



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

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

(11)



1-0038477

(51)^{2019.01} C25D 3/38; C25D 3/58

(13) B

(21) 1-2020-00310

(22) 31/05/2018

(86) PCT/EP2018/064337 31/05/2018

(87) WO2018/228821 20/12/2018

(30) 17176308.9 16/06/2017 EP

(45) 25/01/2024 430

(43) 25/03/2020 384ASC

(73) ATOTECH DEUTSCHLAND GmbH (DE)

Erasmusstraße 20, 10553 Berlin, Germany

(72) WACHTER, Philipp (DE); KRETSCHMER, Stefan (DE).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) DUNG DỊCH NƯỚC MẠ ĐIỆN CÓ TÍNH AXIT TẠO LỚP PHỦ ĐỒNG VÀ
PHƯƠNG PHÁP LẮNG PHỦ ĐIỆN PHÂN TẠO LỚP PHỦ ĐỒNG TRÊN NỀN
TỪ DUNG DỊCH NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng chứa: các ion đồng; ít nhất một axit; các ion halogenua; ít nhất một hợp chất chứa lưu huỳnh được chọn từ nhóm bao gồm natri 3-mercaptopropylsulfonat, bis(natrisulfopropyl)disulfua, 3-(N,N-đimetylthiocarbamoyl)-thioaxit propansulfonic hoặc muối natri tương ứng của nó và hỗn hợp của chúng; ít nhất một sản phẩm phản ứng amin của dietylamin với epiclohydrin hoặc sản phẩm phản ứng amin của isobutyl amin với epiclohydrin hoặc hỗn hợp của các sản phẩm phản ứng này; ít nhất một hợp chất etylen điamin được chọn từ nhóm bao gồm các polyme khối EO-PO được gắn, các polyme khối EO-PO được gắn và các nhóm sulfosuccinat và hỗn hợp của chúng; ít nhất một sản phẩm phản ứng là hợp chất thơm của benzylclorua với ít nhất một polyalkylenimin và phương pháp lắng phủ điện phân tạo lớp phủ đồng bằng cách sử dụng dung dịch mạ điện này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng, và phương pháp lắng phủ điện phân tạo lớp phủ đồng, cụ thể là lớp phủ đồng sáng bóng và đồng nhất.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các phương pháp và dung dịch lắng phủ khác nhau dùng để mạ đồng được sử dụng để tạo ra bề mặt trang trí sáng bóng và phẳng, các bề mặt lớn, ví dụ, trên các vật liệu làm bằng kim loại hoặc chất dẻo. Không kể các tác dụng khác, các phương pháp và dung dịch này được sử dụng để tạo ra các lớp dẻo, ví dụ, trong lĩnh vực lớp phủ trang trí dùng cho thiết bị vệ sinh hoặc ô tô, nơi cần có các lớp đồng trung gian để lắng phủ tiếp đó lên các lớp kim loại khác, ví dụ, để bảo vệ chống ăn mòn và/hoặc các lớp trang trí.

Về bên ngoài đồng nhất và sáng bóng đặc biệt là cần thiết đối với các lớp kim loại cuối trên bề mặt nền sử dụng. Độ đồng nhất của bề mặt có thể dễ dàng có được trên các nền mà không có hình dạng phức tạp vì sự phân bố mật độ dòng điện trong khi mạ điện lớp đồng bên trong khoảng hẹp.

Các chất phụ gia khác nhau đã biết làm chất làm sáng bóng, chất làm phẳng, chất hoạt động bề mặt có thể được bổ sung vào, các chất này chịu trách nhiệm về chất lượng của lớp lắng phủ vì có, ví dụ, sự phân bố về độ sáng bóng và lắng phủ phẳng và cũng về các đặc tính của dung dịch lắng phủ vì mật độ dòng điện chạy qua và độ ổn định của dung dịch.

Việc sử dụng các loại thuốc nhuộm nhất định là các hợp chất phenazin và các dẫn xuất của chúng để tạo ra các lớp đồng sáng bóng đã được biết đến từ lâu. Các hợp chất phenazin này, được mô tả, ví dụ, trong DE 947 656 C1, được sử dụng làm các chất phụ gia trong dung dịch điện phân để tạo ra lớp phủ đồng.

US 2008210569 A1 mô tả dung dịch nước axit dùng để lắng phủ điện phân lớp lắng phủ đồng bằng cách sử dụng hợp chất polyvinylamoni để tạo ra các bề mặt trang trí sáng bóng và phẳng.

Việc sử dụng các sản phẩm phản ứng của polyalkanolamin với chất alkyl hóa hoặc chất tạo bậc bốn (Patent Mỹ số 4,110,176) và của polyalkylen imin với epiclohydrin và chất alkyl hóa (EP 0 068 807 A2) làm chất phụ gia trong dung dịch mạ đồng thay vì thuốc nhuộm để tạo ra các lớp phủ sáng bóng và phẳng cũng đã được đề cập.

DE 196 43 091 A 1 mô tả chế phẩm dùng để xử lý các bề mặt kim loại hoặc được kim loại hóa, chế phẩm này chứa các sản phẩm phản ứng hòa tan trong nước của polyamidoimin và/hoặc polyimin hòa tan trong nước với epiclohydrin, cũng như việc sử dụng chế phẩm này trong dung dịch mạ đồng, mạ kim loại quý hoặc mạ hợp kim và phương pháp sản xuất các chế phẩm này. Mặc dù các dung dịch mạ này được mô tả là cho phép có được lớp lắng phủ đồng dẻo phân bố tốt, nhưng các lớp phủ này lại cho thấy hầu như không phẳng và do đó là không thích hợp đối với mục đích trang trí.

EP 1 197 587 A2 mô tả các chế phẩm chứa các ion kim loại và các hợp chất ức chế chứa các nguyên tử khác loại mạch nhánh. Chế phẩm này có thể được sử dụng để sửa chữa và mạ điện các lớp hạt.

