt của kim loại có

thể được làm cho tiếp xúc với nhau. Đối với phương pháp làm chất lỏng xử lý bề mặt tiếp xúc với bề mặt của kim loại, ví dụ, phương pháp phun, phương pháp nhúng, phương pháp phủ, hoặc tương tự có thể được chấp nhận.

Thời gian (thời gian xử lý) để làm cho chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế tiếp xúc với bề mặt của kim loại có thể được xác định thích hợp theo độ dày màng mong muốn. Do chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế có tốc độ tạo màng đủ cao, nên màng hóa học dày hơn có thể được tạo ra trong thời gian định trước.

Tốc độ tạo màng phụ thuộc lớn vào các yếu tố như loại và hàm lượng (ví dụ, nồng độ của nguyên tử silic) của chất liên kết azol silan trong chất lỏng xử lý bề mặt, nhiệt độ của chất lỏng xử lý bề mặt, và thời gian xử lý, và do đó không thể được xác định theo cách chung, nhưng ví dụ, khi cùng loại chất liên kết azol silan được sử dụng, độ dày màng của màng hóa học tăng lên khi nồng độ của chất liên kết azol silan tăng lên.

Ví dụ, ngay cả khi chất liên kết azol silan AS-1 sẽ được mô tả sau được sử dụng và nồng độ nguyên tử silic trong chất lỏng xử lý bề mặt (30°C) là thấp bằng 0,037 đến 0,046% theo trọng lượng, màng hóa học có độ dày màng là 98 nm hoặc lớn hơn (đặc biệt là 100 nm hoặc lớn hơn) bởi AS-1 có thể được tạo ra bằng cách xử lý nhúng trong 60 giây.

Ngoài ra, ví dụ, ngay cả khi chất liên kết azol silan AS-1 sẽ được mô tả sau được sử dụng và nồng độ nguyên tử silic trong chất lỏng xử lý bề mặt (30°C) là thấp bằng 0,056 đến 0,074% theo trọng lượng, màng hóa học có độ dày màng là 118 nm hoặc lớn hơn bởi AS-1 có thể được tạo ra bằng cách xử lý nhúng trong 60 giây.

Ngoài ra, ví dụ, ngay cả khi chất liên kết azol silan AS-2 sẽ được mô tả sau được sử dụng và nồng độ nguyên tử silic trong chất lỏng xử lý bề mặt (30°C) là thấp bằng 0,046% theo trọng lượng, màng hóa học có độ dày màng là 241 nm hoặc lớn hơn bởi AS-2 có thể được tạo ra bằng cách xử lý nhúng trong 60 giây.

Ngoài ra, ví dụ, ngay cả khi chất liên kết azol silan AS-3 sẽ được mô tả sau được sử dụng và nồng độ nguyên tử silic trong chất lỏng xử lý bề mặt (30°C) là thấp bằng 0,046% theo trọng lượng, màng hóa học có độ dày màng là 185 nm hoặc lớn hơn bởi AS-3 có thể được tạo ra bằng cách xử lý nhúng trong 60 giây.

Ngoài ra, ví dụ, ngay cả khi chất liên kết azol silan AS-4 sẽ được mô tả sau được sử dụng và nồng độ nguyên tử silic trong chất lỏng xử lý bề mặt (30°C) là thấp bằng 0,047% theo trọng lượng, màng hóa học có độ dày màng là 212 nm hoặc lớn hơn bởi AS-4 có thể được tạo ra bằng cách xử lý nhúng trong 60 giây.

Ngoài ra, ví dụ, ngay cả khi chất liên kết azol silan AS-5 sẽ được mô tả sau được sử dụng và nồng độ nguyên tử silic trong chất lỏng xử lý bề mặt (30°C) là thấp bằng 0,046% theo trọng lượng, màng hóa học có độ dày màng là 32 nm hoặc lớn hơn bởi AS-5 có thể được tạo ra bằng cách xử lý nhúng trong 60 giây.

Ngoài ra, ví dụ, ngay cả khi chất liên kết azol silan AS-6 sẽ được mô tả sau được sử dụng và nồng độ nguyên tử silic trong chất lỏng xử lý bề mặt (30°C) là thấp bằng 0,046% theo trọng lượng, màng hóa học có độ dày màng là 58 nm hoặc lớn hơn bởi AS-6 có thể được tạo ra bằng cách xử lý nhúng trong 60 giây.

Ngoài ra, ví dụ, ngay cả khi chất liên kết azol silan AS -7 được mô tả sau được sử dụng và nồng độ nguyên tử silic trong chất lỏng xử lý bề mặt (30°C) là thấp bằng 0,047% theo trọng lượng, màng hóa học có độ dày màng là 286 nm hoặc lớn hơn có thể được tạo ra bởi AS -7 bằng cách xử lý nhúng trong 60 giây.

Ngoài ra, ví dụ, ngay cả khi chất liên kết azol silan AS -8 được mô tả sau được sử dụng và nồng độ nguyên tử silic trong chất lỏng xử lý bề mặt (30°C) là thấp bằng 0,046% theo trọng lượng, màng hóa học có độ dày màng là 98 nm hoặc lớn hơn có thể được tạo ra bởi AS -8 bằng cách xử lý nhúng trong 60 giây.

Thời gian (thời gian xử lý) để làm cho chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế tiếp xúc với bề mặt của kim loại không bị giới hạn cụ thể, và tốt hơn là từ 1 giây đến 10 phút,

và tốt hơn nữa là từ 5 giây đến 3 phút. Khi thời gian xử lý là 1 giây hoặc lớn hơn, màng hóa học có thể được tạo ra đầy đủ trên bề mặt kim loại. Kết quả là, khi lớp nhựa (ví dụ, lớp nhựa cách điện) được tạo ra trên bề mặt của màng hóa học, lực bám dính đủ cao giữa kim loại và lớp nhựa có thể thu được. Ngay cả khi thời gian xử lý lâu hơn 10 phút, thì cũng không có sự khác biệt lớn về độ dày màng là màng hóa học, dẫn đến không đạt được kỳ vọng gia tăng lực bám dính. Do đó, tốt hơn là việc xử lý được thực hiện trong 10 phút hoặc nhỏ hơn từ quan điểm hiệu suất.

Nhiệt độ của chất lỏng xử lý bề mặt khi chất lỏng xử lý bề mặt được làm tiếp xúc với bề mặt của kim loại không bị giới hạn cụ thể, và tốt hơn là từ 5 đến 50°C. Tuy nhiên, nhiệt độ có thể được thiết lập trong quan hệ giữa thời gian xử lý và độ dày màng mong muốn.

Sau khi chất lỏng xử lý bề mặt được làm tiếp xúc với bề mặt của kim loại, bề mặt của kim loại được rửa bằng nước nếu cần thiết, và tốt hơn là sau đó được làm khô. Tốt hơn là việc làm khô được thực hiện ở nhiệt độ phòng (ví dụ, 20°C) đến 150°C, tốt hơn là ở nhiệt độ từ 60 đến 120°C, trong khoảng thời gian từ 1 giây đến 10 phút, tốt hơn là từ 10 giây đến 3 phút. Ngoài ra, nước được sử dụng cho việc rửa bằng nước tốt hơn là nước tinh khiết như nước trao đổi ion, nước cất, và nước tinh chế. Phương pháp và thời gian rửa bằng nước không bị giới hạn cụ thể, và việc rửa bằng nước có thể được thực hiện bằng phương pháp như phương pháp phun hoặc phương pháp nhúng trong thời gian thích hợp.

Theo sáng chế, màng hóa học được làm khô có thể được trải qua xử lý như plasma, laze, chùm ion, ozon, xử lý nhiệt, hoặc độ ẩm để biến đổi bề mặt của màng hóa học. Ngoài ra, việc rửa để loại bỏ nhựa/ion còn sót lại khỏi bề mặt kim loại có thể được thực hiện sử dụng phương pháp xử lý như đánh bóng cơ học, chùm ion, laze, plasma bằng đá bọt và bàn chải, hoặc phương pháp khoan.

Trước khi chất lỏng xử lý bề mặt được làm tiếp xúc với bề mặt của kim loại, dung dịch nước chứa ion đồng có thể được làm tiếp xúc với bề mặt của kim loại. Dung dịch nước chứa ion đồng có chức năng làm cho độ dày của lớp phủ biến đổi được tạo ra trên bề mặt của đồng đồng nhất. Nguồn ion đồng trong dung dịch nước chứa ion đồng không bị giới hạn cụ thể miễn là nó là muối đồng được hòa tan trong nước, và các ví dụ của chúng bao gồm các muối đồng như đồng sulfat, đồng nitrat, đồng clorua, đồng format, và đồng axetat. Để hòa tan muối đồng trong nước, amoniac, axit clohydric, hoặc tương tự có thể được bổ sung.

Trước và/hoặc sau khi chất lỏng xử lý bề mặt được làm tiếp xúc với bề mặt của kim loại, dung dịch nước có tính axit hoặc kiềm có thể được làm tiếp xúc với bề mặt của kim loại. Dung dịch nước có tính axit hoặc kiềm này cũng có chức năng làm cho độ dày của lớp phủ biến đổi được tạo ra trên bề mặt của đồng đồng nhất, tương tự với dung dịch nước chứa ion đồng. Dung dịch nước có tính axit và dung dịch nước có tính kiềm không bị giới hạn cụ thể. Các ví dụ về dung dịch nước có tính axit bao gồm dung dịch nước chứa axit vô cơ như axit sulfuric, axit nitric, hoặc axit clohydric, và dung dịch nước chứa axit hữu cơ như axit formic, axit axetic, axit lactic, axit glycolic, hoặc axit amin. Các ví dụ về dung dịch nước có tính kiềm bao gồm dung dịch nước chứa hydroxit kim loại kiềm như natri hydroxit hoặc kali hydroxit, hoặc amin như amoniac, etanolamin, monopropanolamin, hoặc tetrametylamoni hydroxit.

Nhờ việc xử lý như được mô tả ở trên, màng hóa học thu được từ chất liên kết azol silan có thể được tạo ra trên bề mặt của kim loại, và nhờ đó có thể làm tăng cường độ dính giữa lớp nhựa được tạo ra trên màng hóa học và kim loại. Ngoài ra, việc oxy hóa của kim loại có thể được ngăn do có sự bảo vệ của màng hóa học. Do đó, trong bảng mạch in chứa lớp dây dẫn kim loại và lớp nhựa cách điện, hoặc tương tự, độ dính giữa lớp dây dẫn kim loại (mạch kim loại) và lớp nhựa cách điện (vật liệu nhựa) có thể được

tăng cường mà không thực hiện cụ thể xử lý độ nhám, và việc tạo thành oxit kim loại có thể được giảm xuống.

Các ví dụ về kim loại cần được xử lý bởi chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế bao gồm đồng, nhôm, titan, niken, thiếc, sắt, bạc, vàng, và hợp kim của chúng. Đối với các ví dụ cụ thể về hợp kim, hợp kim đồng không bị giới hạn cụ thể miễn là nó là hợp kim chứa đồng, và các ví dụ của chúng bao gồm các hợp kim gốc Cu-Ag, gốc Cu-Te, gốc Cu-Mg, gốc Cu-Sn, gốc Cu-Si, gốc Cu-Mn, gốc Cu-Be-Co, gốc Cu-Ti, gốc Cu-Ni-Si, gốc Cu-Zn-Ni, gốc Cu-Cr, gốc Cu-Zr, gốc Cu-Fe, gốc Cu-Al, gốc Cu-Zn, và gốc Cu-Co. Các ví dụ về các hợp kim khác bao gồm hợp kim nhôm (hợp kim Al-Si), hợp kim niken (hợp kim Ni-Cr), và hợp kim sắt (hợp kim Fe-Ni, thép không gỉ, hoặc thép). Đối với các kim loại này, đồng và hợp kim đồng là ưu tiên.

