



(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) 
1-0022174

(51)⁷ H01L 21/302, 21/304

(13) B

(21) 1-2011-01777

(22) 06.07.2011

(30) 61/362896 09.07.2010 US

13/171252 28.06.2011 US

(45) 25.11.2019 380

(43) 27.02.2012 287

(73) Versum Materials US, LLC (US)

8555 River Parkway, Tempe, Arizona 85284, United States of America.

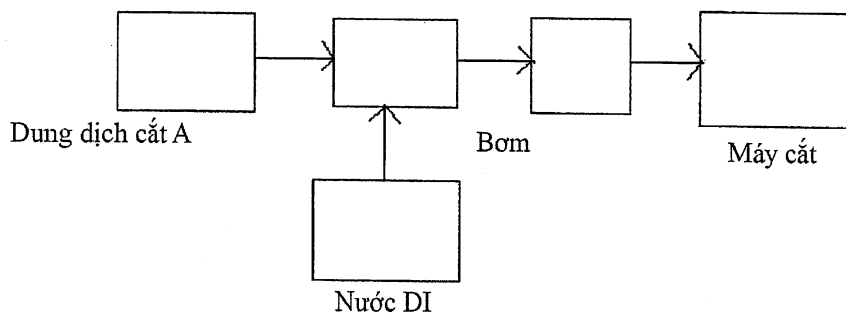
(72) DNYANESH CHANDRAKANT TAMBOLI (IN), RAJKUMAR RAMAMURTHI (US), DAVID BARRY RENNIE (US), MADHUKAR BHASKARA RAO (US), GAUTAM BANERJEE (IN), GENE EVERAD PARRIS (KN)

(74) Công ty Luật TNHH AMBYS Hà Nội (AMBYS HANOI)

(54) DUNG DỊCH CẮT MIẾNG BÁN DẪN ĐỂ NGĂN SỰ BÁM DÍNH CỦA CẶN GÂY Ô NHIỄM VÀ SỰ ĂN MÒN CỦA CÁC VÙNG KIM LOẠI BỊ LỘ RA VÀ PHƯƠNG PHÁP CẮT MIẾNG BÁN DẪN

(57) Sáng chế đề cập đến dung dịch cắt miếng bán dẫn. Dung dịch này ngăn sự bám của các cặn hoặc các hạt gây ô nhiễm, và làm giảm hoặc loại trừ sự ăn mòn của các vùng kim loại bị lộ ra, trong quá trình cắt miếng bán dẫn bằng cách cưa. Dung dịch này bao gồm ít nhất một axit hữu cơ và/hoặc muối của nó; ít nhất một chất hoạt động bề mặt và/hoặc ít nhất một bazơ; và nước khử ion, dung dịch này có độ pH bằng hoặc lớn hơn 4. Dung dịch có thể còn bao gồm, các chất tạo chelat, các chất khử bọt, hoặc các chất phân tán. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến phương pháp và thiết bị cắt miếng bán dẫn.

Hỗn hợp dung dịch cắt A
và nước được khử ion (DI)



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề xuất dung dịch cắt hay dung dịch để cắt miếng bán dẫn, và phương pháp sử dụng dung dịch này, có hiệu quả trong việc tham gia ngăn chặn sự bám dính của các các cặn/các hạt gây ô nhiễm vào tất cả các vùng bề mặt bị lộ ra và sự ăn mòn của tất cả các vùng bề mặt bị lộ ra.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các mạch tích hợp thường được tạo ra trên miếng bán dẫn. Miếng bán dẫn đơn lẻ chứa nhiều chip mạch tích hợp, hoặc khuôn. Chip mạch tích hợp hoặc khuôn, thu được thông qua quá trình cắt bằng cách cưa miếng bán dẫn.

Trong quá trình cắt, cặn/các hạt nhỏ chất gây ô nhiễm từ việc cưa miếng bán dẫn, thường là cặn silic oxit, bám chặt vào bề mặt miếng bán dẫn, tích tụ trong các miếng lót liên kết và các vị trí rãnh. Chúng rất khó để loại bỏ trong các quá trình làm sạch tiếp theo một khi tiếp xúc với miếng bán dẫn và hầu như không thể loại bỏ một khi bị mắc kẹt trong các rãnh sâu. Ngoài ra, trong quá trình cắt, các miếng lót liên kết bị lộ ra do đó sự ăn mòn diễn ra. Ăn mòn có thể làm hỏng các miếng lót liên kết dẫn đến hoạt động liên kết kém, độ tin cậy kém, hoặc thậm chí hỏng thiết bị. Các hạt chất gây ô nhiễm và ăn mòn có thể gây ra các vấn đề hoạt động lắp ráp sau này như nối ghép dây.

Một phương pháp để giảm ăn mòn trong khi cắt, bao gồm sử dụng nước khử ion có độ tinh khiết cao (DIW) đóng vai trò là chất lỏng làm nguội cho lưỡi cưa để cắt. Vùng cắt và lưỡi cưa quay thường được rửa sạch trong dòng chủ yếu là nước khử ion. Người ta cũng sẽ cho rằng cặn silic oxit sẽ được trôi ra bởi nước lỏng làm nguội mà tràn ngập vùng cắt. Thật không may, ngay cả khi làm ngập đáng kể như vậy, các hạt silic oxit nhỏ không hoàn toàn bị trôi ra. Tệ hơn nữa, nước lỏng làm nguội có thể dẫn đến hình thành điện tích tĩnh, dẫn đến sự tích lũy cặn/các hạt silic oxit trên các miếng lót liên kết, cũng như góp phần ăn mòn.

Khi công nghệ bán dẫn tiến bộ một cách nhanh chóng, thì kích thước miếng bán dẫn tăng lên, trong khi kích thước khuôn bị giảm đi. Điều này kéo dài thời gian tiêu tốn để cắt, dẫn đến nhiều thách thức.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là cung cấp dung dịch cắt hay dung dịch để cắt miếng bán dẫn, và phương pháp sử dụng dung dịch này, do đó có hiệu quả trong việc tham gia ngăn chặn sự bám dính của các các cặn/các hạt gây ô nhiễm vào tất cả các vùng bề mặt bị lộ ra và sự ăn mòn của tất cả các vùng bề mặt bị lộ ra.

Một phương án thực hiện của sáng chế cung cấp dung dịch cắt miếng bán dẫn ngăn chặn sự bám dính của các dư lượng gây ô nhiễm và sự ăn mòn các vùng kim loại lộ ra, bao gồm:

ít nhất một hợp chất được chọn từ nhóm gồm axit hữu cơ và muối của nó;

ít nhất một hợp chất được chọn từ nhóm gồm chất hoạt động bề mặt và bazơ;

phần còn lại chủ yếu là nước được khử ion; và

dung dịch có độ pH lớn hơn 4.

Phương án thực hiện khác của sáng chế cung cấp phương pháp cắt miếng bán dẫn, miếng bán dẫn được cắt bằng một cái cưa cùng với các miếng lót liên kết, các dư lượng gây ô nhiễm bị tạo ra bởi cưa miếng bán dẫn, do đó có khả năng tạo ra ăn mòn trên tất cả các vùng kim loại bị lộ ra; phương pháp bao gồm các bước:

cho tiếp xúc miếng bán dẫn với dung dịch trong khi cắt, dung dịch bao gồm

ít nhất một hợp chất thứ nhất được chọn từ nhóm gồm axit hữu cơ và muối của nó;

ít nhất một hợp chất thứ hai được chọn từ nhóm gồm chất hoạt động bề mặt và bazơ; và

phần còn lại chủ yếu là nước được khử ion; và

dung dịch có độ pH lớn hơn 4.

Cụ thể hơn, ít nhất một hợp chất thứ nhất với lượng từ 0,001% trọng lượng tới 30% trọng lượng; chất hoạt động bề mặt với lượng từ 0,001% trọng lượng đến 10% trọng lượng; và bazơ với lượng từ 0,001% trọng lượng đến 20% trọng lượng; trong đó dung dịch được làm loãng bằng nước khử ion theo tỷ lệ từ 1:0 đến 1:10.000 trọng lượng.