US 4,336,114 mô tả chế phẩm và phương pháp lắng phủ điện phân lớp lắng phủ đồng phẳng, sáng bóng, dẻo từ dung dịch nước điện phân mạ đồng có tính axit, đặc biệt thích hợp để mạ các bảng mạch điện tử chứa hỗn hợp làm sáng bóng và làm phẳng chứa (a) gốc phtaloxyanin được thể hòa tan trong dung dịch, (b) sản phẩm cộng hòa tan trong dung dịch chứa alkyl amin bậc ba với polyepiclohydrin, (c) hợp chất lưu huỳnh hữu cơ có hoá trị hai hòa tan trong dung dịch, và (d) sản phẩm phản ứng hòa tan trong dung dịch chứa polyetylenimin và chất alkyl hóa mà sẽ alkyl hóa nitơ trên polyetylenimin để tạo ra nitơ bậc bốn.

US 2,842,488 mô tả quy trình tạo ra lớp lắng phủ đồng sáng bóng bằng cách mạ điện từ dung dịch mạ đồng có tính axit chứa nước cứng, các muối đồng loại công nghiệp và chất làm sáng bóng là axit sulfonic.

Tuy nhiên, trong trường hợp nền cần được phủ có hình dạng phức tạp hoặc có các cấu trúc như các hình chạm nổi nhỏ có các chữ hoặc biểu tượng trên bề mặt nền cần được

mạ, thì dòng chất điện phân và mật độ dòng điện cục bộ trên bề mặt có thể thay đổi trong khi mạ điện trong một khoảng rộng khiến tạo ra các khuyết tật mạ. Nền thông thường có hình dạng phức tạp hoặc bề mặt cần được mạ bằng lớp lắng phủ kim loại là, ví dụ, các bộ phận bên trong ô tô, mặt trước của các tấm lưới hoặc các biểu tượng có các hình hình chạm nổi hoặc các chữ viết, ví dụ, của nhà sản xuất xe hơi.

Ngoài ra, một số chất điện phân đồng nêu trên không cho phép sử dụng mật độ dòng điện cao như muốn có để mạ điện. Các chất phụ gia được mô tả này chỉ có hiệu quả đối với mật độ dòng điện nằm trong một khoảng hẹp.

Đối với các nền có có hình dạng phức tạp và/hoặc các bề mặt được tạo cấu trúc như vậy, các phương pháp và các dung dịch mạ đã biết là không đủ. Không thể tạo ra các bề mặt trang trí bảo giác và sáng bóng mà không có các tác dụng không mong muốn như các cấu trúc sần sùi, các khuyết tật thủy động, các vết lõm và lỗi. Hơn thế nữa, khi sử dụng các dung dịch đã biết này, không thể có được tính năng san phẳng tốt mà không ảnh hưởng đến vẻ bên ngoài sáng bóng của lớp bề mặt và sử dụng mật độ dòng điện cao hơn.

Đặc biệt là, các cấu trúc nhỏ có các phần nhô ra, các hốc lõm với độ sâu khác nhau hoặc các phần đồng với độ dày tăng không mong muốn khác nhau dẫn đến bề mặt ngoài không đều, khiến cho lớp phủ sẽ không theo đúng hình dạng của cấu trúc này.

Hơn thế nữa, thường không thể có được chất lượng đều của lớp lắng phủ đồng, đặc biệt có đặc tính sáng bóng, tức là sáng bóng như gương, phẳng và dẻo.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do vậy, mục đích của sáng chế là khắc phục các nhược điểm của dung dịch mạ đồng và phương pháp đã biết trong khi mạ kim loại lên các phôi gia công, như nền bằng kim loại hoặc chất dẻo, và cụ thể hơn là đề xuất các chất phụ gia cho phép luôn tạo ra lớp phủ đồng đặc biệt là sáng bóng cũng như phẳng và dẻo .

Mục đích khác của sáng chế là cho phép có thể tránh được các nhược điểm đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này và đề xuất dung dịch mạ điện và phương pháp lắng phủ đồng.

Mục đích khác của sáng chế là có thể cải thiện tính năng mạ cao nhất có thể bằng cách sử dụng mật độ dòng điện cao, nhưng đồng thời tránh được việc tạo lớp phủ không đều trên các hình dạng phức tạp và/hoặc các bề mặt được tạo cấu trúc khi sử dụng mật độ dòng điện cao này.

Mục đích của sáng chế đạt được bằng cách đề xuất dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng chứa:

- các ion đồng;
- ít nhất một axit;
- các ion halogenua;
- ít nhất một hợp chất chứa lưu huỳnh được chọn từ nhóm bao gồm natri 3-mercaptopropylsulfonat, bis(natrissulfopropyl)disulfua, 3-(N,N-dimethylthiocarbamoyl)-thioaxit propansulfonic hoặc muối natri tương ứng của nó và hỗn hợp của chúng;
- ít nhất một sản phẩm phản ứng amin của dietylamín với epiclohydrin hoặc sản phẩm phản ứng amin của isobutyl amin với epiclohydrin hoặc hỗn hợp của các sản phẩm phản ứng này, trong đó ít nhất một sản phẩm phản ứng amin của dietylamín với epiclohydrin hoặc isobutyl amin với epiclohydrin chứa hỗn hợp của ít nhất các hợp chất amoni bậc ba và/hoặc bậc bốn;
- ít nhất một hợp chất etylen điamin được chọn từ nhóm bao gồm các polyme khối EO-PO được gắn, các polyme khối EO-PO được gắn và các nhóm sulfosuccinat và hỗn hợp của chúng;
- ít nhất một sản phẩm phản ứng là hợp chất thơm của benzylclorua với ít nhất một polyalkylenimin trong đó ít nhất một sản phẩm phản ứng là hợp chất thơm chứa polyalkylenimin được benzyl hóa hoặc polyalkylenimin được benzyl hóa tạo nên hỗn hợp.