Các ví dụ về vật liệu nhựa cấu thành lớp nhựa được tạo ra trên màng hóa học bao gồm nylon, nhựa acrylat, nhựa epoxy, nhựa polybenzoxazol, nhựa silic, nhựa polyimide, nhựa bismaleimide, nhựa maleimide, nhựa xyanat, nhựa polyphenylene ete, nhựa polyphenylene oxide, nhựa polybutadien, nhựa olefin, nhựa chứa flo, nhựa polyeteimide, nhựa polyete ete keton, và nhựa tinh thể lỏng. Vật liệu nhựa có thể là kết hợp của các vật liệu nhựa này bằng cách trộn hoặc biến đổi với nhau. Đối với các vật liệu nhựa này, nhựa polyphenylene ete, nhựa polyphenylene oxide, nhựa tinh thể lỏng, nhựa acrylat, nhựa epoxy, nhựa olefin, nhựa polybenzoxazol, nhựa silic, và nhựa polyimide là ưu tiên.

#### Phương pháp liên kết

Phương pháp liên kết kim loại và vật liệu nhựa không bị giới hạn cụ thể miễn là chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế được sử dụng, và có thể được thực hiện, ví dụ, bằng phương pháp sau đây. Chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế được làm tiếp xúc với bề mặt của kim loại để tạo thành màng hóa học trên bề mặt của kim loại, và sau đó lớp nhựa (ví dụ, vật liệu nền) làm từ vật liệu nhựa được tạo ra trên bề mặt của kim loại thông qua màng hóa học. Phương pháp để tạo thành lớp nhựa không bị giới hạn cụ thể miễn

là lớp nhựa làm từ vật liệu nhựa được tạo ra trên một phần hoặc toàn bộ màng hóa học, và các ví dụ của chúng bao gồm phương pháp gắn hoặc liên kết áp suất vật liệu nhựa, phương pháp liên kết vật liệu nhựa bằng chất dính hoặc tấm (màng) dính, và phương pháp kết hợp các phương pháp này.

Phương pháp sản xuất bảng mạch in

Sáng chế cũng đề xuất phương pháp sản xuất bảng mạch in sử dụng phương pháp liên kết này. Nghĩa là, phương pháp sản xuất bảng mạch in theo sáng chế bao gồm bước làm cho chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế tiếp xúc với bề mặt của mạch kim loại của bảng mạch in để tạo thành màng hóa học. Mạch kim loại của bảng mạch in là kim loại (nghĩa là, dây dẫn) cấu thành mạch trong bảng mạch in.

Nhờ việc tạo ra màng hóa học trên bề mặt của kim loại sử dụng chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế, độ dính vào vật liệu nhựa có thể được tăng cường, và do đó, màng hóa học có thể được sử dụng thích hợp cho các bộ phận điện và điện tử khác nhau trong đó kim loại và vật liệu nhựa được kết hợp, và các thiết bị điện bao gồm bảng mạch in và tương tự.

Theo sáng chế, chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế có thể được sử dụng thích hợp với vật liệu nền đặc biệt được tạo ra từ đồng hoặc hợp kim đồng. Chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế là thích hợp, ví dụ, cho việc xử lý bề mặt của đồng hoặc hợp kim đồng để làm tăng cường độ dính (đặc tính dính) giữa mạch đồng (lớp dây dẫn đồng) và lớp bảo vệ hàn hoặc tấm sẵn (lớp nhựa cách điện), và độ dính giữa lớp dây dẫn đồng và lớp nhựa cách điện có thể được tăng cường trong bảng mạch in có lớp nhựa cách điện tiếp xúc với lớp dây dẫn đồng.

Cụ thể là, bảng mạch in có thể được sản xuất bằng cách làm cho chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế tiếp xúc với bề mặt của lớp dây dẫn đồng, sau đó rửa bằng nước nếu cần thiết, tiếp theo làm khô, và sau đó tạo ra lớp nhựa cách điện trên bề mặt của lớp dây dẫn đồng.

Phương pháp tiếp xúc là như được mô tả ở trên, và việc nhúng lớp dây dẫn đồng trong chất lỏng xử lý bề mặt, phun chất lỏng xử lý lên lớp dây dẫn đồng, hoặc tương tự được ưu tiên do đơn giản và tin cậy.

Phương pháp rửa bằng nước cũng không bị giới hạn cụ thể, và việc nhúng lớp dây dẫn đồng trong nước rửa hoặc phun nước rửa lên bề mặt của lớp dây dẫn đồng được ưu tiên do đơn giản và tin cậy.

Đối với việc tạo thành lớp nhựa cách điện, phương pháp đã biết, ví dụ, phương pháp gắn vật liệu nhựa được bán lưu hóa, phương pháp gắn vật liệu nhựa lỏng chứa dung môi, hoặc tương tự có thể được chấp nhận.

Tiếp theo, lỗ xuyên được tạo ra để dẫn các dây dẫn bên trên và bên dưới. Bằng cách lặp lại quy trình này, bảng mạch in nhiều lớp có thể được sản xuất.

Lớp dây dẫn đồng có thể được sản xuất bằng phương pháp như phương pháp mạ không điện, phương pháp mạ điện phân, phương pháp lắng đọng hơi, phương pháp phun kim loại, hoặc phương pháp nạm, hoặc có thể chứa lỗ xuyên bên trong, lỗ xuyên, cực nổi, hoặc tương tự.

“Đồng ” theo sáng chế được sử dụng trong các ứng dụng và tạo ra, như lá (lá đồng điện phân, lá đồng được cán, lá đồng gắn nhựa, lá đồng điện phân siêu mỏng, lá đồng không điện, lá đồng được phun kim loại, hoặc lá đồng mỏng), lớp mạ (lớp mạ đồng không điện hoặc lớp mạ đồng điện phân), lớp mỏng được tạo ra bởi phương pháp lắng đọng hơi, phương pháp phun kim loại, phương pháp nạm, hoặc tương tự, hạt, kim, sợi, dây dẫn, thanh, ống, hoặc tấm, mà được sử dụng trong các thiết bị điện tử như bảng mạch in và khung dây dẫn, đồ trang trí, hoặc vật liệu xây dựng. Trong trường hợp lớp dây dẫn đồng có tín hiệu điện tần số cao chạy qua, tốt hơn là bề mặt của đồng là bề mặt nhẵn có độ nhám trung bình là 0,1  $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn. Bề mặt của đồng có thể được mạ với niken, kẽm, crom, thiếc, hoặc tương tự như là bước tiền xử lý.

Lá đồng điện phân siêu mỏng để được xử lý với chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế là lá đồng điện phân siêu mỏng sẽ được sử dụng trong bảng mạch in thu được bằng phương pháp bao gồm bước tạo ra mạch nhờ bất kỳ trong số phương pháp bán cộng dồn, phương pháp trừ, phương pháp cộng một phần, phương pháp bán cộng dồn được biến đổi, phương pháp bán cộng dồn được biến đổi được cải tiến, và phương pháp bán cộng dồn lớp lót. Lá đồng điện phân siêu mỏng có thể bao gồm vật mang lá đồng, lớp tách ra được dát mỏng trên vật mang lá đồng, và lớp đồng siêu mỏng được dát mỏng trên lớp tách ra. Bề mặt đồng có thể được trải qua ít nhất một lần tiền xử lý được chọn từ nhóm bao gồm xử lý tẩy gỉ, xử lý độ nhám, xử lý chống nhiệt, xử lý chống gỉ, và xử lý biến đổi hóa học.

Các ví dụ ứng dụng khác của chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo sáng chế được thể hiện dưới đây.

Ví dụ, theo ví dụ ứng dụng trong miếng bán dẫn, chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo sáng chế là thích hợp cho việc xử lý bề mặt của mạch bán dẫn để làm tăng cường độ dính (đặc tính dính) giữa mạch bán dẫn được tạo ra trên miếng bán dẫn và lớp bảo vệ (ví dụ, lớp bảo vệ cách điện như loại dương nhạy quang, loại âm nhạy quang, hoặc lớp phủ đệm không nhạy quang hoặc lớp bảo vệ va đập).

Ngoài ra, ví dụ, chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo sáng chế là thích hợp cho việc xử lý bề mặt của lớp dây dẫn mạch đồng để làm tăng cường độ dính (đặc tính dính) giữa lớp dây dẫn mạch đồng và vật liệu cách điện trong đế bó sợi (WL-CSP hoặc FO-WLP) hoặc đế xen giữa 2,5 chiều (2,5D) để tạo thành lớp dây dẫn trên miếng bán dẫn.

Ngoài ra, ví dụ, theo ví dụ ứng dụng trong khung dây dẫn ở thời điểm lắp liên kết dây dẫn, chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo sáng chế là thích hợp cho việc xử lý bề mặt của khung dây dẫn để làm tăng cường độ dính (đặc tính dính) với nhựa bịt kín hoặc chất dính ở thời điểm lắp chip bán dẫn ở bề mặt kim loại trong bước tạo ra khung dây dẫn hoặc ở bề mặt kim loại khung có chip bán dẫn được lắp trên đó (trước và sau

các bước liên kết khuôn và tiền xử lý nhiệt), bề mặt kim loại khung được lắp bằng cách liên kết dây dẫn, hoặc bề mặt kim loại khung ở bước trước khi bịt kín bằng nhựa (trước và sau bước đúc khuôn nhựa và xử lý nhiệt).

Ngoài ra, ví dụ, theo ví dụ ứng dụng trong khung dây dẫn ở thời điểm lắp chip lật, chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo sáng chế là thích hợp cho việc xử lý bề mặt của khung dây dẫn để làm tăng cường độ dính (đặc tính dính) vào nhựa bịt kín hoặc chất dính ở thời điểm lắp chip bán dẫn ở bề mặt kim loại trong bước tạo ra khung dây dẫn hoặc ở bề mặt kim loại khung dây dẫn có vật liệu liên kết (hợp kim hàn, lớp mạ Au, lớp mạ Sn, v.v.) được đặt tạm thời trên đó, bề mặt kim loại khung có chip bán dẫn được lắp trên đó (trước và sau các bước căn chỉnh, lắp chip, và xử lý nhiệt), bề mặt kim loại khung dây dẫn được hóa cứng (trước và sau các bước hồi lưu nhiệt, liên kết nén nhiệt, siêu âm, plasma, và bước khác), hoặc bề mặt kim loại khung dây dẫn ở bước trước bước bịt kín bằng nhựa.

Ngoài ra, ví dụ, theo ví dụ ứng dụng trong đế dây dẫn mịn trong đó công nghệ tích hợp để bố trí sát các chip bán dẫn được tăng cường, chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo sáng chế cũng thích hợp cho việc xử lý bề mặt của mạch lớp dây dẫn đồng để làm tăng cường độ dính (đặc tính dính) giữa lớp dây dẫn mạch đồng và vật liệu cách điện trong đế hữu cơ 2,1 chiều (2,1D) hoặc đế thủy tinh, đế lắp sẵn trong bộ phận (đế EPS) trong đó chất bán dẫn được đặt trong đế, và đế không lỗi.

Ngoài ra, ví dụ, chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo sáng chế là thích hợp cho việc xử lý bề mặt của mạch lớp dây dẫn đồng để làm tăng độ dính (đặc tính dính) giữa lớp dây dẫn mạch đồng và vật liệu cách điện trong trường hợp trong đó dây dẫn mẫu được lắp sẵn, các lớp bên trên và bên dưới được trải qua xử lý laser, và việc mạ làm đầy được thực hiện, hoặc trong trường hợp các trụ đồng được tạo ra bằng cách mạ được sử dụng để dẫn điện giữa các lớp trên và dưới, và đế được nhúng mạch (ETS) sử dụng MIS mà sử dụng khuôn nhựa được sử dụng cho lớp cách điện.