Dung dịch có thể còn gồm các chất tạo chelat, các chất khử bọt hoặc các chất phân tán.

Phương án thực hiện sáng chế khác nữa cung cấp dung dịch cắt miềng bán dẫn ngăn chặn sự bám dính của dư lượng gây ô nhiễm và sự ăn mòn các vùng kim loại bị lộ ra, bao gồm:

ít nhất một axit được chọn từ nhóm bao gồm axit xitric và axit oxalic với lượng từ 0,001% trọng lượng đến 30% trọng lượng;

ít nhất một hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm bazơ với lượng từ 0,001% trọng lượng đến 20% trọng lượng và chất hoạt động bề mặt với lượng từ 0,001% trọng lượng tới 10% trọng lượng;

phần còn lại chủ yếu là nước được khử ion;

dung dịch có độ pH lớn hơn 4 và nhỏ hơn 13; và

dung dịch được pha loãng bằng nước khử ion theo tỷ lệ từ 1:0 đến 1:10000 trọng lượng;

trong đó

bazơ được chọn từ nhóm gồm kali hydroxit (KOH) và tetrametylamoni hydroxit (TMAH); và

chất hoạt động bề mặt được chọn từ nhóm gồm rượu etoxylat bậc hai và alkansulfonat bậc hai.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ dưới dạng sơ đồ của thiết bị điện hình để cắt miếng bán dẫn bằng cưa.

Fig.2 (a) và Fig.2 (b) thể hiện mật độ dòng điện ganvanic cho dung dịch cắt 38A đối với nước máy.

Fig.3 (a) thể hiện kích thước trung bình của vết cưa (mm) đối với dung dịch cắt 38A đối với nước cắt trên bóng lưới mảng (Grid Array Ball - BGA) .

Fig.3 (b) thể hiện kích thước trung bình của vết cưa (mm) đối với dung dịch cắt 38A đối với nước cắt trên gốm.

Fig.3 (c) thể hiện kích thước trung bình của vết cưa (mm) đối với dung dịch cắt 38A đối với nước cắt trên các miếng bán dẫn silic oxit.

Fig.4 (a) thể hiện kích thước trung bình của các phoi và các gờ ráp đối với dung dịch cắt 38A đối với nước cắt trên bóng lưới mảng (Grid Array Ball - BGA) .

Fig.4 (b) thể hiện kích thước trung bình của các phoi và các gờ ráp đối với dung dịch cắt 38A đối với nước cắt trên gốm.

Fig.4 (c) thể hiện kích thước trung bình của các phoi và các gờ ráp cho dung dịch cắt 38A đối với nước cắt trên các miếng bán dẫn silic oxit.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tính dẫn điện và điện trở suất

Trong quá trình cắt, sự nạp tĩnh điện có thể tích lũy trên miếng bán dẫn. Sự hình thành điện này và/hoặc sự phóng tĩnh điện (ESD) có thể làm hỏng các thiết bị nhạy trên các miếng bán dẫn. Sự nạp tĩnh điện cũng có thể thu hút các hạt vào bề mặt miếng bán dẫn. Vì vậy điều quan trọng là làm tiêu tan bất cứ sự hình thành nạp tĩnh điện nào trong suốt quá trình cắt. Một phương pháp để tiêu tan sự nạp tĩnh điện là bằng cách sử dụng một chất lỏng cắt có điện trở suất thấp (độ dẫn điện cao). Các chất lỏng dẫn điện

cung cấp một đường dẫn để tiêu tan sự nạp điện trong khi cắt. Nước DI thường được sử dụng làm chất lỏng cắt để cung cấp sự bôi trơn giữa lưỡi cưa và miếng bán dẫn. Nước DI cũng đóng vai trò là chất lỏng làm mát để ngăn lưỡi cưa khỏi quá nhiệt do ma sát giữa lưỡi cưa và miếng bán dẫn. Tuy nhiên, nước DI có điện trở suất cao (khoảng 18 megaôm) vì vậy nó không phải là một chất lỏng dẫn điện tốt để tiêu tan sự nạp điện. Một phương pháp thường được sử dụng để giảm điện trở suất của nước DI là bằng cách bơm khí CO₂ vào nước DI. Điều này làm giảm điện trở suất của nước DI do đó chất lỏng là tốt hơn để làm tiêu tan sự nạp điện. Dung dịch cắt được bọc lộ trong sáng có điện trở suất thấp so với nước DI được sục khí CO₂. Vì vậy dung dịch cắt này sẽ là tốt hơn để tiêu tan sự hình thành nạp điện trên miếng bán dẫn trong lúc cắt.

Sức căng bề mặt và bọt thấp

Trong quá trình cắt, dư lượng chất gây ô nhiễm nhỏ, thường là cặn silic oxit, bám chặt vào bề mặt miếng bán dẫn và tích tụ trên các miếng lót liên kết Al và các vị trí rãnh. Những hạt silic oxit này có thể gây ra các vấn đề khi các miếng lót liên kết Al được dò/thử nghiệm chức năng. Các hạt silic oxit cũng có thể gây ra độ bám dính kém trong khi nối ghép dây khi kim loại khác được liên kết với các miếng lót liên kết Al. Vì vậy, các dư lượng Si này cần phải được loại bỏ khỏi bề mặt miếng bán dẫn. Thông thường dung dịch cắt được sử dụng trong quá trình cắt. Dung dịch cắt là một chất lỏng mà nó được phun trên lưỡi cưa và miếng bán dẫn. Một trong những chức năng của dung dịch cắt là để loại bỏ các dư lượng Si khỏi bề mặt miếng bán dẫn. Để cải thiện việc loại bỏ hạt, dung dịch cắt thường chứa chất hoạt động bề mặt. Điều này làm giảm sức căng bề mặt của dung dịch cắt để làm ẩm bề mặt của miếng bán dẫn tốt hơn. Làm ẩm bề mặt tốt hơn sẽ cải thiện sự loại bỏ hạt. Thậm chí ở các mức làm loãng cao, dung dịch cắt được bọc lộ trong sáng chế có sức căng bề mặt thấp hơn nhiều so với nước DI. Điều này có nghĩa rằng dung dịch cắt có khả năng loại bỏ hạt tốt hơn so với nước DI. Dung dịch cắt được bọc lộ trong sáng chế cũng có sức căng bề mặt thấp so với một số dung dịch cắt thương mại được sử dụng phổ biến.

Cho dù chất hoạt động bề mặt trong dung dịch cắt sẽ làm giảm sức căng bề mặt để cung cấp sự loại bỏ hạt tốt hơn, nhưng một vấn đề có xảy ra với chất hoạt động bề

mặt: bọt. Nhiều chất hoạt động bề mặt sẽ làm bọt xuất trong dung dịch cất. Bọt có thể cản trở khả năng của dung dịch cất để loại bỏ các hạt. Bọt bản thân nó có thể khô trên bề mặt miếng bán dẫn và để lại các hạt của chính nó. Vì vậy điều quan trọng là càng ít bọt tạo ra trong dung dịch cất càng tốt. Trong các thử nghiệm trên máy cất thật, dung dịch cất được bọc lộ trong sáng chế tạo ra ít bọt tại thời điểm sử dụng lưới của và bề mặt miếng bán dẫn so với sản phẩm cạnh tranh. Dung dịch cất được bọc lộ trong sáng chế cũng tạo ra ít bọt so với các dung dịch cất thương mại thường được sử dụng trong bể tuần hoàn.