Mục đích này còn đạt được bằng cách phương pháp để lắng phủ điện phân tạo lớp phủ đồng, cụ thể là lớp phủ đồng sáng bóng và đồng nhất, trên nền từ dung dịch mạ điện nêu trên lần lượt bao gồm các bước sau:

- chuẩn bị nền có bề mặt cần được mạ điện,
- cho nền này tiếp xúc với dung dịch, và
- cho một dòng điện chạy qua nền và anốt và nhờ đó lắng phủ lớp phủ đồng trên bề mặt nền.

Có lợi nếu, dung dịch mạ điện theo sáng chế có thể được sử dụng để tạo ra lớp phủ đồng phẳng sáng bóng trên các nền bằng cách điện phân dùng để tạo ra các bề mặt trang trí và/hoặc dẻo cho các nền này. Tính năng làm phẳng tốt này có thể thấy được, ví dụ, ở chỗ lớp phủ đồng giảm đáng kể khả năng xuất hiện các khuyết tật từ nền, ví dụ, từ bề mặt làm bằng chất dẻo. Đặc biệt, dung dịch này có thể được sử dụng để mạ đồng trang trí cho các bộ phận làm bằng chất dẻo trong lĩnh vực và công nghiệp ô tô mà, cụ thể, có hình dạng phức tạp.

Với dung dịch và phương pháp mạ điện theo sáng chế, các lớp phủ đồng thu được còn có vẻ bên ngoài sáng bóng và đồng nhất và đồng thời các lớp phủ này là rất phù hợp với hình chạm nổi và các cấu trúc bên trong bề mặt nền có hình dạng phức tạp. Các khuyết tật sần sùi (vỏ cam) và thủy động (các khuyết tật bề mặt gây ra bởi độ dày của lớp Cu tăng cục bộ và mạnh làm cho các hình chạm nổi tròn, mềm thay vì thay vì các hình chạm nổi bảo giác ví dụ, như các kiểu chữ viết) ở các phần nhô ra trong bề mặt nền được giảm mạnh. Các hình chạm nổi là các yếu tố cấu trúc có các phần chìm và/hoặc nổi trên bề mặt nền này.

Hơn thế nữa, đồng thường ít bị thiêu kết và tích tụ ở các gờ của nền hoặc ở các hình chạm nổi trên bề mặt và ít nhạy cảm hơn với các hốc và các lỗ được quan sát. Nếu ngoài tính năng làm phẳng cao hơn, độ sáng bóng của lớp phủ vẫn cần được cải thiện, thì nồng độ của các chất phụ gia sau - sản phẩm phản ứng amin, hợp chất etylen điamin và sản phẩm phản ứng là hợp chất thơm - có thể được điều chỉnh ở nồng độ cao hơn để tạo ra các lớp phủ phẳng hơn, trong đó đồng thời các khuyết tật thủy động được tạo ra.

Cụ thể, thuật ngữ "hình dạng phức tạp" liên quan đến nền cần được mạ bằng phương pháp theo sáng chế được xác định trong bản mô tả này là hình dạng mà tạo ra các nhiễu

loạn cục bộ tạo ra sự vận chuyển khối cục bộ khác nhau nhiều đến bề mặt trong khi mạ điện vì các hình chạm nổi và các cấu trúc nhỏ trên bề mặt nền. Trái lại, nền có, ví dụ, hình dạng dạng tấm gần như phẳng, như dải kim loại không được coi là nền có hình dạng phức tạp.

Sự kết hợp của các chất phụ gia khác nhau là hữu ích ở các nồng độ khác nhau để lắng phủ ở thời điểm mạ hợp lý lớp phủ đồng lên các hình chạm nổi và các cấu trúc của nền cần được mạ nhưng đồng thời, ví dụ, không làm sùi các hình chạm nổi và các cấu trúc này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án được ưu tiên của sáng chế sẽ được giải thích một cách chi tiết trong các ví dụ dưới đây.

Dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng theo sáng chế hầu như không chứa các thuốc nhuộm hoặc chất phụ gia chứa thuốc nhuộm. Điều này có nghĩa là, không một thuốc nhuộm hoặc chất phụ gia chứa thuốc nhuộm, như thuốc nhuộm phenazin, đặc biệt là không có thuốc nhuộm màu mạnh trong điều kiện ánh sáng nhìn thấy được (VIS) được bổ sung vào dung dịch mạ điện vì các chất phụ gia chứa thuốc nhuộm có nhược điểm là các tác dụng làm phẳng mạnh không mong muốn và cũng có màu sắc rất mạnh mà làm biến dung dịch chất điện phân, thiết bị và xung quanh dung dịch mạ.

Dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng cơ bản có thể thay đổi trong giới hạn rộng. Nói chung, dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng được sử dụng, có: các ion đồng (II), tốt hơn là với nồng độ nằm trong khoảng từ 20 đến 300 g/l, tốt hơn thế nữa nếu nằm trong khoảng từ 120 đến 270 g/l; ít nhất một axit, tốt hơn là với nồng độ nằm trong khoảng từ 50 đến 350 g/l, tốt hơn thế nữa nếu nằm trong khoảng từ 50 đến 150 g/l; các ion halogenua, tốt hơn là, với nồng độ nằm trong khoảng từ 10 đến 250 mg/l, tốt hơn thế nữa nếu nằm trong khoảng từ 40 đến 160 mg/l; hợp chất chứa lưu huỳnh được chọn từ nhóm bao gồm natri 3-mercaptopropylsulfonat, bis(natri sulfopropyl)disulfua (SPS), 3-(N,N-đimetylthiocarbamoyl)-thioaxit propansulfonic muối natri tương ứng của nó và hỗn hợp của chúng được bổ sung vào

dung dịch mạ điện theo sáng chế, tốt hơn là với nồng độ nằm trong khoảng từ 2 đến 70 mg/l, tốt Hơn thế nữa nếu nằm trong khoảng từ 5 đến 50 mg/l.

Để làm nguồn ion đồng, tốt hơn là, đồng (II) sulfat ($\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$) được sử dụng. Ít nhất một phần, các muối đồng không phải là đồng sulfat có thể được sử dụng.