**Ví dụ thực hiện sáng chế**

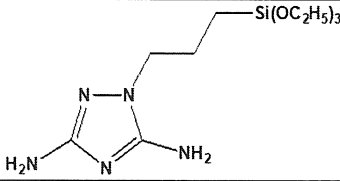
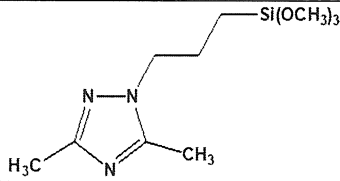
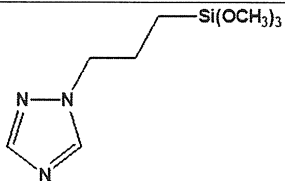
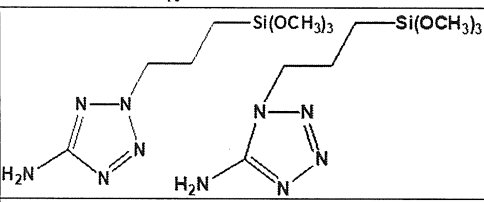
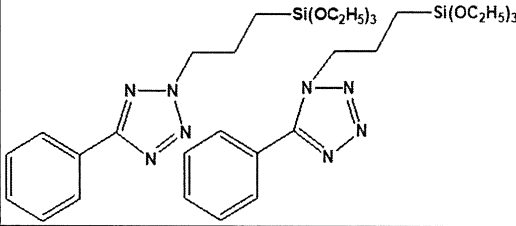
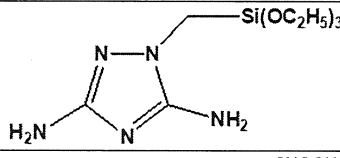
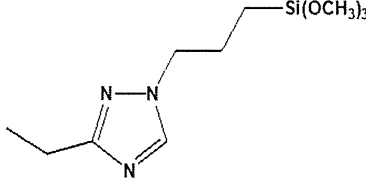
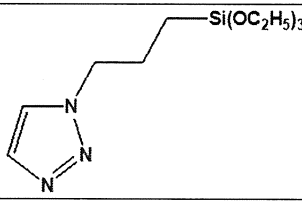
Trong phần sau đây, sáng chế sẽ được mô tả cụ thể dựa vào các ví dụ và các ví dụ so sánh, tuy nhiên sáng chế không bị giới hạn ở đây.

[Các vật liệu được sử dụng]

•**Chất liên kết azol silan:**

Các chất liên kết azol silan từ AS-1 đến AS-8 sau đây được sử dụng.

[Bảng 1]

| Chất liên kết azol silan | Công thức cấu trúc                                                                  | Tên                                                                                                                                   |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AS-1                     |    | 3,5-Diamino-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol                                                                                |
| AS-2                     |    | 3,5-Dimetyl-1-[3-(trimethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol                                                                               |
| AS-3                     |    | 1-[3-(Trimethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol                                                                                           |
| AS-4                     |   | 5-Amino-1-[3-(trimethoxysilyl)propyl]-1H-tetrazol<br>5-Amino-2-[3-(trimethoxysilyl)propyl]-2H-tetrazol<br>*Hỗn hợp các chất đồng phân |
| AS-5                     |  | 5-Phenyl-1-[3-(triethoxysilyl)propyl]-1H-tetrazol<br>5-Phenyl-2-[3-(triethoxysilyl)propyl]-2H-tetrazol<br>*Hỗn hợp các chất đồng phân |
| AS-6                     |  | 3,5-Diamino-1-[1-(triethoxysilyl)metyl]-1,2,4-triazol                                                                                 |
| AS-7                     |  | 3-Etyl-1-[3-(trimethoxysilyl)propyl]-1,2,4-triazol                                                                                    |
| AS-8                     |  | 1-[3-(Triethoxysilyl)propyl]-1,2,3-triazol                                                                                            |

(Chất liên kết azol silan AS-1)

Chất liên kết azol silan AS-1 được tổng hợp bằng phương pháp tổng hợp sau đây.

Phương pháp tổng hợp được thực hiện theo WO 2018/186476,

Cụ thể là, huyền phù chứa 15,6 g (0,157 mol) 3,5-diamino-1,2,4-triazol và 100 mL N,N-dimetylformamit được khử nước được bổ sung thêm 53,5 g (0,157 mol) dung dịch natri etoxit etanol nồng độ 20% ở nhiệt độ trong phòng, và toàn bộ hỗn hợp được gia nhiệt đến từ 55 đến 60°C và được khuấy trong 20 phút. Sau đó, hỗn hợp được bổ sung thêm 37,9 g (0,157 mol) 3-clopropyltriethoxysilan, sau đó được khuấy ở nhiệt độ 87 đến 90°C trong 6 giờ. Sau khi hỗn hợp phản ứng ở dạng huyền phù được làm lạnh đến 3°C, chất không tan được loại bỏ bằng cách lọc, và dung môi trong chất lọc được chưng cất dưới áp suất giảm, để nhờ đó thu được 42,3 g (0,139 mol, hiệu suất 88,8%) chất nhớt màu nâu.

Dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$  của chất nhớt thu được là như sau.

$^1\text{H-NMR}$  (DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 0,49 (t, 2H), 1,14 (t, 9H), 1,62 (m, 2H), 3,56 (t, 2H), 3,73 (q, 6H), 4,67 (s, 2H), 5,11 (s, 2H).

Từ dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$ , chất nhớt thu được được xác định là hợp chất triazol silan nêu ở đề mục có công thức cấu trúc nêu trên.

(Chất liên kết azol silan AS-2)

Chất liên kết azol silan AS-2 được tổng hợp bằng phương pháp tổng hợp sau đây.

Phương pháp tổng hợp được thực hiện theo WO 2018/186476,

Cụ thể là, dung dịch chứa 10,5 g (0,108 mol) 3,5-dimetyl-1,2,4-triazol và 60 mL N,N-dimetylformamit được khử nước được bổ sung thêm 20,7 g (0,107 mol) dung dịch natri metoxit metanol nồng độ 28% ở nhiệt độ trong phòng, sau đó khuấy trong 20 phút.

Sau đó, hỗn hợp được bổ sung 21,6 g (0,109 mol) 3-clopropyltrimetoxysilan, sau đó khuấy ở nhiệt độ 90 đến 93°C trong 4 giờ. Sau khi hỗn hợp phản ứng ở dạng huyền phù được làm lạnh đến 2°C, chất không tan được loại bỏ bằng cách lọc, sau đó dung môi trong chất lọc được chưng cất dưới áp suất giảm, và lượng nhỏ chất không tan được tạo ra được loại bỏ bằng cách lọc, để nhờ đó thu được 24,6 g (0,095 mol, hiệu suất 87,8%) chất lỏng màu nâu nhạt.

Dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$  của chất lỏng màu hồng nhạt thu được là như sau.

$^1\text{H-NMR}$  (DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 0,54 (t,2H), 1,76 (m,2H), 2,15 (s,3H), 2,31 (s,3H), 3,47 (s,9H), 3,94 (t,2H).

Từ dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$ , chất lỏng màu hồng nhạt thu được được xác định là hợp chất azol silan nêu ở đề mục có công thức cấu trúc nêu trên.

(Chất liên kết azol silan AS-3)

Chất liên kết azol silan AS-3 được tổng hợp bằng phương pháp tổng hợp sau đây.

Phương pháp tổng hợp được thực hiện theo US 2012/0021232 A.

Cụ thể là, dung dịch chứa 14,2 g (0,203 mol) 1H-tetrazol và 80 mL N,N-dimetylformamit được khử nước được bổ sung thêm 39,2 g (0,203 mol) dung dịch natri metoxit metanol nồng độ 28% ở nhiệt độ trong phòng, sau đó khuấy trong 30 phút. Sau đó, hỗn hợp được bổ sung nhỏ giọt 40,3 g (0,203 mol) 3-clopropyltrimetoxysilan trên 30 phút, sau đó khuấy ở nhiệt độ từ 88 đến 91°C trong 4 giờ. Hỗn hợp phản ứng ở dạng huyền phù sau đó được làm lạnh đến 3°C, và chất không tan được loại bỏ bằng cách lọc. Sau đó, các thành phần dễ bay hơi (dung môi, v.v.) được chưng cất dưới áp suất giảm, để nhờ đó thu được 44,2 g (0,190 mol, hiệu suất 93,7%) chất lỏng không màu.

Dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$  của chất lỏng không màu thu được là như sau.

$^1\text{H-NMR}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ )  $\delta$ : 0,57 (t, 2H,  $J=6\text{Hz}$ ,  $-\text{CH}_2\text{-Si}$ ), 1,96 (m, 2H,  $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-Si}$ ), 3,47 (s, 9H,  $\text{SiOCH}_3$ ), 4,43 (t, 1,1H,  $J=6,8\text{Hz}$ ,  $\text{NCH}_2\text{-}$ ), 4,68 (t, 0,9H,  $J=6,8\text{Hz}$ ,  $\text{NCH}_2\text{-}$ ), 8,96 (s, 0,55H, vòng tetrazol C-H), 9,41 (s, 0,45H, vòng tetrazol C-H).

Từ dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$ , chất lỏng không màu thu được được xác định là hợp chất azol silan nêu ở đề mục có công thức cấu trúc nêu trên.

(Chất liên kết azol silan AS-4)

Chất liên kết azol silan AS-4 được tổng hợp bằng phương pháp tổng hợp sau đây.

Phương pháp tổng hợp được thực hiện theo WO 2019/058773,

Cụ thể là, dung dịch chứa 23,0 g (0,270 mol) 5-amino-1H-tetrazol và 200 mL N,N-dimetylformamit được khử nước được bổ sung thêm 51,9 g (0,270 mol) dung dịch natri metoxit metanol nồng độ 28% ở nhiệt độ trong phòng, sau đó khuấy trong 30 phút. Sau đó, hỗn hợp được bổ sung 53,7 g (0,270 mol) 3-clopropyltrimetoxysilan, sau đó khuấy ở nhiệt độ từ 89 đến 92°C trong 22 giờ. Hỗn hợp phản ứng ở dạng huyền phù được làm lạnh đến 8°C, và chất không tan được loại bỏ bằng cách lọc. Sau đó, các thành phần dễ bay hơi (dung môi, v.v.) được chưng cất dưới áp suất giảm để thu được 100 g sản phẩm cô. Sản phẩm cô được pha loãng với 150 mL isopropyl axetat và được rửa ba lần với 150 mL dung dịch muối bão hòa, và lớp hữu cơ được làm khô bằng magie sulfat. Sau đó, các thành phần dễ bay hơi (dung môi, v.v.) được chưng cất dưới áp suất giảm để thu được 58,3g sản phẩm cô chất lỏng. Sản phẩm cô được rửa hai lần bằng 100 mL hexan, và được cô dưới áp suất giảm, để nhờ đó thu được 54,7 g (0,221 mol, hiệu suất 81,9%) chất rắn dạng sáp màu trắng.

Dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$  của chất rắn dạng sáp màu trắng thu được là như sau.

$^1\text{H-NMR}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ )  $\delta$ : 0,54 (t, 2H,  $J=8\text{Hz}$ ,  $-\text{CH}_2\text{-Si}$ ), 1,75 (m, 0,8H,  $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-Si}$ ), 1,88 (m, 1,2H,  $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-Si}$ ), 3,47 (s, 9H,  $\text{SiOCH}_3$ ), 4,05 (t, 0,8H,  $J=7\text{Hz}$ ,  $\text{NCH}_2\text{-}$ ), 4,35 (t, 1,2H,  $J=7\text{Hz}$ ,  $\text{NCH}_2\text{-}$ ), 5,98 (s, 1,2H,  $\text{NH}_2$ ), 6,66 (s, 0,8H,  $\text{NH}_2$ ).

Từ dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$ , chất rắn dạng sáp màu trắng thu được được xác định là hợp chất azol silan nêu ở đề mục có công thức cấu trúc nêu trên.

(Chất liên kết azol silan AS-5)

Chất liên kết azol silan AS-5 được tổng hợp bằng phương pháp tổng hợp sau đây.