Độ pH

Các miếng lót liên kết Al thường bị lộ ra trong quá trình cất. Dung dịch cất thường được sử dụng trong khi cất để bôi trơn, làm mát, loại bỏ hạt, v.v. Nước DI rất thường được dùng làm dung dịch cất. Một vấn đề với việc sử dụng nước DI đó là độ pH của nó là khoảng 7 và tại độ pH đó, sự ăn mòn Al sẽ xảy ra. Thời gian thường từ 20 tới 30 phút có thể được yêu cầu để cất miếng bán dẫn. Trong thời gian đó, các miếng lót liên kết Al sẽ bị lộ ra với nước DI mà nước này có thể gây ăn mòn Al. Một phương pháp để ngăn sự ăn mòn Al trong nước DI là bơm khí CO₂ vào nước DI. Điều này làm giảm độ pH của nước DI đến khoảng 4 tới 4,5. Tại độ pH này ăn mòn Al sẽ được giảm thiểu. Phương pháp khác để ngăn sự ăn mòn Al trong khi cất là sử dụng dung dịch cất làm giảm độ pH của nước DI. độ pH của dung dịch cất được bọc lộ trong sáng chế ở các tỷ lệ pha loãng điển hình bằng nước DI hoặc nước cất trong khoảng từ 1: 0 đến 1:10000 theo trọng lượng được sử dụng để cất là từ 4 đến 13. Tỷ lệ pha loãng là tỷ lệ tính theo trọng lượng. Nước khử ion (DI) và nước cất có thể sử dụng thay thế cho nhau. Tại độ pH này, dung dịch cất sẽ làm giảm thiểu sự ăn mòn Al trên các miếng lót liên kết bị lộ ra trong khi cất. Điều này được thể hiện trong các đánh giá các miếng bán dẫn thực tế.

Loại bỏ đồng oxit

Khi miếng bán dẫn với các bề mặt Cu bị lộ ra (các miếng lót liên kết Cu hoặc các bề mặt Cu khác) đến quá trình cất, bề mặt Cu có thể có lớp oxy hóa và lớp ô nhiễm trên đó do các bước quy trình trước đó. Sau khi cất, bề mặt Cu có thể đi qua quy trình

thử nghiệm/thăm dò để thử nghiệm phần chức năng điện. Trong suốt lúc thử nghiệm đầu dò chạm xuống bề mặt Cu. Lý tưởng nhất là điện trở tiếp xúc giữa các bề mặt Cu và đầu dò nên càng thấp càng tốt. Tuy nhiên, nếu bề mặt Cu có lớp oxy hóa dày và/hoặc lớp kết hợp trên nó, điện trở tiếp xúc có thể là cao và làm cho thử nghiệm dò thất bại thậm chí phần có thể là phần chức năng. Để ngăn “các lỗi” này khỏi xảy ra, bề mặt đồng có thể được làm sạch để loại bỏ lớp ô nhiễm và oxy hóa để bề mặt đồng sạch nhất có thể khi đầu dò chạm vào nó. Các vấn đề là do lớp ô nhiễm và/hoặc lớp oxy hóa dày trên bề mặt đồng cũng có thể diễn ra tái lúc cuốn dây nối khi dây kim loại được gắn với bề mặt đồng. Ngoài ra, nếu bề mặt Cu có lớp ô nhiễm/oxy hóa dày thì dây kim loại không thể bám dính tốt với bề mặt đồng. Do đó quy trình làm sạch bề mặt Cu có thuận lợi cũng như cho cuốn dây. Dung dịch cắt được bọc lộ trong sáng chế có khả năng loại bỏ oxit đồng với sự ăn mòn tối thiểu bề mặt đồng nằm dưới. Do đó bề mặt Cu có thể được làm sạch trong chính quy trình cắt nếu dung dịch cắt được bọc lộ trong sáng chế được sử dụng trong khi cắt.

Do đó, dung dịch cắt mong đợi phải có điện trở suất thấp (độ dẫn điện cao) tốt hơn để làm tiêu tan sự tích điện hình thành trên miếng bán dẫn trong khi cắt, (b) sức căng bề mặt thấp cho khả năng loại bỏ hạt tốt hơn; (c) ít bột được tạo ra; (d) độ pH để làm giảm thiểu sự ăn mòn Al trên các miếng lót liên kết Al bị lộ ra trong khi cắt; và (e) khả năng loại bỏ đồng oxit với việc khắc axit nhỏ nhất của bề mặt Cu nằm dưới. Các chế phẩm hoặc các dung dịch cắt bao gồm (a) các axit hữu cơ hoặc các muối và các hỗn hợp của chúng; và (b) chất hoạt động bề mặt hoặc hỗn hợp của các chất hoạt động bề mặt, trong đó độ pH của chế phẩm là lớn hơn hoặc bằng 4.

Chức năng của các axit hữu cơ là để cải thiện sự loại bỏ các kim loại vi lượng, loại bỏ các gốc hữu cơ, điều chỉnh độ pH hoặc giảm sự ăn mòn kim loại. Các axit hữu cơ có thể được chọn từ một phạm vi rộng các axit, bao gồm nhưng không giới hạn đối với: axit oxalic, axit xitric, axit malic, axit malic, axit malonic, axit gluconic, axit glutaric, axit ascorbic, axit formic, axit axetic, axit etylen diamin tetraaxetic, axit dietylen triamin pentaaxetic, các axit aminobenzoic như axit anthranilic, axit fumaric, glyxin, alanin, xystin, v.v. Các muối của các axit này cũng có thể được sử dụng. Hỗn hợp của các axit/muối này cũng có thể được sử dụng.

Chế phẩm hoặc các dung dịch cắt có thể chứa các axit hữu cơ/muối với lượng từ 0,001 tới 30% trọng lượng. Khoảng nồng độ axit hữu cơ tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,01 tới 5% trọng lượng. Sự kết hợp của các axit hữu cơ và các muối cũng có thể được sử dụng để làm đậm dung dịch tại mức mong muốn.

Các chất hoạt động bề mặt được sử dụng trong chế phẩm này để cải thiện tính thấm ướt của các bề mặt (bề mặt lưới cửa và bề mặt miếng bán dẫn) trong khi cắt. Điều này giúp nâng cao các tính chất bôi trơn, giúp kéo dài tuổi thọ lưới cửa và giảm lỗi vết cửa. Các chất hoạt động bề mặt cũng loại bỏ các hạt và các gốc khỏi bề mặt, mà không làm kết tủa lại trên bề mặt.

Lựa chọn chất hoạt động bề mặt có thể phụ thuộc vào các tiêu chí khác nhau, bao gồm: các tính ẩm, các tính tạo bọt, tính rửa, khả năng tẩy bỏ, v.v. Chất hoạt động bề mặt có sức căng bề mặt rất thấp ở các nồng độ cao và có các tính tạo bọt thấp là điều rất mong muốn cho ứng dụng này. Sự kết hợp của các chất hoạt động bề mặt cũng có thể được sử dụng, trong đó một chất hoạt động bề mặt được sử dụng để hòa tan phân tử chất hoạt động bề mặt không ưa nước ít tan. Các phân tử chất hoạt động bề mặt dung môi tùy chọn có thể được sử dụng để làm tăng tính tan khó hòa tan các chất hoạt động bề mặt, như các chất hoạt động bề mặt diol của axetylen.

Các loại chất hoạt động bề mặt khác nhau, chẳng hạn như các chất hoạt động bề mặt anion, cation, không ion, lưỡng cực hoặc sự kết hợp của chúng có thể được sử dụng.