Tốt hơn là, ít nhất một axit được chọn từ nhóm bao gồm axit vô cơ, axit alkylsulfonic, và hỗn hợp của chúng. Theo phương án được ưu tiên, axit vô cơ là ít nhất một axit là axit sulfuric và/hoặc axit clohydric, mà cũng có thể được thay một phần bằng axit metansulfonic và/hoặc axit propansulfonic. Tốt hơn là, trị số pH của dung dịch này là 1 hoặc nhỏ hơn 1.

Tốt hơn là, để làm các ion halogenua, các ion clorua được sử dụng và được bổ sung vào, tốt hơn là dưới dạng clorua kiềm (ví dụ natri clorua) hoặc dưới dạng axit clohydric. Việc bổ sung các ion halogenua có thể được bỏ qua một phần hoặc toàn bộ nếu các hợp chất hoặc các sản phẩm phản ứng của dung dịch mạ điện theo sáng chế đã chứa các ion halogenua.

Để hoàn thành và tạo ra dung dịch mạ điện theo sáng chế, các hợp chất và các sản phẩm phản ứng tiếp theo được bổ sung vào dung dịch mạ điện cơ bản này.

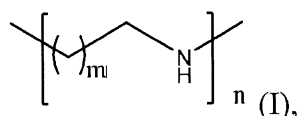
Nồng độ của sản phẩm phản ứng amin của diethylamin với epiclohydric trong dung dịch mạ điện và nồng độ của sản phẩm phản ứng amin của isobutyl amin với epiclohydric trong dung dịch mạ điện này nằm trong khoảng từ 5 đến 200 mg/l. Nếu hỗn hợp chứa các sản phẩm phản ứng amin được sử dụng, thì tổng nồng độ của hỗn hợp trong dung dịch này nằm trong khoảng từ 5 đến 200 mg/l.

Theo sáng chế, sản phẩm phản ứng amin của diethylamin với epiclohydric hoặc isobutyl amin với epiclohydric chứa hỗn hợp của ít nhất các hợp chất amoni bậc ba và/hoặc bậc bốn, tốt Hơn thế nữa là cả các sản phẩm phản ứng bao gồm các hợp chất amoni bậc bốn. Theo phương án được ưu tiên, sản phẩm phản ứng amin của diethylamin với epiclohydric là sản phẩm có thể thu được theo CAS-No. 88907-36-2, CAS-No. 80848-16-4 hoặc CAS-No. 80848-02-8.

Ít nhất một polyalkylenimin được sử dụng để phản ứng với benzylclorua có, tốt hơn là 2 hoặc nhiều nguyên tử nitơ, tốt hơn là 2 đến 60 nguyên tử nitơ, tốt Hơn thế nữa là 2

đến 50 nguyên tử nitơ, tốt nhất là 5 đến 40 nguyên tử nitơ hoặc 10 đến 25 nguyên tử nitơ.

Tốt hơn là, polyalkylenimin có công thức chung (I),



trong đó m và n là số nguyên và m nằm trong khoảng 1 – 2 và $n > 2$, tốt hơn là 2 – 60, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 2 đến 50, tốt nhất là nằm trong khoảng từ 5 đến 40 hoặc nằm trong khoảng từ 10 đến 25.

Polyalkylenimin được sử dụng có thể là polyalkylenimin mạch nhánh hoặc mạch thẳng polyalkylenimin hoặc hỗn hợp của chúng. Mạch thẳng polyalkylenimin chứa chủ yếu là các nhóm amino bậc hai. Polyalkylenimin mạch nhánh chứa các nhóm amino bậc một, bậc hai và bậc ba. Tốt hơn là, polyalkylenimin là polyetylenimin hoặc polypropylenimin.

Trong bản mô tả này, ít nhất một sản phẩm phản ứng là hợp chất thơm của benzylclorua với polyalkylenimin được dùng để chỉ các sản phẩm phản ứng của benzylclorua với một hoặc nhiều polyalkylenimin dẫn đến polyalkylenimin được benzyl hóa hoặc polyalkylenimin được benzyl hóa tạo nên hỗn hợp. Mỗi polyalkylenimin được benzyl hóa hoặc polyalkylenimin được benzyl hóa trong hỗn hợp này có 2 hoặc nhiều nguyên tử nitơ, tốt hơn là 2 đến 60 nguyên tử nitơ, tốt hơn nữa là 2 đến 50 nguyên tử nitơ, tốt nhất là 5 đến 40 nguyên tử nitơ hoặc 10 đến 25 nguyên tử nitơ.

Theo một phương án của sáng chế, phản ứng của hỗn hợp polyalkylenimin có 5 đến 40 nguyên tử nitơ với benzylclorua tạo ra sản phẩm phản ứng là hợp chất thơm là polyalkylenimin được benzyl hóa có các nguyên tử nitơ, ví dụ 5 đến 40 nguyên tử nitơ tạo nên hỗn hợp.

Tốt hơn là, polyalkylenimin được benzyl hóa hoặc hỗn hợp của các polyalkylenimin được benzyl hóa chứa polyalkylenimin được benzyl hóa có các nhóm amin đã được benzyl hóa mà là các nhóm amin bậc một, bậc hai, hoặc bậc ba mà được benzyl hóa bằng 0 đến 3 nhóm benzyl và trong đó các nhóm amin đã được benzyl hóa bao gồm có

thể được liên kết với nhau bằng alkylen (trong lĩnh vực kỹ thuật này, còn được gọi là các nhóm alkanediyl) các nhóm với điều kiện ít nhất một nhóm amino được benzyl hóa.

Theo phương án được ưu tiên hơn, ít nhất một sản phẩm phản ứng là hợp chất thơm là sản phẩm phản ứng của benzylchlorua với polyetylenimin. Tốt hơn là, polyetylenimin có 2 đến 60 nguyên tử nitơ, tốt hơn nữa là có 2 đến 50 nguyên tử nitơ, tốt nhất là có 50 đến 40 nguyên tử nitơ hoặc 10 đến 25 nguyên tử nitơ. Tốt hơn nữa là, polyetylenimin có 2 đến 60 nguyên tử nitơ, tốt hơn nữa là có 2 đến 50 nguyên tử nitơ, tốt nhất là 5 đến 40 nguyên tử nitơ hoặc 10 đến 25 nguyên tử nitơ.