Phương pháp tổng hợp được thực hiện theo WO 2019/058773,

Cụ thể là, dung dịch chứa 18,1 g (0,124 mol) 5-phenyl-1H-tetrazol và 100 mL N,N-dimetylformamit được khử nước được bổ sung thêm 4,9 g (0,129 mol) natri hydrua (nhờn như dầu, 63%) trong ba lần ở nhiệt độ trong phòng, sau đó khuấy trong 30 phút. Sau đó, hỗn hợp được bổ sung 29,9 g (0,124 mol) 3-clopropyltriethoxysilan, sau đó khuấy ở nhiệt độ từ 88 đến 90°C trong 4 giờ. Hỗn hợp phản ứng ở dạng huyền phù được làm lạnh đến 3°C, và chất không tan được loại bỏ bằng cách lọc. Sau đó, các thành phần dễ bay hơi (dung môi và các thành phần khác) được chưng cất dưới áp suất giảm để thu được sản phẩm cô. Sản phẩm cô được pha loãng (được phân tán/được hòa tan) với 150 mL isopropyl axetat và được rửa ba lần với 100 mL dung dịch muối bão hòa, và lớp hữu cơ được làm khô bằng magie sulfat. Sau đó, các thành phần dễ bay hơi (dung môi, v.v.) được chưng cất dưới áp suất giảm, để nhờ đó thu được 38,9 g chất lỏng màu nâu vàng nhạt (0,111 mol, hiệu suất 89,7%).

Dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$  của chất lỏng màu nâu vàng nhạt thu được là như sau.

$^1\text{H-NMR}(\text{DMSO}-d_6)$   $\delta$ : 0,59 (t, 2H,  $J=8\text{Hz}$ ,  $-\text{CH}_2\text{-Si}$ ), 1,14 (t, 9H,  $J=7\text{Hz}$ ,  $\text{CH}_3$ ), 2,05 (m, 2H,  $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-Si}$ ), 3,75 (q, 6H,  $J=7\text{Hz}$ ,  $\text{Si-O-CH}_2\text{-}$ ), 4,52 (t, 0,2H,  $J=7\text{Hz}$ ,  $\text{NCH}_2\text{-}$ ), 4,73 (t, 1,8H,  $J=7\text{Hz}$ ,  $\text{NCH}_2\text{-}$ ), 7,56 (m, 3H, Ph), 8,08 (m, 2H, Ph).

Từ dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$ , chất lỏng màu nâu vàng nhạt thu được được xác định là hợp chất azol silan nêu ở đề mục có công thức cấu trúc nêu trên.

(Chất liên kết azol silan AS-6)

Chất liên kết azol silan AS-6 được tổng hợp bằng phương pháp tổng hợp sau đây.

Cụ thể là, 90 mL N,N-dimetylaxetamit được khử nước, 45,2 g (0,118 mol) dung dịch natri etoxit etanol nồng độ 20%, và sau đó 11,7 g (0,118 mol) 3,5-diamino-1,2,4-triazol được nạp vào theo thứ tự, sau đó được gia nhiệt đến 70°C và khuấy trong 1 giờ. Sau đó, riêng etanol được chưng cất dưới áp suất giảm. Sau đó, hỗn hợp được bổ sung nhỏ giọt 25,2 g (0,119 mol) (clometyl)triethoxysilan ở 70 đến 75°C trên 20 phút, sau đó khuấy ở nhiệt độ 100 đến 102°C trong 18 giờ. Hỗn hợp phản ứng ở dạng huyền phù được lọc ở thời điểm gia nhiệt để loại bỏ chất không tan, và dung môi trong chất lọc sau đó được chưng cất dưới áp suất giảm để thu được chất nhớt màu nâu. Chất nhớt màu nâu được gia nhiệt đến hồi lưu với 150 mL axetonitril và sau đó được làm kết tinh. Huyền phù được làm nguội và sau đó được lọc, để nhờ đó thu được 10,5 g (0,038 mol, hiệu suất 32,2%) chất rắn chảy rữa.

Dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$  của chất rắn chảy rữa thu được là như sau.

$^1\text{H-NMR}$  (DMSO- $d_6$ )  $\delta$ : 1,06 (t, 9H), 2,24 (s, 2H), 3,60 (q, 6H), 5,18 (s, 2H), 5,77 (s, 2H).

Từ dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$ , chất rắn chảy rữa thu được được xác định là hợp chất azol silan nêu ở đề mục có công thức nêu trên.

(Chất liên kết azol silan AS-7)

Chất liên kết azol silan AS-7 được tổng hợp bằng phương pháp tổng hợp sau đây.

Cụ thể là, 100 mL N,N-dimetylaxetamit được khử nước, 94,4 g (0,277 mol) dung dịch natri etoxit etanol nồng độ 20%, và sau đó 27,0 g (0,278 mol) 3-etyl-1,2,4-triazol được nạp vào theo thứ tự này, sau đó gia nhiệt đến 70°C và khuấy trong 1 giờ. Sau đó, riêng etanol được chưng cất dưới áp suất giảm. Sau đó, hỗn hợp được bổ sung nhỏ giọt 66,9 g (0,278 mol) 3-clopropyltriethoxysilan ở 70 đến 75°C trên 20 phút, sau đó

khuấy ở nhiệt độ 100 đến 102°C trong 20 giờ. Hỗn hợp phản ứng ở dạng huyền phù được làm lạnh đến 2°C và chất không tan được loại bỏ bằng cách lọc. Sau đó, dung môi trong chất lọc được chưng cất dưới áp suất giảm, để nhờ đó thu được 74,0 g (0,257 mol, hiệu suất 92,8%) chất lỏng màu nâu nhạt.

Dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$  của chất lỏng màu nâu nhạt thu được là như sau.

$^1\text{H-NMR}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ )  $\delta$ : 0,46 (t, 2H), 1,14 (t, 9H), 1,15 (t, 3H), 1,78 (m, 2H), 2,60 (q, 2H), 3,73 (q, 6H), 4,05 (t, 2H), 8,31 (s, 1H).

Từ dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$ , chất lỏng màu nâu nhạt thu được được xác định là hợp chất azol silan nêu ở đề mục có công thức cấu trúc nêu trên.

(Chất liên kết azol silan AS-8)

Chất liên kết azol silan AS-8 được tổng hợp bằng phương pháp tổng hợp sau đây.

Cụ thể là, dung dịch chứa 12,5 g (0,181 mol) 1,2,3-triazol và 100 mL N,N-dimetylformamit được khử nước được bổ sung 62,1 g (0,183 mol) dung dịch natri etoxit etanol nồng độ 20% ở nhiệt độ trong phòng. Sau đó, hỗn hợp được bổ sung 44,0 g (0,183 mol) 3-clopropyltriethoxysilan, sau đó khuấy ở nhiệt độ 89 đến 92°C trong 6 giờ. Hỗn hợp phản ứng ở dạng huyền phù được làm quay lại nhiệt độ trong phòng, và chất không tan được loại bỏ bằng cách lọc. Sau đó, các thành phần dễ bay hơi (dung môi, v.v.) được chưng cất dưới áp suất giảm để thu được 65 g sản phẩm cô. Sản phẩm cô được pha loãng (được phân tán/được hòa tan) với 150 mL isopropyl axetat và được rửa hai lần với 150 mL dung dịch muối bão hòa, và lớp hữu cơ được làm khô bằng magie sulfat. Sau đó, các thành phần dễ bay hơi (dung môi, v.v.) được chưng cất dưới áp suất giảm, để nhờ đó thu được 44,4 g chất lỏng sạch màu nâu (0,162 mol, hiệu suất 89,7%).

Dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$  của chất lỏng sạch màu nâu thu được là như sau.

$^1\text{H-NMR}$  ( $\text{DMSO-d}_6$ )  $\delta$ : 0,50 (t, 2H), 1,16 (t, 9H), 2,10 (m, 2H), 3,73 (q, 6H), 4,40 (t, 2H), 7,49 (s, 1H), 7,52 (s, 1H).

Từ dữ liệu phổ  $^1\text{H-NMR}$ , chất lỏng sạch màu nâu thu được được xác định là hợp chất azol silan nêu ở đề mục có công thức cấu trúc nêu trên.

Đối với các thành phần phụ gia của chất lỏng xử lý bề mặt, các axit, muối, chất kiềm, hợp chất đồng, và các chất phụ gia sau đây được sử dụng.

•Axit:

Axit sulfuric, axit formic, axit axetic, hoặc axit tosylic được sử dụng. Ở thời điểm điều chế chất lỏng xử lý bề mặt, dung dịch nước axit sulfuric nồng độ 70% được sử dụng làm axit sulfuric, dung dịch nước axit formic nồng độ 76% được sử dụng làm axit formic, dung dịch nước axit axetic nồng độ 99% được sử dụng làm axit axetic, và tosylic axit monohydrat được sử dụng làm axit tosylic. Axit sulfuric là hợp chất axit vô cơ (b), và axit formic, axit axetic, và tosylic axit monohydrat là các hợp chất axit hữu cơ (a).

•Muối:

Natri sulfat khan ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), natri clorua, natri nitrat, kali sulfat, nhôm sulfat, và canxi sulfat được sử dụng. Natri sulfat khan, natri clorua, natri nitrat, và kali sulfat là các hợp chất axit vô cơ (b) và các hợp chất kim loại kiềm (c1). Nhôm sulfat là hợp chất axit vô cơ (b) và hợp chất amoni (c2). Canxi sulfat là hợp chất axit vô cơ (b).

•Chất kiềm:

Natri hydroxit, kali hydroxit, amoniac, tetrametylaroni hydroxit (TMAH), và canxi hydroxit được sử dụng. Ở thời điểm điều chế chất lỏng xử lý bề mặt, dung dịch natri hydroxit nồng độ 48% được sử dụng làm natri hydroxit. Kali hydroxit và canxi hydroxit được sử dụng ở dạng hạt. Đối với amoniac, amoniac nước 25% được sử dụng. Đối với tetrametylaroni hydroxit, dung dịch tetrametylaroni hydroxit 25% được sử dụng. Natri hydroxit và kali hydroxit là các hợp chất kim loại kiềm (c1). Amoniacc là hợp chất amoni (c2).

•Hợp chất đồng:

Đồng format tetrahydrat hoặc đồng sulfat pentahidrat được sử dụng. Đồng format tetrahydrat là hợp chất axit hữu cơ (a) và hợp chất đồng (d), và đồng sulfat pentahidrat là hợp chất axit vô cơ (b) và hợp chất đồng (d).

•Chất phụ gia: Etylen glycol monobutyl ete (EGBE) được sử dụng. Đối với etylen glycol monobutyl ete, etylen glycol monobutyl ete nồng độ 98% được sử dụng.

[Các ví dụ từ 1 đến 45 và các ví dụ so sánh từ 1 đến 17]

(Phương pháp điều chế chất lỏng xử lý bề mặt)

Lượng định trước của mỗi trong số chất liên kết azol silan và chất phụ gia ngoại trừ chất kiềm được nạp vào cốc chứa nước trao đổi ion, như được thể hiện trong các bảng 2A đến 12A, sau đó khuấy cho đến khi hỗn hợp trở nên đồng nhất. Sau đó, chất kiềm được nạp vào và được khuấy cho đến khi hỗn hợp trở nên đồng nhất để điều chỉnh độ pH đến độ pH định trước, nhờ đó thu được chất lỏng xử lý bề mặt.

Nồng độ nguyên tử silic, nồng độ của ion axit hữu cơ, nồng độ của ion axit vô cơ, tổng nồng độ của ion kim loại kiềm và ion amoni, nồng độ của ion đồng, và độ pH trong chất lỏng xử lý bề mặt là như được thể hiện trong các bảng từ 2B đến 12B.

Khi có vẩn đục trong chất lỏng xử lý bề mặt, chất lỏng xử lý bề mặt được lọc với đất diatome để thu được chất lỏng xử lý bề mặt sạch. Sau khi lọc và để yên trong một ngày, chất lỏng xử lý bề mặt có độ sạch được đánh giá là “A”, và chất lỏng xử lý bề mặt trong đó vẩn đục được tạo ra sau khi để yên được đánh giá là “B”.