Các ví dụ của các chất hoạt động bề mặt bao gồm nhưng không giới hạn đối với: chất hoạt động bề mặt silicon, các chất hoạt động bề mặt poly(alkylen oxit), và các chất hoạt động bề mặt hóa học flo. Các chất hoạt động bề mặt không ion thích hợp để sử dụng trong chế phẩm quy trình bao gồm, nhưng không giới hạn đối với: các chất hoạt động bề mặt loại rượu axetylen, như Surfynol S-61; octyl và nonyl phenol etoxylat, như: TRITON® X-114, X-102, X-100, X-45, và X-15; và rượu etoxylat, như: BRIJ® 56 ($C_{16}H_{33}(OCH_2CH_2)_{10}OH$) (ICI), BRIJ® 58 ($C_{16}H_{33}(OCH_2CH_2)_{20}OH$) (ICI), và các etoxylat của rượu bậc hai, như Tergitol 15-S-7. Các chất hoạt động bề mặt anion có thể bao gồm các alkylbenzensulfonat tuyến tính (LAS),

allylbenzensulfonat bậc hai, các sunfat của rượu béo (FAS), alkansulfonat bậc hai (SAS), chẳng hạn như Hostapur SAS, và trong một số trường hợp còn có các sulfat ete của rượu béo (FAES).

Ngoài ra còn có các chất hoạt động bề mặt làm ví dụ bao gồm: loại các chất hoạt động bề mặt diol axetylen, như Dynol® 604, các rượu etoxylat bậc một, phenyl etoxylat, amin etoxylat, glucosit, glucamit, polyetylen glycol, poly(etylen glycol-co-propylen glycol); hoặc các chất hoạt động bề mặt khác được cung cấp trong tài liệu tham khảo: McCutcheon's Emulsifiers and Detergents, ấn bản Bắc Mỹ cho năm 2000 được công bố bởi Manufacturers Confectioners Publishing Co. of Glen Rock, N.J.

Chế phẩm hoặc các dung dịch cắt có thể chứa chất hoạt động bề mặt có nồng độ trong khoảng từ 0,001 tới 10% trọng lượng hoặc tốt hơn là từ 0,01 tới 5% trọng lượng. Các chất hoạt động bề mặt ưu tiên cho ứng dụng này là các rượu etoxylat bậc hai, ví dụ cụ thể là Tergitol 15-S-7 từ Dow Chemicals; các alkansulfonat bậc hai (SAS), như Hostapur SAS; rượu axetylen, như Surfynol S-61; và octyl và nonyl phenol etoxylat, như các chuỗi TRITON® X.

Chế phẩm hoặc dung dịch cắt có thể còn bao gồm bazơ để tiếp tục kiểm soát độ pH của chế phẩm tới mức mong muốn (bằng hoặc >4). Độ pH của dung dịch làm sạch có thể trong khoảng lớn hơn 4 và nhỏ hơn 13.

Bazơ có thể được chọn từ một khoảng các chất hóa học, bao gồm nhưng không giới hạn đối với: kali hydroxit (KOH), guanidien cacbonat, nước amoniac, amoni hydroxit và các amoni hydroxit bậc bốn; Các bazơ hữu cơ có thể được sử dụng một mình hoặc kết hợp với nhau.

Các ví dụ cụ thể của các muối amoni hydroxit bậc bốn bao gồm: tetrametylamoni hydroxit (TMAH), tetraetylamoni hydroxit, tetrapropyamoni hydroxit, trimetyletylamoni hydroxit, (2-hydroxyetyl)trimetylamoni hydroxit, (2-hydroxyetyl)trietylamoni hydroxit, (2-hydroxyetyl)tripropyamoni hydroxit và (1-hydroxypropyl)trimetylamoni hydroxit.

Chế phẩm hoặc dung dịch cất có thể chứa các bazơ có nồng độ trong khoảng từ 0,001 tới 20% trọng lượng.

Chế phẩm hoặc các dung dịch cất có thể chứa chất tạo chelat. Chất tạo chelat có thể được chọn từ, nhưng không giới hạn đối với các axit aminobenzoic như axit anthranilic, axit etylenđiamintetraxetic (EDTA), axit N-hydroxyetylenđiaminetriaxetic (NHEDTA), axit nitrilotriaxetic (NTA), axit dietylklentriaminpentaxeticdietylenetriaminpentaaxetic (DPTA), etanoldiglyxinat, axit xitric, axit gluconic, axit oxalic, axit phosphoric, axit tartaric, axit metyldiphosphonic, axit aminotrisetylenphosphonic, axit etylen-diphosphonic, axit 1-hydroxyetylen-1,1-diphosphonic, axit 1-hydroxypropylen-1,1-diphosphonic, axit etylenbismetylenphosphonic, axit dodexylaminobismetylenphosphonic, axit nitrilotrisetylenphosphonic, axit etylenđiaminbismetylenphosphonic, axit etylenđiamintetrakisetylenphosphonic, axit hexadiamintetrakisetylenphosphonic, axit dietylenetriaminpentametylenphosphonic và axit 1,2-propandiamintetrametylenphosphonic hoặc các muối amoni, các muối amin hữu cơ, axit maronic, axit suxinic, axit dimercapto suxinic, axit glutaric, axit maleic, axit phthalic, axit fumaric, axit polycarboxylic như axit tricarboxylic, axit propan-1,1,2,3-tetracarboxylic, axit butan-1,2,3,4-tetracarboxylic, axit pyromellitic, axit oxycarboxylic như axit glycolic, axit β -hydroxypropionic, axit xitric, axit malic, axit tartaric, axit pyruvic, axit diglycol, axit salixylic, axit gallic, polyphenol như catechol, pyrogallol, các axit phosphoric như axit pyrophosphoric, axit polyphosphoric, các hợp chất dị vòng như 8-oxyquinolin, etylen glycol, glyxerol và các diketon như α -dipyridyl axetylaxeton.

Chế phẩm hoặc dung dịch cất có thể chứa các chất tạo chelat có nồng độ trong khoảng từ 0,001 tới 10% trọng lượng.

Chế phẩm hoặc các dung dịch cất có thể chứa các chất khử bọt. Các chất khử bọt có thể được chọn từ, nhưng không hạn chế đối với các silicon, phosphat hữu cơ, các chất khử bọt nền EO hoặc PO chứa các copolyme polyetylen glycol và polypropylen

glycol, các rượu, các dầu trắng, các dầu thực vật, các sáp, các rượu béo mạch dài, các xà phòng của axit béo, các este và các hỗn hợp của chúng; và

Các chế phẩm có thể chứa các chất khử bọt có nồng độ trong khoảng từ 0,001 tới 5% trọng lượng.

Chế phẩm hoặc các dung dịch cất có thể chứa các chất phân tán. Các chất phân tán có thể được chọn từ, nhưng không bị giới hạn đối với các chất phân tán anion, các chất phân tán không ion, các chất phân tán cation, các chất phân tán lưỡng tính; chất phân tán polyme chứa muối của axit acrylic làm thành phần được copolyme hóa.

Các ví dụ của các chất phân tán anion tan trong nước bao gồm trietanolamin laurylsulfat, amoni laurylsulfat, polyoxyetylen alkyl ete trietanolamin sulfat, và đặc biệt là các chất phân tán polyme loại axit polycarboxylic. Ví dụ của các chất phân tán không ion tan trong nước được chọn từ nhóm bao gồm polyoxyetylen lauryl ete, polyoxyetylen xetyl ete, polyoxyetylen stearyl ete, polyoxyetylen oleyl ete, ete của rượu cao polyoxyetylen, polyoxyetylen octyl phenyl ete, polyoxyetylen nonyl phenyl ete, các dẫn xuất polyoxyetylen, polyoxyetylen sorbitan monolaurat, polyoxyetylen sorbitan monopalmitat, polyoxyetylen sorbitan monostearat, polyoxyetylen sorbitan tristearat, polyoxyetylen sorbitan monooleat, polyoxyetylen sorbitan trioleat, polyoxyetylen sorbit tetraoleat, polyetylen glycol monolaurat, polyetylen glycol monostearat, polyetylen glycol distearat, polyetylen glycol monooleat, polyoxyetylen alkylamin, dầu thầu dầu hóa rắn polyoxyetylen, alkylalkanolamit. Các ví dụ của các chất phân tán cation tan trong nước bao gồm polyvinylpyrrolidon, coconutamin axetat, và stearylamin axetat. Các ví dụ của các chất phân tán lưỡng tính tan trong nước bao gồm laurylbetain, stearylbetain, lauryldimetylamin oxit, và 2-alkyl-N-carboxymetyl-N-hydroxyetylimidazolini betain.