Theo phương án được ưu tiên hơn, polyalkylenimin được benzyl hóa là sản phẩm có thể thu được theo CAS-No. 68603-67-8.

Nồng độ của ít nhất một sản phẩm phản ứng là hợp chất thơm trong dung dịch mạ điện nằm trong khoảng từ 0,1 đến 6 mg/l, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1 đến 5 mg/l. Nếu hỗn hợp các sản phẩm phản ứng thơm này được sử dụng, thì tổng nồng độ của hỗn hợp này trong dung dịch mạ điện nằm trong khoảng từ 1 đến 5 mg/l.

Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, nồng độ trong dung dịch mạ điện của ít nhất một hợp chất etylen điamin chỉ có các polyme khối EO-PO được gắn, hoặc các polyme khối EO-PO được gắn và các nhóm sulfosuccinat hoặc hỗn hợp của chúng nằm trong khoảng từ 50 đến 400 mg/l. Trong bản mô tả này, các polyme khối EO-PO được dùng để chỉ các polyme không có các nhóm ở cuối mạch là các nhóm sulfosuccinat. Nếu hỗn hợp của các hợp chất etylen điamin được sử dụng, thì tổng nồng độ của hỗn hợp này trong dung dịch mạ điện nằm trong khoảng từ 50 đến 400 mg/l, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 20 đến 250 mg/l.

Tốt hơn là, polyme khối EO-PO được gắn của hợp chất etylen điamin có trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 500 đến 7000 g/mol và tốt hơn là polyme khối này có tỷ lệ EO/PO là 0,88.

Theo phương án được ưu tiên hơn, hợp chất etylen điamin chỉ có các polyme khối EO-PO được gắn là sản phẩm có thể thu được theo CAS No. 26316-40-5. Theo phương án được ưu tiên tiếp theo của hợp chất etylen điamin mà có các polyme khối EO-PO được gắn và các nhóm sulfosuccinat là sản phẩm có thể thu được theo CAS No. 26316-40-5sulf (sulf được dùng để chỉ việc đã được sulfosuccinat hóa).

Nếu ngoài tính năng làm phẳng cao hơn, độ sáng bóng của lớp phủ vẫn cần được cải thiện, thì nồng độ của các chất phụ gia - sản phẩm phản ứng amin, hợp chất etylen điamin và sản phẩm phản ứng là hợp chất thơm - có thể được điều chỉnh ở nồng độ cao hơn để tạo ra các lớp phủ phẳng hơn, trong đó nồng độ của ít nhất một sản phẩm phản ứng amin của diethylamin với epichlorhydrin nằm trong khoảng từ 50 đến 200 mg/l, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 50 đến 150 mg/l; nồng độ của ít nhất một hợp chất etylen điamin nằm trong khoảng từ 50 đến 400 mg/l và nồng độ của ít nhất một sản phẩm phản ứng là hợp chất thơm nằm trong khoảng từ 0,1 đến 6 mg/l.

Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, dung dịch mạ điện còn chứa ít nhất một chất ức chế được chọn từ nhóm bao gồm một hoặc nhiều polyetylen glycol có trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 1000 đến 20000 g/mol, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 3000 đến 10000 g/mol; polypropylen glycol có trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 400 đến 2000 g/mol; và co-polyme EO-PO (khối hoặc ngẫu nhiên) có trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 1000 đến 10000 g/mol, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1000 đến 1500 g/mol. Nồng độ của chất ức chế trong dung dịch này nằm trong khoảng từ 0,5 đến 200 mg/l. Nếu hỗn hợp của các chất ức chế này được sử dụng, thì tổng nồng độ của hỗn hợp này trong dung dịch mạ điện nằm trong khoảng từ 7 đến 200 mg/l.

Tốt hơn là, các chất ức chế có thể được sử dụng một mình hoặc kết hợp là PEG-DME 2000, PEG 6000, PEG 10000 và PPG 900.

Chất ức chế giúp ngăn ngừa hoặc làm giảm hơn thế nữa sự hình thành các lỗ trong lớp phủ đồng.

Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, dung dịch mạ điện còn chứa các ion Fe (II) với nồng độ nằm trong khoảng từ 50 đến 1000 mg/l. Việc bổ sung ion Fe (II) có ảnh hưởng tích cực đến việc tiêu thụ các chất phụ gia hữu cơ. Tốt hơn là, ion Fe (II) thu được từ muối sắt hòa tan trong nước, ví dụ $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$.

Ngoài ra, sáng chế còn đề xuất phương pháp để lắng phủ điện phân tạo lớp phủ đồng trên nền từ dung dịch mạ điện theo sáng chế nêu trên lần lượt bao gồm các bước sau:

- chuẩn bị nền có bề mặt cần được mạ điện,
- cho nền tiếp xúc với dung dịch mạ điện, và

- cho một dòng điện chạy qua nền và anốt, và nhờ đó lắng phủ lớp phủ đồng trên bề mặt nền.

Tốt hơn là, các điều kiện vận hành của dung dịch trong khi lắng phủ có thể được điều chỉnh như sau:

Trị số pH:	< 1,
Nhiệt độ:	15°C đến 45°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 20° đến 35°C,
Mật độ dòng điện catot:	0,5 đến 12 A/dm ² , tốt hơn là từ 2 đến 6 A/dm ²

Sự chuyển động của chất điện phân có thể bị gây ra bởi sự luana chuyển của chất điện phân, sự chuyển động của catot và/hoặc sự thổi của không khí.

Các ví dụ sau được sử dụng để giải thích sáng chế mà không làm giới hạn phạm vi của sáng chế:

Phương pháp chung:

Các thử nghiệm mạ được tiến hành trong hệ thống mạ Hull-cell để mô phỏng một khoảng rộng mật độ dòng điện cục bộ trên nền ("tấm mạ Hull-cell") trong khi mạ điện. Vật liệu nền là đồng thau có kích thước 100 mm x 75 mm.