(Phương pháp xử lý bề mặt)

Bề mặt của tấm đồng được xử lý thành trạng thái sạch sử dụng chất ăn mòn mềm gốc kali persulfat (GB-200; được sản xuất bởi Shikoku Chemicals Corporation) làm chất lỏng tiền xử lý.

Bề mặt của tấm đồng được rửa bằng nước, và chất lỏng tiền xử lý được rửa trôi.

Hơi ẩm trên bề mặt của tấm đồng được loại bỏ bằng lưới dao có thổi khí.

Tấm đồng được nhúng trong chất lỏng xử lý bề mặt (30°C) trong trạng thái nhiệt không đổi (việc xử lý bề mặt). Thời gian xử lý (nghĩa là, thời gian nhúng) là 60 giây.

Sau đó, tấm đồng được rửa bằng nước để làm sạch chất lỏng xử lý bề mặt dính vào bề mặt của tấm đồng.

Hơi ẩm trên bề mặt của tấm đồng được loại bỏ bằng lưới dao có thổi khí.

Bề mặt của tấm đồng được làm khô bằng máy làm khô để loại bỏ hơi ẩm.

(Phương pháp đo độ dày màng)

Độ dày màng được đo sử dụng máy quang phổ nhìn thấy tia cực tím (UV-1800; được sản xuất bởi Shimadzu Corporation).

Cụ thể là, tấm đồng được xử lý bằng chất lỏng xử lý bề mặt được cắt để có diện tích định trước và được đặt trong cốc, lượng định trước của chất lỏng chiết (dung dịch nước axit clohydric nồng độ 5%) để làm tan màng được bổ sung vào, và cốc được lắc để làm tan màng được tạo ra trên bề mặt đồng.

Chất lỏng trong đó màng được hòa tan được đo bằng máy quang phổ nhìn thấy tia cực tím, và sự hấp thụ của nó được đọc ở bước sóng định trước.

Độ dày màng được tính từ nồng độ màng của chất lỏng mẫu được điều chế từ giá trị hấp thụ.

Bằng cách so sánh các độ dày màng của các mẫu được xử lý dưới cùng điều kiện xử lý (ví dụ, 30°C/60 giây), sự khác nhau về tốc độ tạo màng được xác nhận.

[Bảng 2A]

|                 | Chất liên kết azol silan |               | Axit              |               | Muối   |               | Kiềm     |               | Hợp chất đồng           |               | Chất phụ gia |               |
|-----------------|--------------------------|---------------|-------------------|---------------|--------|---------------|----------|---------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|
|                 | Loại                     | % trọng lượng | Loại              | % trọng lượng | Loại   | % trọng lượng | Loại     | % trọng lượng | Loại                    | % trọng lượng | Loại         | % trọng lượng |
| Ví dụ so sánh 1 | AS-1                     | 0,40          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -      | -             | NaOH 48% | 5,96          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 2 | AS-1                     | 0,60          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -      | -             | NaOH 48% | 5,82          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 3 | AS-1                     | 0,80          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -      | -             | NaOH 48% | 5,64          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 4 | AS-1                     | 1,00          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -      | -             | NaOH 48% | 5,57          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 5 | AS-1                     | 1,20          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -      | -             | NaOH 48% | 5,53          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |
| Ví dụ 1         | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76%   | 6,32          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 6,13          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 2         | AS-1                     | 0,80          | Axit focmic 76%   | 6,32          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 6,79          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |

-: Không được sử dụng.

[Bảng 2B]

|                 | Độ sạch | Nguyên tử silic |        | Ion axit hữu cơ |        | Ion axit vô cơ |        | Ion kim loại kiềm và ion amoni |        | Ion Cu        |        | pH  | Tốc độ tạo màng (l) |
|-----------------|---------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|--------|--------------------------------|--------|---------------|--------|-----|---------------------|
|                 |         | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng  | mol/kg | % trọng lượng                  | mol/kg | % trọng lượng | mol/kg |     |                     |
| Ví dụ so sánh 1 | A       | 0,037           | 0,013  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,65                           | 0,72   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 78                  |
| Ví dụ so sánh 2 | A       | 0,056           | 0,020  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,61                           | 0,70   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 99                  |
| Ví dụ so sánh 3 | A       | 0,074           | 0,026  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,56                           | 0,68   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 103                 |
| Ví dụ so sánh 4 | A       | 0,093           | 0,033  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,54                           | 0,67   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 104                 |
| Ví dụ so sánh 5 | A       | 0,111           | 0,040  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,53                           | 0,66   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 112                 |
| Ví dụ 1         | A       | 0,046           | 0,016  | 4,69            | 1,04   | 2,05           | 0,21   | 2,66                           | 1,16   | 0,015         | 0,0024 | 4,0 | 124                 |
| Ví dụ 2         | A       | 0,074           | 0,026  | 4,69            | 1,04   | 2,05           | 0,21   | 2,84                           | 1,24   | 0,015         | 0,0024 | 4,0 | 154                 |

(1) mm (30°C/60 giây)

[Bảng 3A]

|                 | Chất liên kết azol silan |               | Axit              |               | Muối                            |               | Kiềm     |               | Hợp chất đồng           |               | Chất phụ gia |               |
|-----------------|--------------------------|---------------|-------------------|---------------|---------------------------------|---------------|----------|---------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|
|                 | Loại                     | % trọng lượng | Loại              | % trọng lượng | Loại                            | % trọng lượng | Loại     | % trọng lượng | Loại                    | % trọng lượng | Loại         | % trọng lượng |
| Ví dụ so sánh 1 | AS-1                     | 0,40          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -                               | -             | NaOH 48% | 5,96          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 2 | AS-1                     | 0,60          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -                               | -             | NaOH 48% | 5,82          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 3 | AS-1                     | 0,80          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -                               | -             | NaOH 48% | 5,64          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 4 | AS-1                     | 1,00          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -                               | -             | NaOH 48% | 5,57          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 5 | AS-1                     | 1,20          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -                               | -             | NaOH 48% | 5,53          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |
| Ví dụ 3         | AS-1                     | 0,40          | Axit fomic 76%    | 6,58          | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 3,00          | NaOH 48% | 7,00          | Đồng format tetrahydrat | 0,053         | -            | -             |
| Ví dụ 4         | AS-1                     | 0,50          | Axit fomic 76%    | 6,63          | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 3,00          | NaOH 48% | 7,31          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 5         | AS-1                     | 0,60          | Axit fomic 76%    | 6,58          | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 3,00          | NaOH 48% | 7,11          | Đồng format tetrahydrat | 0,053         | -            | -             |
| Ví dụ 6         | AS-1                     | 0,80          | Axit fomic 76%    | 6,58          | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 3,10          | NaOH 48% | 7,11          | Đồng format tetrahydrat | 0,036         | -            | -             |
| Ví dụ 7         | AS-1                     | 0,80          | Axit fomic 76%    | 6,58          | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 3,10          | NaOH 48% | 7,11          | Đồng format tetrahydrat | 0,053         | -            | -             |

-: Không được sử dụng.

[Bảng 3B]

|                 | Độ sạch | Nguyên tử silic |        | Ion axit hữu cơ |        | Ion axit vô cơ |        | Ion kim loại kiềm và ion amoni |        | Ion Cu        |        | pH  | Tốc độ tạo màng (1) |
|-----------------|---------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|--------|--------------------------------|--------|---------------|--------|-----|---------------------|
|                 |         | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng  | mol/kg | % trọng lượng                  | mol/kg | % trọng lượng | mol/kg |     |                     |
| Ví dụ so sánh 1 | A       | 0,037           | 0,013  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,65                           | 0,72   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 78                  |
| Ví dụ so sánh 2 | A       | 0,056           | 0,020  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,61                           | 0,70   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 99                  |
| Ví dụ so sánh 3 | A       | 0,074           | 0,026  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,56                           | 0,68   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 103                 |
| Ví dụ so sánh 4 | A       | 0,093           | 0,033  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,54                           | 0,67   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 104                 |
| Ví dụ so sánh 5 | A       | 0,111           | 0,040  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,53                           | 0,66   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 112                 |
| Ví dụ 3         | A       | 0,037           | 0,013  | 4,91            | 1,09   | 2,03           | 0,21   | 2,90                           | 1,26   | 0,015         | 0,0024 | 4,5 | 107                 |
| Ví dụ 4         | A       | 0,046           | 0,016  | 4,93            | 1,10   | 2,05           | 0,21   | 2,99                           | 1,30   | 0,015         | 0,0024 | 4,5 | 143                 |
| Ví dụ 5         | A       | 0,056           | 0,020  | 4,91            | 1,09   | 2,03           | 0,21   | 2,93                           | 1,28   | 0,015         | 0,0024 | 4,5 | 132                 |
| Ví dụ 6         | A       | 0,074           | 0,026  | 4,90            | 1,09   | 2,10           | 0,22   | 2,97                           | 1,29   | 0,010         | 0,0016 | 4,5 | 145                 |
| Ví dụ 7         | A       | 0,074           | 0,026  | 4,91            | 1,09   | 2,10           | 0,22   | 2,97                           | 1,29   | 0,015         | 0,0024 | 4,5 | 180                 |

(1) nm (30°C/60 giây)

[Bảng 4A]

|                    | Chất liên kết azol silan |               | Axit              |               | Muối                            |               | Kiềm     |               | Hợp chất đồng           |               | Chất phụ gia |               |
|--------------------|--------------------------|---------------|-------------------|---------------|---------------------------------|---------------|----------|---------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|
|                    | Loại                     | % trọng lượng | Loại              | % trọng lượng | Loại                            | % trọng lượng | Loại     | % trọng lượng | Loại                    | % trọng lượng | Loại         | % trọng lượng |
| Ví dụ 8            | AS-1                     | 0,50          | Axit fomic 76%    | 3,95          | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 3,00          | NaOH 48% | 4,58          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 9            | AS-1                     | 0,50          | Axit fomic 76%    | 5,26          | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 3,00          | NaOH 48% | 6,20          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 10           | AS-1                     | 0,50          | Axit fomic 76%    | 5,92          | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 3,00          | NaOH 48% | 7,34          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 11           | AS-1                     | 0,50          | Axit fomic 76%    | 6,58          | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 3,00          | NaOH 48% | 7,70          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 12           | AS-1                     | 0,50          | Axit fomic 76%    | 7,24          | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 3,00          | NaOH 48% | 8,42          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 13           | AS-1                     | 0,50          | Axit fomic 76%    | 7,89          | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 3,00          | NaOH 48% | 9,56          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 14           | AS-1                     | 0,50          | Axit fomic 76%    | 13,16         | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 3,00          | NaOH 48% | 16,10         | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh<br>1 | AS-1                     | 0,40          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -                               | -             | NaOH 48% | 5,96          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh<br>2 | AS-1                     | 0,60          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -                               | -             | NaOH 48% | 5,82          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |

-: Không được sử dụng.