Các chế phẩm có thể chứa các chất phân tán có nồng độ trong khoảng từ 0,001% trọng lượng tới 5% trọng lượng.

Trong ứng dụng cất, chế phẩm có thể sau đó được làm loãng bằng nước khử ion hoặc nước cất ở độ pha loãng bất kỳ trong khoảng từ 1:0 tới 1:10000 tính theo trọng

lượng ở dụng cụ xử lý để tăng sự thuận tiện. Nước DI và nước cất có thể thay thế cho nhau. Hỗn hợp được bơm vào máy cắt để cắt các miếng bán dẫn vào khuôn riêng lẻ. Máy cắt có các vòi phun để phun hỗn hợp trên bề mặt miếng bán dẫn. Hỗn hợp được phân tán ở nhiệt độ phòng (thường ở nhiệt độ 25°C). Hỗn hợp sau đó tháo ra khỏi bề mặt miếng bán dẫn và hoặc đi xuống máng hoặc được tái tuần hoàn qua bộ lọc và được phun lại trên miếng bán dẫn. Sơ đồ đơn giản của sự lắp đặt được thể hiện trên Fig.1.

Fig.1 thể hiện thiết bị điển hình để cắt miếng bán dẫn bằng cưa được dùng trong sáng chế. Dụng cụ cưa NANOACE với bánh đà đầu kim cương ở tốc độ quay 60000 RPM, và thực hiện cưa thử nghiệm cắt x/y trong khoảng thời gian 30 phút/miếng bán dẫn, được sử dụng, tốc độ nạp là khoảng 5mm/s. Dung dịch cắt được làm loãng được phun từ vòi phun ở lưu lượng khoảng 0,22lít/phút. Nhiệt độ của miếng bán dẫn DI và dung dịch cắt trên bề mặt miếng bán dẫn là nhiệt độ phòng (từ 20°C tới 30°C). Dung dịch cắt được tiêm liên tục trong khi cưa.

Các miếng bán dẫn được rửa sạch bằng bột biển và DIW sau khi cưa. Chúng sau đó được rửa bằng DIW và quay cho khô bằng khí khô sạch (Clean Dry Air - CDA) trong môđun quay rửa.

Miếng bán dẫn có thể được làm sạch (xử lý sơ bộ) với dung dịch làm sạch trước khi cưa. Một ví dụ dung dịch làm sạch bao gồm N,N-dimetyl axetamid (DMAC), Amoni Axetat, axit Axetic (glacial), Amonia Florua (NH_4F) và phần còn lại chủ yếu là nước khử ion.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Nhóm I

Tạo dung dịch cắt 38A gồm nước (95,28% trọng lượng), axit xitric (2% trọng lượng), kali hydroxit (KOH) (0,72% trọng lượng), và Tergitol 15-S-7 (2% trọng lượng).

Dung dịch cắt 38B gồm nước (>90% trọng lượng), Hostapur SAS (1% trọng lượng), Dynol 604 (0,5% trọng lượng), axit xitric (2% trọng lượng) và kali hydroxit (KOH) (<7,5% trọng lượng) để điều chỉnh độ pH tới 6 được tạo ra tương tự như đối với dung dịch cắt 38A .

Dung dịch cắt 38C gồm nước (>90% trọng lượng), Triton X-100 (2% trọng lượng), axit xitric (2% trọng lượng) và kali hydroxit (KOH) (<6% trọng lượng) để điều chỉnh độ pH tới 6 được tạo ra tương tự như đối với dung dịch cắt 38A .

Dung dịch cắt 38D gồm nước (>90% trọng lượng), axit etylen diamintetraaxetic (2% trọng lượng), Tergitol 15-S-7 (2% trọng lượng) và tetraethylamoni hydroxit (<6% trọng lượng) để điều chỉnh độ pH tới 7 được tạo ra tương tự như đối với dung dịch cắt 38A .

Dung dịch cắt 38E gồm nước (>90% trọng lượng), glyxin (2% trọng lượng), và Tergitol 15-S-7 (2% trọng lượng) được tạo ra tương tự như đối với dung dịch cắt 38A .

Các chế phẩm hoặc dung dịch cắt nói trên sau đó được làm loãng bằng nước khử ion hoặc nước cất với tỷ lệ pha loãng bất kỳ trong khoảng từ 1:0 tới 1:10000 tính theo trọng lượng bằng dụng cụ quy trình.

Dung dịch cắt 58A gồm 2,0% trọng lượng axit xitric trong nước khử ion được điều chế như sau: thêm 69,0g dung dịch axit xitric 29% trọng lượng vào chai poly HDPE một lít. 18,7g dung dịch chất hoạt động bề mặt Hostapur SAS 10,04% trọng lượng được thêm vào chai. 908,9g nước khử ion được thêm vào chai. Để điều chỉnh pH, 3,4g dung dịch KOH 48% trọng lượng được thêm vào cho trọng lượng cuối cùng là 1000,0g. Chai được đậy nắp và lắc. Độ pH dung dịch cắt được đo là 2,66. Dung dịch cắt sau đó được làm loãng bằng nước khử ion ở tỷ lệ 1:1000. Độ pH, độ dẫn điện, điện trở suất, và sức căng bề mặt của dung dịch cắt 58A chưa được làm loãng và được làm loãng được thể hiện trên bảng I.

Dung dịch cắt 58B gồm 2,0% trọng lượng axit oxalic và 0,5% trọng lượng axit xitric trong nước khử ion được điều chế như sau: thêm 243,3g dung dịch nước chứa 8,2% trọng lượng axitoxalic trong nước vào chai poly HDPE một lít. Thêm 17,2g dung

dịch axit xitric 29% trọng lượng vào cùng chai poly HPDE một lít. 18,7g dung dịch 10,04% trọng lượng Hostapur SAS được thêm vào chai. 694,0g nước khử ion được thêm vào chai. Để điều chỉnh pH, 26,8g dung dịch KOH 48% trọng lượng được thêm vào cho trọng lượng cuối cùng là 1000,0g. Chai được đậy nắp và lắc. Độ pH dung dịch cất được đo là 2,54. Dung dịch cất sau đó được làm loãng bằng nước khử ion ở tỷ lệ 1:1000. Độ pH, độ dẫn điện, điện trở suất, và sức căng bề mặt của dung dịch cất 58B chưa được làm loãng và được làm loãng được thể hiện trên bảng I.

Dung dịch cất 58C gồm 2,0% trọng lượng axit xitric trong nước khử ion được điều chế như sau: thêm 69,0g dung dịch axit xitric 29% trọng lượng vào chai poly HDPE một lít. 10,0g chất hoạt động bề mặt Tergitol 15-S-7 tinh khiết được thêm vào chai. 918,0g nước khử ion được thêm vào chai. Để điều chỉnh pH, 3,0g dung dịch KOH 48% trọng lượng được thêm vào cho trọng lượng cuối cùng là 1000,0g. Chai được đậy nắp và lắc. Độ pH dung dịch cất được đo là 2,52. Dung dịch cất sau đó được làm loãng bằng nước khử ion ở tỷ lệ 1:1000. pH, độ dẫn điện, điện trở suất, và sức căng bề mặt của dung dịch cất 58C chưa được làm loãng và được làm loãng được thể hiện trên bảng I.

Dung dịch cất 59C gồm 2% trọng lượng axit xitric, 0,72% trọng lượng KOH, 1% trọng lượng Tergitol 15-S-7 và 96,86% trọng lượng nước được tạo ra như đối với 58C, nhưng độ pH được điều chỉnh tới 3,96. Dung dịch cất sau đó được làm loãng bằng nước khử ion ở tỷ lệ 1:1000. Độ pH, độ dẫn điện, điện trở suất, và sức căng bề mặt của dung dịch cất 58C chưa được làm loãng và được làm loãng được thể hiện trên bảng I.