Hiệu quả kỹ thuật mong muốn của đặc tính độ sáng bóng được cải thiện của dung dịch mạ được xác định bằng cách đánh giá bằng mắt các lớp phủ đồng được lắng phủ về độ sáng bóng trên toàn bộ tấm mạ Hull-cell. Việc kiểm tra các tấm mạ Hull-cell được thực hiện từ điểm mật độ dòng điện cục bộ cao (HCD) đến điểm mật độ dòng điện cục bộ thấp (LCD) của các tấm mạ Hull-cell. Điểm HCD được xác định là điểm bắt đầu từ mép bên trái của Hull-cell. Bắt đầu từ điểm này, mật độ dòng điện trên tấm mạ Hull-cell giảm dần từng bước một đến điểm LCD ở mép bên phải của tấm mạ Hull-cell. Khoảng cách từ mép bên trái đến mép bên phải của các tấm mạ Hull-cell được xác định là giá trị 100%, nếu không có thay đổi nào trên độ dài 100 mm về độ sáng bóng theo hướng đến điểm LCD được quan sát. Nếu, ví dụ 90% khoảng cách theo hướng đến điểm LCD là không thay đổi, thì 10% còn lại của khoảng cách theo hướng đến điểm LCD của tấm mạ Hull-cell là giảm về chất lượng độ sáng bóng so với 90% còn lại.

Đặc tính độ sáng bóng của dung dịch mạ được thử nghiệm được xác định bằng cách đánh giá bằng mắt tấm mạ Hull-cell giữa các điểm HCD và LCD, và hiệu quả của các chất phụ gia khác nhau một mình hoặc kết hợp được xác định bằng cách so sánh các tấm được tạo ra, bằng cách sử dụng dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng cơ bản với các chất phụ gia khác một mình hoặc kết hợp như được giải thích trong phần các ví dụ thực hiện sáng chế dưới đây.

Dòng điện được cho chạy qua mép bên trái của tấm mạ Hull-cell là 2A. Thời gian mạ là 10 phút. Nhiệt độ của dung dịch là 25°C.

Dung dịch nước mạ đồng có tính axit cơ bản:

$\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$	220,0	g/l
Axit sulfuric (96 % khối lượng)	70,0	g/l
NaCl	80,0	mg/l

Nồng độ của các chất phụ gia trong các ví dụ là nồng độ cuối của dung dịch mạ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1-3 (các ví dụ so sánh)

Ví dụ 1

Đặc tính độ sáng bóng của dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng cơ bản chứa 1a) 20 mg/l 3-mercaptopropylsulfonat (SPS) và 200 mg/l PEG 6000, 1b) chế phẩm 1a) + 30 mg/l sản phẩm phản ứng amin của diethylamin với epichlorhydrin (CAS-No. 88907-36-2), 1c) chế phẩm 1b) + 40 mg/l hợp chất etylen điamin có các polyme khối EO-PO được gắn (EO-PO EDA; CAS No. 26316-40-5) được thử nghiệm.

Tấm mạ Hull-cell đã cho thấy:

- 1a) 60% lớp phủ sáng bóng trung bình đến sáng bóng kém và 40% lớp phủ có vẻ bên ngoài bóng sa tanh;
- 1b) 70% lớp phủ sáng có độ bóng kém và 30% lớp phủ có vẻ bên ngoài bóng sa tanh;
- 1c) 80% lớp phủ sáng có độ bóng kém và 20% lớp phủ có vẻ bên ngoài bóng sa tanh.

Ví dụ 2

Đặc tính độ sáng bóng của dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng cơ bản chứa: 2a) 5 mg/l SPS, 50 mg/l PEG 6000 và 80 mg/l hợp chất etylen điamin có các polyme khối EO-PO được gắn (EO-PO EDA; CAS No. 26316-40-5), 2b) chế phẩm 2a) + 25 mg/l sản phẩm phản ứng amin của diethylamin với epichlorhydrin (CAS-No. 88907-36-2), 2c) chế phẩm 2b) + 25 mg/l sản phẩm phản ứng amin của diethylamin với epichlorhydrin (CAS-No. 88907-36-2), 2d) chế phẩm 2c) + 50 mg/l sản phẩm phản ứng amin của diethylamin với epichlorhydrin (CAS-No. 88907-36-2) được thử nghiệm.

Tấm mạ Hull-cell đã cho thấy:

- 2a) 70% lớp phủ sáng bóng trung bình đến sáng bóng kém và 30% lớp phủ có vẻ bên ngoài bóng sa tanh;
- 2b) 70% lớp phủ sáng bóng trung bình đến sáng bóng kém và 30% lớp phủ có vẻ bên ngoài bóng sa tanh;
- 2c) 70% lớp phủ sáng bóng trung bình đến sáng bóng kém và 30% lớp phủ có vẻ bên ngoài bóng sa tanh;
- 2d) 70% lớp phủ sáng bóng trung bình đến sáng bóng kém và 30% lớp phủ có vẻ bên ngoài bóng sa tanh.

Ví dụ 3

Đặc tính độ sáng bóng của dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng cơ bản chứa: 3a) 20 mg/l SPS và 200 mg/l EO-PO (ngẫu nhiên, average mol mass M_w : 1100-1300 g/mol) 3b) chế phẩm 3a) + 0,8 mg/l polyalkylenimin được benzyl hóa (CAS-No. 68603-67-8); 3c) chế phẩm 3a) + 1,6 mg/l polyalkylenimin được benzyl hóa (CAS-No. 68603-67-8); và 3d) chế phẩm 3a) + 3,2 mg/l polyalkylenimin được benzyl hóa (CAS-No. 68603-67-8) được thử nghiệm.