[Bảng 4B]

|                            | Độ sạch | Nguyên tử silic |        | Ion axit hữu cơ |        | Ion axit vô cơ |        | Ion kim loại kiềm và ion amoni |        | Ion Cu        |        | pH  | Tốc độ tạo màng (l) |
|----------------------------|---------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|--------|--------------------------------|--------|---------------|--------|-----|---------------------|
|                            |         | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng  | mol/kg | % trọng lượng                  | mol/kg | % trọng lượng | mol/kg |     |                     |
| Ví dụ 8                    | A       | 0,046           | 0,016  | 2,93            | 0,65   | 2,05           | 0,21   | 2,23                           | 0,97   | 0,015         | 0,0024 | 5,0 | 122                 |
| Ví dụ 9                    | A       | 0,046           | 0,016  | 3,91            | 0,87   | 2,05           | 0,21   | 2,68                           | 1,17   | 0,015         | 0,0024 | 5,0 | 162                 |
| Ví dụ 10                   | A       | 0,046           | 0,016  | 4,40            | 0,98   | 2,05           | 0,21   | 3,00                           | 1,30   | 0,015         | 0,0024 | 5,0 | 173                 |
| Ví dụ 11                   | A       | 0,046           | 0,016  | 4,89            | 1,09   | 2,05           | 0,21   | 3,10                           | 1,35   | 0,015         | 0,0024 | 5,0 | 165                 |
| Ví dụ 12                   | A       | 0,046           | 0,016  | 5,38            | 1,20   | 2,05           | 0,21   | 3,29                           | 1,43   | 0,015         | 0,0024 | 5,0 | 174                 |
| Ví dụ 13                   | A       | 0,046           | 0,016  | 5,87            | 1,30   | 2,05           | 0,21   | 3,61                           | 1,57   | 0,015         | 0,0024 | 5,0 | 168                 |
| Ví dụ 14                   | B       | 0,046           | 0,016  | 9,78            | 2,17   | 2,05           | 0,21   | 5,41                           | 2,35   | 0,015         | 0,0024 | 5,0 | 160                 |
| Ví dụ so sánh <sub>1</sub> | A       | 0,037           | 0,013  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,65                           | 0,72   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 78                  |
| Ví dụ so sánh <sub>2</sub> | A       | 0,056           | 0,020  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,61                           | 0,70   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 99                  |

(1) nm (30°C/60 giây)

[Bảng 5A]

|                 | Chất liên kết azol silan |               | Axit              |               | Muối   |               | Kiềm     |               | Hợp chất đồng           |               | Chất phụ gia |               |
|-----------------|--------------------------|---------------|-------------------|---------------|--------|---------------|----------|---------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|
|                 | Loại                     | % trọng lượng | Loại              | % trọng lượng | Loại   | % trọng lượng | Loại     | % trọng lượng | Loại                    | % trọng lượng | Loại         | % trọng lượng |
| Ví dụ 15        | AS-1                     | 0,80          | Axit focmic 76%   | 6,58          | Na2SO4 | 0,50          | NaOH 48% | 5,50          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,079         | -            | -             |
| Ví dụ 16        | AS-1                     | 0,80          | Axit focmic 76%   | 6,58          | Na2SO4 | 1,00          | NaOH 48% | 5,50          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,079         | -            | -             |
| Ví dụ 17        | AS-1                     | 0,80          | Axit focmic 76%   | 6,58          | Na2SO4 | 1,50          | NaOH 48% | 5,50          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,079         | -            | -             |
| Ví dụ 18        | AS-1                     | 0,80          | Axit focmic 76%   | 6,58          | Na2SO4 | 2,00          | NaOH 48% | 5,50          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,079         | -            | -             |
| Ví dụ 19        | AS-1                     | 0,80          | Axit focmic 76%   | 6,58          | Na2SO4 | 2,50          | NaOH 48% | 5,50          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,079         | -            | -             |
| Ví dụ 20        | AS-1                     | 0,80          | Axit focmic 76%   | 6,58          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 5,50          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,079         | -            | -             |
| Ví dụ 21        | AS-1                     | 0,80          | Axit focmic 76%   | 6,58          | Na2SO4 | 3,50          | NaOH 48% | 5,50          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,079         | -            | -             |
| Ví dụ 22        | AS-1                     | 0,80          | Axit focmic 76%   | 6,58          | Na2SO4 | 4,00          | NaOH 48% | 5,50          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,079         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 3 | AS-1                     | 0,80          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -      | -             | NaOH 48% | 5,64          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |

-: Không được sử dụng.

[Bảng 5B]

|                    | Độ sạch | Nguyên tử silic |        | Ion axit hữu cơ |        | Ion axit vô cơ |        | Ion kim loại kiềm và ion amoni |        | Ion Cu        |        | pH  | Tốc độ tạo màng (l) |
|--------------------|---------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|--------|--------------------------------|--------|---------------|--------|-----|---------------------|
|                    |         | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng  | mol/kg | % trọng lượng                  | mol/kg | % trong lượng | mol/kg |     |                     |
| Ví dụ 15           | A       | 0,074           | 0,026  | 4,89            | 1,09   | 0,37           | 0,04   | 1,68                           | 0,73   | 0,020         | 0,0031 | 5,0 | 118                 |
| Ví dụ 16           | A       | 0,074           | 0,026  | 4,89            | 1,09   | 0,71           | 0,07   | 1,84                           | 0,80   | 0,020         | 0,0031 | 5,0 | 138                 |
| Ví dụ 17           | A       | 0,074           | 0,026  | 4,89            | 1,09   | 1,04           | 0,11   | 2,00                           | 0,87   | 0,020         | 0,0031 | 5,0 | 153                 |
| Ví dụ 18           | A       | 0,074           | 0,026  | 4,89            | 1,09   | 1,38           | 0,14   | 2,16                           | 0,94   | 0,020         | 0,0031 | 5,0 | 169                 |
| Ví dụ 19           | A       | 0,074           | 0,026  | 4,89            | 1,09   | 1,72           | 0,18   | 2,33                           | 1,01   | 0,020         | 0,0031 | 5,0 | 175                 |
| Ví dụ 20           | A       | 0,074           | 0,026  | 4,89            | 1,09   | 2,06           | 0,21   | 2,49                           | 1,08   | 0,020         | 0,0031 | 5,0 | 179                 |
| Ví dụ 21           | A       | 0,074           | 0,026  | 4,89            | 1,09   | 2,40           | 0,25   | 2,65                           | 1,15   | 0,020         | 0,0031 | 5,0 | 182                 |
| Ví dụ 22           | A       | 0,074           | 0,026  | 4,89            | 1,09   | 2,74           | 0,28   | 2,81                           | 1,22   | 0,020         | 0,0031 | 5,0 | 171                 |
| Ví dụ so sánh<br>3 | A       | 0,074           | 0,026  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,56                           | 0,68   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 103                 |

(1) nm (30°C/60 giây)

[Bảng 6A]

|                    | Chất liên kết azol silan |               | Axit              |               | Muối   |               | Kiềm     |               | Hợp chất đồng           |               | Chất phụ gia |               |
|--------------------|--------------------------|---------------|-------------------|---------------|--------|---------------|----------|---------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|
|                    | Loại                     | % trọng lượng | Loại              | % trọng lượng | Loại   | % trọng lượng | Loại     | % trọng lượng | Loại                    | % trọng lượng | Loại         | % trọng lượng |
| Ví dụ 1            | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76%   | 6,32          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 6,13          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 23           | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76%   | 7,03          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 7,31          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 24           | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76%   | 6,63          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 7,31          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 25           | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76%   | 6,58          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 7,54          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 11           | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76%   | 6,58          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 7,70          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 26           | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76%   | 5,66          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 7,31          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh<br>1 | AS-1                     | 0,40          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -      | -             | NaOH 48% | 5,96          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh<br>2 | AS-1                     | 0,60          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -      | -             | NaOH 48% | 5,82          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |

-: Không được sử dụng.

[Bảng 6B]

|                    | Độ sạch | Nguyên tử silic |        | Ion axit hữu cơ |        | Ion axit vô cơ |        | Ion kim loại kiềm và ion amoni |        | Ion Cu        |        | pH  | Tốc độ tạo màng (l) |
|--------------------|---------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|--------|--------------------------------|--------|---------------|--------|-----|---------------------|
|                    |         | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng  | mol/kg | % trọng lượng                  | mol/kg | % trọng lượng | mol/kg |     |                     |
| Ví dụ 1            | A       | 0,046           | 0,016  | 4,69            | 1,04   | 2,05           | 0,21   | 2,66                           | 1,16   | 0,015         | 0,0024 | 4,0 | 124                 |
| Ví dụ 23           | A       | 0,046           | 0,016  | 5,22            | 1,16   | 2,05           | 0,21   | 2,99                           | 1,30   | 0,015         | 0,0024 | 4,3 | 126                 |
| Ví dụ 24           | A       | 0,046           | 0,016  | 4,93            | 1,10   | 2,05           | 0,21   | 2,99                           | 1,30   | 0,015         | 0,0024 | 4,5 | 143                 |
| Ví dụ 25           | A       | 0,046           | 0,016  | 4,89            | 1,09   | 2,05           | 0,21   | 3,05                           | 1,33   | 0,015         | 0,0024 | 4,7 | 147                 |
| Ví dụ 11           | A       | 0,046           | 0,016  | 4,89            | 1,09   | 2,05           | 0,21   | 3,10                           | 1,35   | 0,015         | 0,0024 | 5,0 | 165                 |
| Ví dụ 26           | B       | 0,046           | 0,016  | 4,21            | 0,93   | 2,05           | 0,21   | 2,99                           | 1,30   | 0,015         | 0,0024 | 5,5 | 140                 |
| Ví dụ so sánh<br>1 | A       | 0,037           | 0,013  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,65                           | 0,72   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 78                  |
| Ví dụ so sánh<br>2 | A       | 0,056           | 0,020  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,61                           | 0,70   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 99                  |

(1) nm (30°C/60 giây)

[Bảng 7A]

|                    | Chất liên kết azol silan |               | Axit              |               | Muối   |               | Kiềm     |               | Hợp chất đồng           |               | Chất phụ gia |               |
|--------------------|--------------------------|---------------|-------------------|---------------|--------|---------------|----------|---------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|
|                    | Loại                     | % trọng lượng | Loại              | % trọng lượng | Loại   | % trọng lượng | Loại     | % trọng lượng | Loại                    | % trọng lượng | Loại         | % trọng lượng |
| Ví dụ 6            | AS-1                     | 0,80          | Axit focmic 76%   | 6,58          | Na2SO4 | 3,10          | NaOH 48% | 7,11          | Đồng format tetrahydrat | 0,036         | -            | -             |
| Ví dụ 27           | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76%   | 6,32          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 7,32          | Đồng format tetrahydrat | 0,053         | -            | -             |
| Ví dụ 28           | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76%   | 6,32          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 7,32          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,079         | -            | -             |
| Ví dụ 29           | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76%   | 6,32          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 7,32          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,118         | -            | -             |
| Ví dụ 30           | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76%   | 6,32          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 7,32          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,196         | -            | -             |
| Ví dụ 31           | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76%   | 6,32          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 7,32          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,275         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh<br>1 | AS-1                     | 0,40          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -      | -             | NaOH 48% | 5,96          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh<br>2 | AS-1                     | 0,60          | Axit sulfuric 70% | 3,00          | -      | -             | NaOH 48% | 5,82          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,039         | -            | -             |

-: Không được sử dụng.

[Bảng 7B]

|                    | Độ sạch | Nguyên tử silic |        | Ion axit hữu cơ |        | Ion axit vô cơ |        | Ion kim loại kiềm và ion amoni |        | Ion Cu        |        | pH  | Tốc độ tạo màng (l) |
|--------------------|---------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|--------|--------------------------------|--------|---------------|--------|-----|---------------------|
|                    |         | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng  | mol/kg | % trọng lượng                  | mol/kg | % trọng lượng | mol/kg |     |                     |
| Ví dụ 6            | A       | 0,074           | 0,026  | 4,90            | 1,09   | 2,10           | 0,22   | 2,97                           | 1,29   | 0,010         | 0,0016 | 4,5 | 145                 |
| Ví dụ 27           | A       | 0,046           | 0,016  | 4,71            | 1,05   | 2,03           | 0,21   | 2,99                           | 1,30   | 0,015         | 0,0024 | 4,7 | 103                 |
| Ví dụ 28           | A       | 0,046           | 0,016  | 4,69            | 1,04   | 2,06           | 0,21   | 2,99                           | 1,30   | 0,020         | 0,0031 | 4,7 | 120                 |
| Ví dụ 29           | A       | 0,046           | 0,016  | 4,69            | 1,04   | 2,07           | 0,22   | 2,99                           | 1,30   | 0,030         | 0,0047 | 4,7 | 120                 |
| Ví dụ 30           | A       | 0,046           | 0,016  | 4,69            | 1,04   | 2,10           | 0,22   | 2,99                           | 1,30   | 0,050         | 0,0079 | 4,7 | 112                 |
| Ví dụ 31           | A       | 0,046           | 0,016  | 4,69            | 1,04   | 2,13           | 0,22   | 2,99                           | 1,30   | 0,070         | 0,0110 | 4,7 | 108                 |
| Ví dụ so sánh<br>1 | A       | 0,037           | 0,013  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,65                           | 0,72   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 78                  |
| Ví dụ so sánh<br>2 | A       | 0,056           | 0,020  | 0,00            | 0,00   | 2,07           | 0,22   | 1,61                           | 0,70   | 0,010         | 0,0016 | 4,0 | 99                  |

(1) nm (30°C/60 giây)

[Bảng 8A]

Ảnh hưởng của loại và sự có mặt/không có mặt ion axit hữu cơ

|                 | Chất liên kết azol silan |               | Axit              |               | Muối   |               | Kiềm     |               | Hợp chất đồng           |               | Chất phụ gia |               |
|-----------------|--------------------------|---------------|-------------------|---------------|--------|---------------|----------|---------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|
|                 | Loại                     | % trọng lượng | Loại              | % trọng lượng | Loại   | % trọng lượng | Loại     | % trọng lượng | Loại                    | % trọng lượng | Loại         | % trọng lượng |
| Ví dụ 13        | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76%   | 7,89          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 9,56          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 32        | AS-1                     | 0,50          | Axit axetic 99%   | 9,00          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 12,08         | Đồng sulfat pentahydrat | 0,079         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 6 | AS-1                     | 0,50          | Axit sulfuric 70% | 0,52          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 1,00          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,079         | -            | -             |

-: Không được sử dụng.