Bảng I: Các dung dịch cất

Các dung dịch cất	Làm loãng	Độ pH	Độ dẫn điện (uS/cm)	Điện trở suất (M-cm)	Sức căng bề mặt (dynes/cm)
Nước DI	Không	7	0,71	1,41	73
38A	Không được làm loãng	5,71	23529	0,000042	31,2
38A	1:50	6,46	769	0,0013	31,3
	1:100	6,54	367	0,0027	31,4
	1:250	6,58	169	0,0059	31,8

	1:500	6,58	77,2	0,013	32,6
	1:1000	6,48	39,6	0,025	34,7
58A	Không được làm loãng	2,66	3710	0,00027	31,6
	1:1000	4,09	39,7	0,025	75,1
58B	Không được làm loãng	2,54	21500	0,000047	29,0
	1:1000	3,97	72,8	0,014	74,9
58C	Không được làm loãng	2,52	3100	0,00032	31,5
	1:1000	3,93	38,9	0,026	42,1
59C	Không được làm loãng	3,96	10490	0,000095	Không xác định
	1:1000	4,56	24,58	0,041	44,9
60C	Không được làm loãng	4,65	15180	0,000066	30,8
	1:1000	5,13	26,34	0,038	44,1

Dung dịch cắt 60C gồm 2% trọng lượng axit xitric, 1,04% trọng lượng KOH, 1% trọng lượng Tergitol 15-S-7 và 95,966% trọng lượng nước được làm thành như đối với 58C, nhưng độ pH được điều chỉnh tới 4,65. Dung dịch cắt sau đó được làm loãng bằng nước khử ion ở tỷ lệ 1:1000. Độ pH, độ dẫn điện, điện trở suất, và sức căng bề mặt của dung dịch cắt 60C chưa được làm loãng và được làm loãng được thể hiện trên bảng I.

Độ pH, độ dẫn điện ($\mu\text{S}/\text{cm}$), điện trở suất ($\text{M}\Omega\text{-cm}$), sức căng bề mặt (dynes/cm) của các dung dịch cắt chưa được làm loãng và được làm loãng bằng nước DI ở các tỷ lệ khác nhau được thể hiện trên Bảng I. Nước DI cũng được thể hiện trên bảng I làm chuẩn.

Bảng I thể hiện độ pH của các dung dịch cắt tại ở các độ pha loãng điển hình được sử dụng để cắt là từ 4 tới 6,5. Tại độ pH này, các dung dịch cắt sẽ làm giảm thiểu sự ăn mòn Al trên các miếng liên kết Al bị lộ ra trong khi cắt.

Như đã chỉ ra trước đó, phương pháp để tiêu tan sự tích điện tĩnh điện trong sáng chế là sử dụng dung dịch cắt có điện trở suất thấp (độ dẫn điện cao). Dung dịch cắt

cung cấp đường dẫn cho sự tích điện tiêu tan trong khi cắt. Vì vậy dung dịch cắt 38A có điện trở suất thấp và độ dẫn điện cao, do đó nó tốt hơn để làm tiêu tan sự tích điện hình thành trên miếng bán dẫn trong khi cắt.

Hơn nữa, trong quy trình cắt, dung dịch cắt với sức căng bề mặt thấp làm ướt bề mặt miếng bán dẫn tốt hơn. Việc làm ẩm bề mặt tốt hơn sẽ cải thiện sự loại bỏ hạt.

Sức căng bề mặt của hầu hết các dung dịch cắt được làm loãng bằng nước DI ở các tỷ lệ khác nhau được thể hiện trên bảng I. So sánh với nước DI có sức căng bề mặt 73dynes/cm ở nhiệt độ 20°C trên bảng I đã chỉ ra rằng hầu hết các dung dịch cắt có khả năng loại bỏ hạt tốt hơn so với nước DI.

Nhóm II

Các thử nghiệm dưới đây được thực hiện sử dụng các cốc beake với các thanh khuấy để mô phỏng quy trình cắt.

Dung dịch cắt 38A, 58A, 58B, 58C, 59C và 60C được làm loãng từ 1:50 tới 1:1000 và được thử nghiệm để loại bỏ CuOx. Các thử nghiệm được thực hiện trong hai nhóm. Nhóm một dùng làm dung dịch cắt 38A, và nhóm hai là cho các dung dịch cắt còn lại. Tất cả dữ liệu thử nghiệm được thể hiện trong bảng II.

Dung dịch cắt 38A

Các miếng bán dẫn được thử nghiệm trong thử nghiệm này là các miếng bán dẫn phổ biến với Cu/Oxit nhiệt/Si. Nhúng miếng bán dẫn trong cốc mở được thiết lập kéo dài 20 phút.

Các thử nghiệm loại bỏ đồng oxit được thực hiện như sau. Cốc mở có dung dịch cắt 38A được khuấy bằng thanh khuấy từ. Miếng bán dẫn Cu được giữ bằng cái kẹp dẻo và được nhúng trong dung dịch cắt 38A. Nhiệt độ của dung dịch cắt 38A được duy trì ở nhiệt độ 25°C. Sau 20 phút nhúng trong dung dịch cắt 38A, đoạn miếng bán dẫn Cu được loại bỏ khỏi dung dịch cắt 38A và rửa bằng nước DI trong thời gian 30 giây. Sau đó miếng bán dẫn Cu được làm khô bằng cách thổi N₂ vào nước DI.

Các thử nghiệm phép đo elip được tiến hành để đo độ dày của oxit đồng sử dụng mô hình trên elip kế. Dữ liệu được thể hiện trên bảng II. Độ dày ban đầu của đồng oxit là khoảng 175Å

Trong các thử nghiệm, độ dày oxit đồng được đo trên mỗi miếng bán dẫn trước khi nhúng và sau khi nhúng trong dung dịch cất 38A.

Tốc độ ăn mòn đối với dung dịch cất chưa làm loãng 38A không thể được xác định khi oxit đồng được loại bỏ hoàn toàn. Không được biết đến rằng oxit đồng được loại bỏ trong 5 phút đầu tiên hoặc mất tất cả 20 phút để loại bỏ nó. Để làm tối thiểu tốc độ ăn mòn oxit đồng cho dung dịch cất được cô đặc 38A là ít nhất $175\text{Å}/20\text{ phút} = 8,75\text{ Å/phút}$, nhưng rất có thể tốc độ ăn mòn là cao hơn so với điều này.

Chỉ riêng nước DI hoặc với dung dịch làm sạch để xử lý sơ bộ không có tác dụng ngăn ngừa sự oxy hóa bề mặt và sự bám dính của các hạt/các cặn silic oxit đối với bề mặt miếng bán dẫn Cu. Trong khi dung dịch cất 38 được sử dụng trong suốt quá trình cất miếng bán dẫn bằng cách cưa, đã ngăn chặn sự tạo thành lớp oxit, ngăn sự bám dính của các cặn/các hạt silic oxit vào bề mặt miếng bán dẫn Cu, và có khả năng loại bỏ oxit đồng với sự ăn mòn tối thiểu bề mặt Cu nằm dưới, như được thể hiện trên bảng II. Do đó bề mặt Cu có thể được làm sạch trong chính quy trình cất nếu dung dịch cất 38A được sử dụng trong khi cất.

Để cất miếng bán dẫn, có thể yêu cầu thời gian trong khoảng từ 20 tới 30 phút. Trong thời gian đó, các miếng lót liên kết Al sẽ bị lộ ra mà có thể gây ăn mòn Al.

Bằng cách đo mật độ dòng điện galvanic của dung dịch cất, có thể xác định liệu dung dịch cất sẽ gây ăn mòn Al hay không. Nếu mật độ dòng điện galvanic là gần bằng không thì không có sự ăn mòn galvanic nào được dự đoán.