Tấm mạ Hull-cell đã cho thấy:

- a) 75% lớp phủ sáng bóng trung bình đến sáng bóng kém;
- b) 85% lớp phủ sáng bóng trung bình đến sáng bóng kém;
- c) 50% lớp phủ sáng bóng và 50% sáng bóng sa tanh;
- d) 65% lớp phủ sáng bóng và 35% sáng bóng sa tanh.

Ví dụ 4 (Ví dụ theo sáng chế)

Đặc tính độ sáng bóng của dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng cơ bản chứa : 4a) 5 mg/l SPS, 50 mg/l PEG 6000, 40 mg/l hợp chất etylen điamin có các polyme khối EO-PO được gắn (EO-PO EDA; CAS No. 26316-40-5), 30 mg/l sản phẩm phản ứng amin của diethylamin với epichlorhydrin (CAS-No. 88907-36-2), và 0,4 mg/l polyalkylenimin được benzyl hóa (CAS-No. 68603-67-8) được thử nghiệm.

Tấm mạ Hull-cell đã cho thấy:

4a) 85% lớp phủ sáng bóng và 15% lớp phủ sáng bóng sa tanh.

Các ví dụ 5 – 7 (Các ví dụ theo sáng chế)

Đối với các ví dụ theo sáng chế sau, các nền có thể so sánh được sử dụng làm ở trên nhưng các nền này được tạo ra với các vết xước được bố trí giống nhau trên toàn bộ bề mặt của nền. Đối với dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng cơ bản, có sự thay đổi một chút về nồng độ của SPS từ 7 đến 31 mg/l trong các ví dụ:

CuSO ₄ x 5H ₂ O	220,0 g/l
Axit sulfuric (96% khối lượng)	70,0 g/l
NaCl	130,0 mg/l

Hiệu quả kỹ thuật mong muốn của độ sáng bóng và tính năng làm phẳng được cải thiện của dung dịch mạ lại được xác định bằng cách đánh giá bằng mắt các lớp phủ đồng được lắng phủ về độ sáng bóng và độ phẳng trên toàn bộ tấm mạ Hull-cell.

Các ví dụ này đã cho thấy rằng nồng độ cao hơn của các chất phụ gia (tức là, sản phẩm phản ứng amin, hợp chất etylen điamin và sản phẩm phản ứng là hợp chất thơm) của dung dịch mạ điện theo sáng chế dẫn đến việc ngoài tính năng độ sáng bóng và độ phẳng tốt, còn cải thiện được thêm cả tính năng làm phẳng.

Ví dụ 5 (Ví dụ theo sáng chế)

Tính năng làm sáng bóng và làm phẳng của dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng cơ bản chứa 5a) 38,0 mg/l sản phẩm phản ứng amin của diethylamin với

epiclohydrin (CAS-No. 68391-06-0), 50,0 mg/l hợp chất etylen điamin có các polyme khối EO-PO được gắn (EO-PO EDA; CAS No. 26316-40-5), 2,0 mg/l polyalkylenimin được benzyl hóa (CAS-No. 68603-67-8), 15 mg/l PEG 6000 và 25,0 mg/l SPS; và 5b) 94,0 mg/l sản phẩm phản ứng amin của dietylamin với epiclohydrin (CAS-No. 88907-36-2), 125,0 mg/l hợp chất etylen điamin có các polyme khối EO-PO được gắn (EO-PO EDA; CAS No. 26316-40-5), 5,0 mg/l polyalkylenimin được benzyl hóa (CAS-No. 68603-67-8), 40 mg/l PEG 6000 và 13,0 mg/l SPS, được thử nghiệm.

Tấm mạ Hull-cell đã cho thấy:

5a) 80% lớp phủ sáng bóng và 20% lớp phủ sáng bóng sa tanh ngoài ra cộng với tác dụng làm phẳng kém;

5b) 80% lớp phủ sáng bóng và 20% lớp phủ sáng bóng sa tanh ngoài ra cộng với tác dụng làm phẳng rất mạnh;

Ví dụ 6 (Ví dụ theo sáng chế)

Tính năng làm sáng bóng và làm phẳng của dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng cơ bản chứa: 6a) 50,0 mg/l sản phẩm phản ứng amin của dietylamin với epiclohydrin (CAS-No. 88907-36-2), 130,0 mg/l hợp chất etylen điamin có các polyme khối EO-PO được gắn và các nhóm sulfosuccinat (EO-PO EDAsulf; CAS No. 26316-40-5sulf), 1,0 mg/l polyalkylenimin được benzyl hóa (CAS-No. 68603-67-8), 25 mg/l PEG 6000 và 7,0 mg/l SPS; và 6b) 150,0 mg/l sản phẩm phản ứng amin của dietylamin với epiclohydrin (CAS-No. 88907-36-2), 390,0 mg/l hợp chất etylen điamin có các polyme khối EO-PO được gắn và các nhóm sulfosuccinat (EO-PO EDAsulf; CAS No. 26316-40-5sulf), 3,0 mg/l polyalkylenimin được benzyl hóa (CAS-No. 68603-67-8), 80 mg/l PEG 6000 và 13,0 mg/l SPS, được thử nghiệm.

Tấm mạ Hull-cell đã cho thấy

6a) 75% lớp phủ sáng bóng và 25% lớp phủ sáng bóng sa tanh ngoài ra cộng với tác dụng làm phẳng kém;

6b) 85% lớp phủ sáng bóng và 15% lớp phủ sáng bóng sa tanh cộng với tác dụng làm phẳng rất mạnh;

Ví dụ 7

Tính năng làm sáng bóng và làm phẳng của dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng cơ bản chứa 7a) 5,0 mg/l sản phẩm phản ứng amin của dietylamin với epiclohydrin (CAS-No. 88907-36-2), 20,0 mg/l hợp chất etylen điamin có các polyme khối EO-PO được gắn và các nhóm sulfosuccinat (EO-PO EDAsulf; CAS No. 26316-40-5sulf), 4,0 mg/l hợp chất etylen điamin có các polyme khối EO-PO được gắn (EO-PO EDA; CAS No. 26316-40-5), 0,2 mg/l polyalkylenimin được benzyl hóa (CAS-No. 68603-67-8), 5 mg/l PEG 6000 và 8,0 mg/l SPS; và 7b) 50,0 mg/l sản phẩm phản ứng amin của dietylamin với epiclohydrin (CAS-No. 88907-36-2), 200,0 mg/l hợp chất etylen điamin có các polyme khối EO-PO được gắn và các nhóm sulfosuccinat (EO-PO EDAsulf; CAS No. 26316-40-5sulf), 40,0 mg/l hợp chất etylen điamin có các polyme khối EO-PO được gắn (EO-PO EDA; CAS No. 26316-40-5), 2,0 mg/l polyalkylenimin được benzyl hóa (CAS-No. 68603-67-8), 50 mg/l PEG 6000 và 31,0 mg/l SPS, được thử nghiệm.