[Bảng 8B]

Ảnh hưởng của loại và sự có mặt/không có mặt ion axit hữu cơ

|                 | Độ sạch | Nguyên tử silic |        | Ion axit hữu cơ |        | Ion axit vô cơ |        | Ion kim loại kiềm và ion amoni |        | Ion Cu        |        | pH  | Tốc độ tạo màng (l) |
|-----------------|---------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|--------|--------------------------------|--------|---------------|--------|-----|---------------------|
|                 |         | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng  | mol/kg | % trọng lượng                  | mol/kg | % trọng lượng | mol/kg |     |                     |
| Ví dụ 13        | A       | 0,046           | 0,016  | 5,87            | 1,30   | 2,05           | 0,21   | 3,61                           | 1,57   | 0,015         | 0,0024 | 5,0 | 168                 |
| Ví dụ 32        | A       | 0,046           | 0,016  | 8,76            | 1,95   | 2,06           | 0,21   | 4,31                           | 1,87   | 0,020         | 0,0032 | 6,0 | 100                 |
| Ví dụ so sánh 6 | A       | 0,046           | 0,016  | 0,00            | 0,00   | 2,42           | 0,25   | 1,25                           | 0,54   | 0,020         | 0,0032 | 6,0 | 19                  |

(1) nm (30°C/60 giây)

[Bảng 9A]

Ảnh hưởng của loại và sự có mặt/không có mặt ion axit vô cơ

|                 | Chất liên kết azol silan |               | Axit            |               | Muối   |               | Kiềm     |               | Hợp chất đồng           |               | Chất phụ gia |               |
|-----------------|--------------------------|---------------|-----------------|---------------|--------|---------------|----------|---------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|
|                 | Loại                     | % trọng lượng | Loại            | % trọng lượng | Loại   | % trọng lượng | Loại     | % trọng lượng | Loại                    | % trọng lượng | Loại         | % trọng lượng |
| Ví dụ 33        | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76% | 6,32          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 7,55          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 34        | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76% | 6,32          | Na2SO4 | 1,50          | NaOH 48% | 7,75          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 35        | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76% | 7,50          | NaCl   | 1,23          | NaOH 48% | 9,33          | Đồng format tetrahydrat | 0,053         | -            | -             |
| Ví dụ 36        | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76% | 7,00          | NaNO3  | 1,78          | NaOH 48% | 9,75          | Đồng format tetrahydrat | 0,053         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 7 | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76% | 6,32          | -      | -             | NaOH 48% | 7,50          | Đồng format tetrahydrat | 0,053         | -            | -             |

-: Không được sử dụng.

[Bảng 9B]

Ảnh hưởng của loại và sự có mặt/không có mặt ion axit vô cơ

|                 | Độ sạch | Nguyên tử silic |        | Ion axit hữu cơ |        | Ion axit vô cơ |        | Ion kim loại kiềm và ion amoni |        | Ion Cu        |        | pH  | Tốc độ tạo màng (1) |
|-----------------|---------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|--------|--------------------------------|--------|---------------|--------|-----|---------------------|
|                 |         | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng  | mol/kg | % trọng lượng                  | mol/kg | % trọng lượng | mol/kg |     |                     |
| Ví dụ 33        | A       | 0,046           | 0,016  | 4,70            | 1,04   | 2,05           | 0,21   | 3,06                           | 1,33   | 0,015         | 0,0024 | 4,7 | 111                 |
| Ví dụ 34        | A       | 0,046           | 0,016  | 4,70            | 1,04   | 1,04           | 0,11   | 2,62                           | 1,14   | 0,015         | 0,0024 | 4,7 | 108                 |
| Ví dụ 35        | B       | 0,046           | 0,016  | 5,58            | 1,24   | 0,75           | 0,08   | 3,06                           | 1,33   | 0,015         | 0,0023 | 6,0 | 106                 |
| Ví dụ 36        | A       | 0,046           | 0,016  | 5,20            | 1,16   | 1,30           | 0,14   | 3,17                           | 1,38   | 0,015         | 0,0023 | 6,0 | 110                 |
| Ví dụ so sánh 7 | A       | 0,046           | 0,016  | 4,71            | 1,05   | 0,00           | 0,00   | 2,07                           | 0,90   | 0,015         | 0,0023 | 4,7 | 59                  |

(1) nm (30°C/60 giây)

[Bảng 10A]

Ảnh hưởng của loại và sự có mặt/không có mặt ion kim loại kiềm và ion amoni

|                 | Chất liên kết azol silan |               | Axit            |               | Muối      |               | Kiềm     |               | Hợp chất đồng           |               | Chất phụ gia |               |
|-----------------|--------------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------|---------------|----------|---------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|
|                 | Loại                     | % trọng lượng | Loại            | % trọng lượng | Loại      | % trọng lượng | Loại     | % trọng lượng | Loại                    | % trọng lượng | Loại         | % trọng lượng |
| Ví dụ 33        | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76% | 6,32          | Na2SO4    | 3,00          | NaOH 48% | 7,55          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 37        | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76% | 6,32          | K2SO4     | 3,68          | KOH      | 5,70          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ 38        | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76% | 6,32          | (NH4)2SO4 | 2,75          | NH3 25%  | 16,90         | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 8 | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76% | 6,32          | -         | -             | TMAH 25% | 67,35         | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 9 | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76% | 6,32          | CaSO4     | 3,65          | Ca(OH)2  | 3,60          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |

-: Không được sử dụng.

[Bảng 10B]

Ảnh hưởng của loại và sự có mặt/không có mặt ion kim loại kiềm và ion amoni

|                 | Độ sạch | Nguyên tử silic |        | Ion axit hữu cơ |        | Ion axit vô cơ |        | Ion kim loại kiềm và ion amoni |        | Ion Cu        |        | pH  | Tốc độ tạo màng (1) |
|-----------------|---------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|--------|--------------------------------|--------|---------------|--------|-----|---------------------|
|                 |         | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng  | mol/kg | % trọng lượng                  | mol/kg | % trọng lượng | mol/kg |     |                     |
| Ví dụ 33        | A       | 0,046           | 0,016  | 4,70            | 1,04   | 2,05           | 0,21   | 3,06                           | 1,33   | 0,015         | 0,0024 | 4,7 | 111                 |
| Ví dụ 37        | A       | 0,046           | 0,016  | 4,70            | 1,04   | 2,05           | 0,21   | 5,62                           | 1,44   | 0,015         | 0,0024 | 4,7 | 119                 |
| Ví dụ 38        | A       | 0,046           | 0,016  | 4,70            | 1,04   | 2,02           | 0,21   | 4,98                           | 2,92   | 0,015         | 0,0024 | 4,7 | 132                 |
| Ví dụ so sánh 8 | A       | 0,046           | 0,016  | 4,70            | 1,04   | 0,02           | 0,00   | 0,00                           | 0,00   | 0,015         | 0,0024 | 4,7 | 30                  |
| Ví dụ so sánh 9 | A       | 0,046           | 0,016  | 4,70            | 1,04   | 2,60           | 0,27   | 0,00                           | 0,00   | 0,015         | 0,0024 | 4,7 | 24                  |

(1) nm (30°C/60 giây)

[Bảng 11A]

Ảnh hưởng của sự có mặt/không có mặt ion đồng

|                  | Chất liên kết azol silan |               | Axit            |               | Muối   |               | Kiềm     |               | Hợp chất đồng           |               | Chất phụ gia |               |
|------------------|--------------------------|---------------|-----------------|---------------|--------|---------------|----------|---------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|
|                  | Loại                     | % trọng lượng | Loại            | % trọng lượng | Loại   | % trọng lượng | Loại     | % trọng lượng | Loại                    | % trọng lượng | Loại         | % trọng lượng |
| Ví dụ 33         | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76% | 6,32          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 7,55          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 10 | AS-1                     | 0,50          | Axit focmic 76% | 6,32          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 7,50          | -                       | -             | -            | -             |

-: Không được sử dụng.

[Bảng 11B]

Ảnh hưởng của sự có mặt/không có mặt ion đồng

|                  | Độ sạch | Nguyên tử silic |        | Ion axit hữu cơ |        | Ion axit vô cơ |        | Ion kim loại kiềm và ion amoni |        | Ion Cu        |        | pH  | Tốc độ tạo màng (1) |
|------------------|---------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|--------|--------------------------------|--------|---------------|--------|-----|---------------------|
|                  |         | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng  | mol/kg | % trọng lượng                  | mol/kg | % trọng lượng | mol/kg |     |                     |
| Ví dụ 33         | A       | 0,046           | 0,016  | 4,70            | 1,04   | 2,05           | 0,21   | 3,06                           | 1,33   | 0,015         | 0,0024 | 4,7 | 111                 |
| Ví dụ so sánh 10 | A       | 0,046           | 0,016  | 4,70            | 1,04   | 2,03           | 0,21   | 3,04                           | 1,32   | 0,000         | 0,0000 | 4,7 | 4                   |

(1) nm (30°C/60 giây)

[Bảng 12A]

Ảnh hưởng của loại chất liên kết azol silan và hiệu quả của tosylic axit (ion axit hữu cơ)

|                  | Chất liên kết azol silan |               | Axit                    |               | Muối   |               | Kiềm     |               | Hợp chất đồng           |               | Chất phụ gia |               |
|------------------|--------------------------|---------------|-------------------------|---------------|--------|---------------|----------|---------------|-------------------------|---------------|--------------|---------------|
|                  | Loại                     | % trọng lượng | Loại                    | % trọng lượng | Loại   | % trọng lượng | Loại     | % trọng lượng | Loại                    | % trọng lượng | Loại         | % trọng lượng |
| Ví dụ 39         | AS-2                     | 0,43          | Axit focmic 76%         | 7,32          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 9,00          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 11 | AS-2                     | 0,43          | Axit focmic 76%         | 6,32          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 7,75          | -                       | -             | -            | -             |
| Ví dụ 40         | AS-3                     | 0,38          | Axit focmic 76%         | 6,58          | Na2SO4 | 2,00          | NaOH 48% | 5,60          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 12 | AS-3                     | 0,38          | Axit focmic 76%         | 6,58          | -      | -             | NaOH 48% | 5,60          | Đồng format tetrahydrat | 0,053         | -            | -             |
| Ví dụ 41         | AS-4                     | 0,41          | Tosylic axit monohydrat | 5,40          | Na2SO4 | 1,50          | NaOH 48% | 5,00          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 13 | AS-4                     | 0,41          | Tosylic axit monohydrat | 5,40          | Na2SO4 | 1,70          | NaOH 48% | 5,00          | -                       | -             | -            | -             |
| Ví dụ 42         | AS-5                     | 0,59          | Axit focmic 76%         | 6,32          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 8,00          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | EGBE         | 2,00          |
| Ví dụ so sánh 14 | AS-5                     | 0,59          | Axit focmic 76%         | 6,32          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 8,00          | -                       | -             | EGBE         | 2,00          |
| Ví dụ 43         | AS-6                     | 0,45          | Axit focmic 76%         | 6,58          | Na2SO4 | 1,50          | NaOH 48% | 7,25          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 15 | AS-6                     | 0,45          | Axit focmic 76%         | 6,58          | -      | -             | NaOH 48% | 7,25          | Đồng format tetrahydrat | 0,053         | -            | -             |
| Ví dụ 44         | AS-7                     | 0,43          | Axit focmic 76%         | 7,89          | Na2SO4 | 1,50          | NaOH 48% | 7,25          | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 16 | AS-7                     | 0,43          | Axit focmic 76%         | 7,89          | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 7,25          | -                       | -             | -            | -             |
| Ví dụ 45         | AS-8                     | 0,45          | Axit focmic 76%         | 12,63         | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 36,31         | Đồng sulfat pentahydrat | 0,059         | -            | -             |
| Ví dụ so sánh 17 | AS-8                     | 0,45          | Axit focmic 76%         | 12,63         | Na2SO4 | 3,00          | NaOH 48% | 36,31         | -                       | -             | -            | -             |

-: Không được sử dụng.