Như được thể hiện trên Fig.2 là mật độ dòng điện galvanic cho dung dịch cất 38A với nước máy (giống với nước DI bị ô nhiễm các hạt từ quy trình cất). Các màng Al và Cu được ghép đôi và được nhúng trong mỗi dung dịch cất và các mật độ dòng điện galvanic được đo. Al và Cu được ghép với nhau bởi vì các miếng liên kết Al bao gồm hợp kim của Al (0,5% Cu). Mật độ dòng điện cho dung dịch cất 38A là gần bằng

không và nhỏ hơn nhiều so với mật độ dòng điện của nước máy. Điều này chỉ ra rằng dung dịch cắt 38A không gây ra ăn mòn galvanic trong quá trình cắt. Điều này là quan trọng bởi vì bề mặt Al không ăn mòn sau khi cắt

Khi lưỡi cắt cắt qua miếng bán dẫn hoặc nền khác thì đường đi của lưỡi cưa gọi là vết cưa. Theo lý thuyết, vết cưa có chiều rộng như lưỡi cưa. Nhưng nếu lưỡi cưa không được làm lạnh và bôi trơn thích hợp và các hạt không được loại bỏ khỏi đường dẫn của lưỡi cưa, thì vết cưa sẽ trở nên rộng hơn so với chiều rộng lưỡi cưa. Điều này là không mong muốn vì các vùng của miếng bán dẫn hoặc nền không được cắt bị cắt thực sự. Do đó, quy trình cắt chất lượng tốt sẽ có chiều rộng vết cưa càng nhỏ càng tốt (gần với chiều rộng của lưỡi cưa như có thể).

Dữ liệu trên các hình vẽ từ Fig.3(a) tới Fig.3(c) thể hiện rằng trên tất cả 3 loại nền được thử nghiệm, bóng lưới máng (BGA), gốm, và các miếng bán dẫn silic oxit, dung dịch cắt 38A có chiều rộng vết cưa trung bình là thấp hơn so với dung dịch cắt được sử dụng nước DI thông thường. Trên các nền BGA và gốm, dung dịch cắt 38A có chiều rộng vết cưa trung bình nhỏ hơn so với dung dịch cắt thương mại được sử dụng phổ biến.

Khi lưỡi cắt cắt qua miếng bán dẫn hoặc nền khác thì có thể có các phoi và các gờ ráp dọc theo vết cưa. Các phoi là các miếng nhỏ của nền bị vỡ ra trong khi quá trình cắt. Các gờ ráp thường xảy ra khi cắt qua các gờ kim loại ở đó kim loại không cắt sạch và có các vết bẩn dọc theo vết cưa. Cả hai (phoi/gờ ráp) là không mong muốn. Quy trình cắt tốt sẽ có rất ít phoi và gờ ráp dọc theo vết cưa - mép của vết cưa nhẵn. Ngoài ra, kích thước trung bình của phoi và gờ ráp càng nhỏ thì càng tốt.

Dữ liệu trên các hình vẽ từ Fig.4(a) tới Fig.4(c) thể hiện rằng trên cả 3 loại nền được thử nghiệm (BGA, gốm, và các miếng bán dẫn silic oxit) dung dịch cắt 38A có kích thước phoi/gờ ráp trung bình nhỏ hơn so với dung dịch cắt được sử dụng nước DI thông thường. Trên các nền BGA và gốm, dung dịch cắt 38A có chiều rộng phoi/gờ ráp trung bình nhỏ hơn so với dung dịch cắt thương mại được sử dụng nói chung.

Các dung dịch cắt 58A, 58B, 58C, 59C và 60C

Đối với các dung dịch cắt 58A, 58B, 58C, 59C và 60C, tốc độ ăn mòn đồng oxit là cao. Các tốc độ ăn mòn đồng oxit được xác định từ sự giảm độ dày tuyến tính được đo trong các khoảng thời gian 1, 3, 5, 10 và 30 phút, được chỉ ra như trên bảng II.

Bảng II. Loại bỏ đồng oxit

Các dung dịch cắt	Làm loăng	Độ dày đồng oxit ban đầu (Å)	Độ dày đồng oxit sau khi làm sạch (Å)	Đồng oxit được loại bỏ trong 20 phút (Å)	Tốc độ ăn mòn đồng oxit (Å)
38A	Không được làm loăng	174	0	174	Không xác định
	1:50	175	118	57	2,85
	1:100	170	129	41	2,05
	1:250	176	136	40	2,00
	1:500	169	138	31	1,55
	1:1000	177	152	25	1,25
58A	1:1000	138	0	a	9,4
58B	1:1000	140	0	a	23,5
58C	1:1000	141	0	a	8,8
59C	1:1000	149	a	a	4,9
60C	1:1000	146	a	a	3,9

a. Được xác định từ phép hồi quy tuyến tính các độ dày được đo giữa các khoảng thời gian 1, 3, 5, 10 và 30 phút có thể áp dụng.

Nhóm III

Các dung dịch cắt chưa được làm loăng

Ví dụ 3

Kim loại Al (0,5% Cu) trên nền titan nitrit (TiN) với điện trở suất 338,24 ohms-Å/Sq thu được từ SVM I và thường có chiều dày Al là 8000Å. Trong khi cắt trừ, nền Al có thể phát triển tới lớp oxit có chiều dày 150Å. Trước khi xác định tốc độ ăn mòn

nền Al do đó được xử lý sơ bộ bằng cách nhúng miếng Al kích thước 2"x2" vào trong dung dịch nước có 42,5% trọng lượng H_3PO_4 trong nước khử ion trong thời gian 2 phút ở nhiệt độ 25°C. Sau khi nhúng trong thời gian 2 phút, miếng Al được rửa trong thời gian 3 phút bằng nước khử ion, được làm khô bằng súng N_2 trong thời gian 30 giây, và sau đó đo độ dày màng Al. Các miếng Al đã xử lý sơ bộ theo cách này được sử dụng ngay lập tức trong các phép đo tốc độ ăn mòn được thực hiện.

Ví dụ 4

Dung dịch cất gồm axit oxalic với lượng 2,0% trọng lượng trong nước khử ion được điều chế như sau: thêm 224,2g dung dịch nước chứa 8,92% trọng lượng axit oxalic vào chai poly HPDE một lít. 775,8g nước khử ion bổ sung sau đó được thêm vào chai tới trọng lượng cuối cùng là 1000g. Chai được đậy nắp và lắc. Dung dịch cất được đặt tên là 48A và độ pH dung dịch được đo là 1,04.

Dung dịch cất 48A được đưa ra cho các phép đo tốc độ ăn mòn ở nhiệt độ 25°C sử dụng miếng Al đã xử lý sơ bộ cũng như sử dụng 1000Å Ni trên nền oxit nhiệt (TOx). Nền Ni có điện trở suất là 2035,64 ohm-Å/Sq. Mỗi miếng Al có kích thước 2"x2" hoặc nền Ni được nhúng trong 330ml dung dịch cất 48A trong cốc mỏ thủy tinh 500ml và dung dịch được khuấy trên tấm khuấy ở tốc độ khuấy 300rpm. Nhiệt độ được ghi lại. Các phép đo độ dày bằng đơn vị Å được thiết lập ba lần như nhau sau các khoảng thời gian 0, 20, 40, 60, và 90 phút sử dụng đầu dò bốn điểm ResMap Four Point. Độ dày màng giảm đi với dữ liệu thời gian. Tốc độ ăn mòn được xác định cho Al và Ni riêng biệt tương ứng là 0,6 Å/phút và 3,3 Å/phút cho cả hai nền.