Tấm mạ Hull-cell đã cho thấy:

- a) 75% lớp phủ sáng bóng và 25% lớp phủ sáng bóng sa tanh ngoài ra cộng với tác dụng làm phẳng kém;
- b) 85% lớp phủ sáng bóng và 15% lớp phủ sáng bóng sa tanh cộng với tác dụng làm phẳng rất mạnh;

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Dung dịch nước mạ điện có tính axit tạo lớp phủ đồng chứa:
 - các ion đồng;
 - ít nhất một axit;
 - các ion halogenua;
 - ít nhất một hợp chất chứa lưu huỳnh được chọn từ nhóm bao gồm natri 3-mercaptopropylsulfonat, bis(natrissulfopropyl)disulfua, 3-(N,N-dimethylthiocarbamoyl)-thioaxit propansulfonic hoặc muối natri tương ứng của nó và hỗn hợp của chúng;
 - ít nhất một sản phẩm phản ứng amin của diethylamin với epiclohydritin hoặc sản phẩm phản ứng amin của isobutyl amin với epiclohydritin hoặc hỗn hợp của các sản phẩm phản ứng này, trong đó ít nhất một sản phẩm phản ứng amin của diethylamin với epiclohydritin hoặc isobutyl amin với epiclohydritin chứa hỗn hợp của ít nhất các hợp chất amoni bậc ba và/hoặc bậc bốn;
 - ít nhất một hợp chất etylen điamin được chọn từ nhóm bao gồm các polyme khối EO-PO được gắn, các polyme khối EO-PO được gắn và các nhóm sulfosuccinat và hỗn hợp của chúng;
 - ít nhất một sản phẩm phản ứng là hợp chất thơm của benzylclorua với ít nhất một polyalkylenimin, trong đó ít nhất một sản phẩm phản ứng này là hợp chất thơm là polyalkylenimin được benzyl hóa hoặc polyalkylenimin được benzyl hóa tạo nên hỗn hợp.
2. Dung dịch mạ điện theo điểm 1, trong đó mỗi polyalkylenimin được benzyl hóa hoặc polyalkylenimin được benzyl hóa trong hỗn hợp có 2 hoặc nhiều nguyên tử nitơ, tốt hơn là có 2 đến 60 nguyên tử nitơ, tốt hơn thế nữa là có 2 đến 50 nguyên tử nitơ, tốt nhất là có 5 đến 40 nguyên tử nitơ.
3. Dung dịch mạ điện theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hỗn hợp của các polyalkylenimin được benzyl hóa chứa polyalkylenimin được benzyl hóa có các nhóm amin đã được benzyl hóa là các nhóm amin bậc một, bậc hai, hoặc bậc ba mà được benzyl

hóa bằng 0 đến 3 nhóm benzyl và trong đó các nhóm amin đã được benzyl hóa này có thể được liên kết với nhau bằng các nhóm alkylen với điều kiện ít nhất một nhóm amino được benzyl hóa.

4. Dung dịch mạ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ít nhất một sản phẩm phản ứng là sản phẩm phản ứng của hợp chất thơm benzylclorua với polyetylenimin.
5. Dung dịch mạ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó polyme khối EO-PO được gắn có trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 500 đến 7000 g/mol và tốt hơn là polyme khối này có tỷ lệ EO/PO là 0,88.
6. Dung dịch mạ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó dung dịch này còn chứa ít nhất một chất ức chế là hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm một hoặc nhiều polyetylen glycol có trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 1000 đến 20000 g/mol, polypropylen glycol có trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 400 đến 2000 g/mol và co-polyme EO-PO có trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 1000 đến 10000 g/mol.
7. Dung dịch mạ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ít nhất một sản phẩm phản ứng amin của dietylamín với epiclohydrin hoặc isobutyl amin với epiclohydrin là các hợp chất amoni bậc bốn.
8. Dung dịch mạ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ít nhất một axit được chọn từ nhóm bao gồm axit vô cơ, axit alkylsulfonic, và hỗn hợp của chúng.
9. Dung dịch mạ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó trị số pH của dung dịch này nhỏ hơn 1.
10. Dung dịch mạ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó dung dịch này còn chứa nguồn ion Fe (II) với nồng độ nằm trong khoảng từ 50 đến 1000 mg/l.
11. Dung dịch mạ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó nồng độ của ít nhất một sản phẩm phản ứng amin trong dung dịch này nằm trong khoảng từ 5 đến 200 mg/l.

12. Dung dịch mạ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó nồng độ của ít nhất một hợp chất etylen điamin trong dung dịch này nằm trong khoảng từ 50 đến 400 mg/l.
13. Dung dịch mạ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó nồng độ của ít nhất một sản phẩm phản ứng là hợp chất thơm trong dung dịch này nằm trong khoảng từ 0,1 đến 6 mg/l.
14. Phương pháp lắng phủ điện phân tạo lớp phủ đồng trên nền từ dung dịch mạ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, lần lượt bao gồm các bước sau:
 - chuẩn bị nền có bề mặt cần được mạ điện,
 - cho nền này tiếp xúc với dung dịch, và
 - cho một dòng điện chạy qua nền và anốt, và nhờ đó lắng phủ lớp phủ đồng trên bề mặt nền này.