[Bảng 12B]

Ảnh hưởng của loại chất liên kết azol silan và hiệu quả của tosylic axit (ion axit hữu cơ)

|                  | Độ sạch | Nguyên tử silic |        | Ion axit hữu cơ |        | Ion axit vô cơ |        | Ion kim loại kiềm và ion amoni |        | Ion Cu        |        | pH  | Tốc độ tạo màng (1) |
|------------------|---------|-----------------|--------|-----------------|--------|----------------|--------|--------------------------------|--------|---------------|--------|-----|---------------------|
|                  |         | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng   | mol/kg | % trọng lượng  | mol/kg | % trọng lượng                  | mol/kg | % trọng lượng | mol/kg |     |                     |
| Ví dụ 39         | A       | 0,046           | 0,016  | 5,44            | 1,21   | 2,05           | 0,21   | 3,46                           | 1,50   | 0,015         | 0,0024 | 5,0 | 241                 |
| Ví dụ so sánh 11 | A       | 0,046           | 0,016  | 4,70            | 1,04   | 2,03           | 0,21   | 3,11                           | 1,35   | 0,000         | 0,0000 | 5,0 | 48                  |
| Ví dụ 40         | A       | 0,046           | 0,016  | 4,89            | 1,09   | 1,38           | 0,14   | 2,19                           | 0,95   | 0,015         | 0,0024 | 4,0 | 185                 |
| Ví dụ so sánh 12 | A       | 0,046           | 0,016  | 4,90            | 1,09   | 0,00           | 0,00   | 1,55                           | 0,67   | 0,015         | 0,0023 | 4,0 | 84                  |
| Ví dụ 41         | A       | 0,047           | 0,017  | 4,86            | 0,28   | 1,04           | 0,11   | 1,87                           | 0,81   | 0,015         | 0,0024 | 2,8 | 212                 |
| Ví dụ so sánh 13 | A       | 0,047           | 0,017  | 4,86            | 0,28   | 1,15           | 0,12   | 1,93                           | 0,84   | 0,000         | 0,0000 | 2,8 | 4                   |
| Ví dụ 42         | B       | 0,046           | 0,016  | 4,70            | 1,04   | 2,05           | 0,21   | 3,18                           | 1,38   | 0,015         | 0,0024 | 4,7 | 32                  |
| Ví dụ so sánh 14 | B       | 0,047           | 0,017  | 4,70            | 1,04   | 2,03           | 0,21   | 3,18                           | 1,38   | 0,000         | 0,0000 | 4,7 | 6                   |
| Ví dụ 43         | B       | 0,046           | 0,016  | 4,89            | 1,09   | 1,04           | 0,11   | 2,49                           | 1,08   | 0,015         | 0,0024 | 4,5 | 58                  |
| Ví dụ so sánh 15 | B       | 0,046           | 0,016  | 4,90            | 1,09   | 0,00           | 0,00   | 2,00                           | 0,87   | 0,015         | 0,0023 | 4,5 | 21                  |
| Ví dụ 44         | A       | 0,047           | 0,017  | 5,87            | 1,30   | 1,04           | 0,11   | 2,49                           | 1,08   | 0,015         | 0,0024 | 4,3 | 286                 |
| Ví dụ so sánh 16 | A       | 0,047           | 0,017  | 5,87            | 1,30   | 2,03           | 0,21   | 2,97                           | 1,29   | 0,000         | 0,0000 | 4,3 | 2                   |
| Ví dụ 45         | A       | 0,046           | 0,016  | 9,39            | 2,09   | 2,05           | 0,21   | 10,99                          | 4,78   | 0,015         | 0,0024 | 6,0 | 98                  |
| Ví dụ so sánh 17 | A       | 0,046           | 0,016  | 9,39            | 2,09   | 2,03           | 0,21   | 10,99                          | 4,78   | 0,000         | 0,0000 | 6,0 | 50                  |

(1) nm (30°C/60 giây)

Từ bảng 2B đến bảng 12B, các nội dung sau đây là rõ ràng:

Khi cùng chất liên kết azol silan được sử dụng và các nồng độ nguyên tố silic là giống nhau, tốc độ tạo màng trong các ví dụ chứa ion axit hữu cơ, ion axit vô cơ, ion kim loại kiềm và/hoặc ion amoni, và ion đồng ngoài chất liên kết azol silan là đủ cao hơn so với trong các ví dụ so sánh không chứa ion axit hữu cơ, các ví dụ so sánh không chứa ion axit vô cơ, các ví dụ so sánh không chứa ion kim loại kiềm và ion amoni, và các ví dụ so sánh không chứa ion đồng.

Ngay cả khi các chất liên kết azol silan được sử dụng làm chất liên kết azol silan, tốc độ tạo màng được cải thiện đầy đủ hơn.

Ngay cả khi các ion khác nhau được sử dụng làm mỗi trong số ion axit hữu cơ, ion axit vô cơ, ion kim loại kiềm, và ion amoni, tốc độ tạo màng được cải thiện đầy đủ hơn.

FIG.1 là đồ thị thể hiện quan hệ giữa nồng độ nguyên tử silic và tốc độ tạo màng trong các ví dụ và các ví dụ so sánh được thể hiện trong các bảng 2A và 2B.

Từ FIG.1, rõ ràng là chất lỏng xử lý bề mặt chứa ion axit hữu cơ (A) có tốc độ tạo màng cao hơn đáng kể so với chất lỏng xử lý bề mặt không chứa ion axit hữu cơ (A).

#### Khả năng áp dụng công nghiệp

Chất lỏng xử lý bề mặt theo sáng chế hữu ích làm chất lỏng xử lý bề mặt kim loại để cải thiện độ dính giữa kim loại như mạch kim loại của bảng mạch in và vật liệu lõi kim loại của dây dẫn điện hoặc lớp trang trí và lớp nhựa (ví dụ, lớp nhựa cách điện) được tạo ra trên bề mặt của kim loại.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại bao gồm chất liên kết azol silan,  
chất lỏng xử lý bề mặt còn bao gồm:  
(A) ion axit hữu cơ có một đến ba nhóm axit trong một phân tử;  
(B) ion axit vô cơ;  
(C) ion kim loại kiềm và/hoặc ion amoni; và  
(D) ion đồng.
2. Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm 1, trong đó nồng độ nguyên tử silic được chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt nằm trong khoảng từ 0,010 đến 0,50% theo trọng lượng hoặc 0,0004 đến 0,36 mol/kg.
3. Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm 1 hoặc 2, trong đó ion axit hữu cơ được chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt có nồng độ nằm trong khoảng từ 1,00 đến 20,0% theo trọng lượng hoặc 0,0022 đến 11,1 mol/kg.
4. Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó ion axit vô cơ được chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt có nồng độ nằm trong khoảng từ 0,10 đến 10,0% theo trọng lượng hoặc 0,010 đến 1,04 mol/kg.
5. Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó tổng nồng độ của ion kim loại kiềm và ion amoni được chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt nằm trong khoảng từ 1,00 đến 20,0% theo trọng lượng hoặc 0,43 đến 8,70 mol/kg.
6. Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó ion đồng được chứa trong chất lỏng xử lý bề mặt có nồng độ nằm trong khoảng từ 0,001 đến 0,200% theo trọng lượng hoặc 0,00002 đến 0,16 mol/kg.
7. Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó chất lỏng xử lý bề mặt có độ pH trong khoảng từ 1,0 đến 12,0.

8. Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo các điểm từ 1 đến 7, trong đó chất liên kết azol silan là một hoặc nhiều loại trong số các hợp chất azol silan được chọn từ nhóm bao gồm hợp chất monoazol silan, hợp chất diazol silan, hợp chất triazol silan, và hợp chất tetrazol silan.

9. Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó nhóm axit là nhóm carboxyl, nhóm axit sulfonic, hoặc hỗn hợp của chúng, và

ion axit hữu cơ (A) là axit hữu cơ anion trong đó nhóm axit được anion hóa.

10. Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó ion axit vô cơ (B) là một hoặc nhiều loại trong số các ion được chọn từ nhóm bao gồm ion sulfat, ion nitrat, ion phosphat, và ion clorua.

11. Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó ion kim loại kiềm và/hoặc ion amoni (C) là một hoặc nhiều loại trong số các ion được chọn từ nhóm bao gồm ion lithi, ion natri, ion kali, và ion amoni.

12. Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, trong đó kim loại là đồng hoặc hợp kim đồng.

13. Chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12, trong đó kim loại là mạch kim loại của bảng mạch in.

14. Sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt kim loại, bao gồm chất liên kết azol silan,

sản phẩm cô chất lỏng còn bao gồm ion axit hữu cơ; ion axit vô cơ; ion kim loại kiềm và/hoặc ion amoni; và ion đồng,

trong đó nồng độ nguyên tử silic được chứa trong sản phẩm cô chất lỏng nằm trong khoảng từ 0,10 đến 1,00% theo trọng lượng.

15. Sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm 14, trong đó chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13 được sản

xuất bằng cách pha loãng sản phẩm cô chất lỏng của chất lỏng xử lý bề mặt kim loại với nước.

16. Bộ chất lỏng xử lý bề mặt kim loại, bao gồm chất lỏng thứ nhất và chất lỏng thứ hai, để sản xuất chất lỏng xử lý bề mặt kim loại bao gồm chất liên kết azol silan, ion axit hữu cơ, ion axit vô cơ, ion kim loại kiềm và/hoặc ion amoni, và ion đồng bằng cách trộn lẫn nhau chất lỏng thứ nhất và chất lỏng thứ hai,

trong đó

chất liên kết azol silan được chứa trong chất lỏng thứ nhất,

ion axit hữu cơ, ion axit vô cơ, ion kim loại kiềm và/hoặc ion amoni, và ion đồng mỗi loại độc lập được chứa trong chất lỏng thứ nhất và/hoặc chất lỏng thứ hai, và

nồng độ nguyên tử silic được chứa trong chất lỏng thứ nhất nằm trong khoảng từ 0,033 đến 1,00% theo trọng lượng.

17. Bộ chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm 16, trong đó chất lỏng xử lý bề mặt kim loại là chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13.

18. Phương pháp xử lý bề mặt kim loại, bao gồm bước làm cho chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13 tiếp xúc với bề mặt của kim loại.

19. Phương pháp sản xuất bảng mạch in, phương pháp bao gồm bước làm cho chất lỏng xử lý bề mặt kim loại theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13 tiếp xúc với bề mặt của mạch kim loại của bảng mạch in để tạo thành màng hóa học.

*Fig.1*