Bảng III. Các tốc độ ăn mòn đối với các dung dịch axit oxalic ở nhiệt độ 25°C

Ví dụ	Các dung dịch cất	pH	Axit oxalic (% trọng lượng)	TMAH ^b (% trọng lượng)	Tốc độ ăn mòn (Å/phút)	
					Al	Ni
4	48A	1,04	2,0	0	0,6	3,3
5	50B	1,32	1,0	0	3,8	6,2
6	50E	1,46	0,67	0	4,4	10,6

7	49A	3,30	2,0	8,7	1,5	18,9
8	55A	4,47	2,0	14,8	2,1	15,5
9	55B	5,45	2,0	16,1	1,7	1,4

b. 25% trọng lượng dung dịch nước.

Các ví dụ 5-9

Các dung dịch cắt bổ sung 50B, 50E, 49A, 55A, và 55B được điều chế như đối với 48A nhưng với các nồng độ axit oxalic thay đổi và/hoặc độ pH cuối cùng trong các ví dụ 5-9, tương ứng. Các kết quả tốc độ ăn mòn được tóm tắt trong bảng III. Các tốc độ ăn mòn đối với cả kim loại Al và Ni là lớn nhất đối với pH.

Ví dụ 10

Dung dịch cắt gồm axit xitric với lượng 2,0% trọng lượng trong nước khử ion được điều chế như sau: Thêm 6,9g dung dịch nước chứa axit xitric với lượng 29% trọng lượng vào chai một lít bằng HPDE poly. Sau đó thêm 993,1g nước khử ion vào chai đến trọng lượng cuối cùng là 1000g. Chai được đậy nắp và lắc. Dung dịch cắt được gọi tên 48B và độ pH dung dịch được đo là 1,93.

Dung dịch cắt 48B được đưa ra cho các phép đo tốc độ ăn mòn sử dụng miếng Al đã xử lý sơ bộ và 1000Å Ni trên nền TOx, như trong ví dụ 4. Độ dày màng đối với dữ liệu thời gian sau đó giảm dần. Tốc độ ăn mòn được xác định cho Al và Ni riêng biệt là <1 Å/phút cho cả hai nền. Đầu dò bốn điểm ResMap (ResMap Four Point Probe) có thể đo các thay đổi độ dày màng > 20Å, vì tốc độ ăn mòn <1Å/phút đã chỉ ra sự ăn mòn không đáng kể của màng qua thời gian thử nghiệm từ 30 tới 90 phút.

Bảng IV: Các tốc độ ăn mòn đối với các dung dịch axit xitric chưa được làm loãng ở nhiệt độ 25°C

Ví dụ	Các dung dịch cắt	pH	Axit xitric (% trọng lượng)	TMAH ^c (% trọng lượng)	Tốc độ ăn mòn (Å/phút)	
					Al	Ni

10	48B	1,93	2,0	0	<1	<1
11	49B	3,43	2,0	3,5	0,5	<1
12	55E	4,38	2,0	6,3	<1	<1
13	55F	5,34	2,0	9,2	<1	<1

c. 25% trọng lượng dung dịch nước.

Các ví dụ 11-13

Các dung dịch cất bổ sung 49B, 55E, và 55F được điều chế như đối với 48B nhưng với các nồng độ axit xitric thay đổi và/hoặc độ pH cuối cùng, lần lượt trong các ví dụ 11-13. Lượng TMAH và các kết quả tốc độ ăn mòn cuối cùng được tóm tắt trong bảng IV. Các tốc độ ăn mòn đối với các kim loại Al và Ni là < 1Å/phút cho tất cả các giá trị độ pH lên tới 5,3.

Ví dụ 14

Dung dịch cất gồm axit fumaric với lượng 2,0% trọng lượng trong nước khử ion được điều chế như sau: Thêm 2,0g axit fumaric rắn vào chai poly HPDE một lít. Sau đó thêm 998,0g nước khử ion vào chai đến trọng lượng cuối cùng là 1000g. Chai được đậy nắp và lắc. Một lượng tinh thể axit fumaric không xác định được giữ không tan. Dung dịch chất hoạt động bề mặt được thu lại và dung dịch cất được gọi tên 48C. độ pH dung dịch được đo là 2,13.

Dung dịch cất 48C được đưa ra cho các phép đo tốc độ ăn mòn sử dụng miếng Al đã xử lý sơ bộ và 1000Å Ni trên nền TOx, như trong ví dụ 4. Độ dày màng đối với dữ liệu thời gian sau đó giảm dần. Tốc độ ăn mòn được xác định cho Al và Ni riêng biệt là <1 Å/phút cho cả hai nền.

Bảng V. Các tốc độ ăn mòn đối với các dung dịch axit fumaric chưa được làm loãng ở nhiệt độ 25°C

Ví dụ	Các dung dịch cất	pH	Axit fumaric (% trọng lượng)	TMAH ^d (% trọng lượng)	Tốc độ ăn mòn (Å/phút)
-------	-------------------	----	------------------------------	-----------------------------------	------------------------

					Al	Ni
14	48C	2,13	<2,0	0	<1	<1
15	49C	3,3	2,0	3,3	0,7	<1
16	55G	4,27	2,0	9,98	0,4	<1
17	55H	5,13	2,0	11,65	0,4	<1

d. 25% trọng lượng dung dịch nước.

Các ví dụ 15-17

Các dung dịch cất bổ sung 49C, 55G, và 55H được điều chế như đối với 48C nhưng với các nồng độ axit xitric thay đổi và/hoặc độ pH cuối cùng lần lượt trong các ví dụ 15-17. Lượng TMAH và các kết quả tốc độ ăn mòn cuối cùng được tóm tắt trong bảng V. Các tốc độ ăn mòn đối với các kim loại Al và Ni là < 1Å/phút cho tất cả các giá trị độ pH lên tới 5,1.

Ví dụ 18

Dung dịch cất gồm 2,0% trọng lượng axit oxalic và 0,2% trọng lượng axit fumaric trong nước khử ion được điều chế như sau: thêm 224,4g dung dịch nước chứa 8,92% trọng lượng axit oxalic vào chai poly HDPE một lít. Thêm 2,0g axit fumaric rắn vào chai poly HPDE một lít. 679,4g nước khử ion được thêm vào chai. Để điều chỉnh pH, 94,2g dung dịch TMAH 25% trọng lượng được thêm vào cho trọng lượng cuối cùng là 1000,0g. Chai được đậy nắp và lắc. Dung dịch cất được gọi tên 53B và độ pH dung dịch được đo là 3,44. Tốc độ ăn mòn được xác định cho Al và Ni riêng biệt tương ứng là 0,6 Å/phút và 1,4 Å/phút cho cả hai nền. Bảng VI cũng đã thể hiện kết quả đối với ví dụ so sánh 7 và đã chứng tỏ rằng sự thêm vào 0,2% trọng lượng axit fumaric vào 2,0% trọng lượng axit oxalic ở pH=3,3-3,5 đã làm giảm tốc độ ăn mòn kim loại Ni bởi nhiều hơn 1 bậc.

Các ví dụ 19-20

Các dung dịch cất bổ sung 53E và 53F được điều chế như đối với 53B với các nồng độ axit fumaric thay đổi và/hoặc độ pH cuối cùng. Để điều chỉnh pH, hỗn hợp

TMAH 25% trọng lượng được sử dụng. Lượng axit fumaric và TMAH cũng như các kết quả tốc độ ăn mòn cuối cùng được tóm tắt trong bảng VI. Các tốc độ ăn mòn cho Al cơ bản không thay đổi. Các tốc độ ăn mòn kim loại Ni cũng được giảm đáng kể như được thấy cho các ví dụ 20 và 21, tuy nhiên, tốc độ ăn mòn Ni tăng lên với axit fumaric tăng lên.

Ví dụ 21

Dung dịch cắt gồm 2,0% trọng lượng axit oxalic và 0,5% trọng lượng axit xitric trong nước khử ion được điều chế như sau: thêm 243,92g dung dịch nước chứa 8,2% trọng lượng axit oxalic vào chai poly HDPE một lít. Thêm 17,24g dung dịch axit xitric 29% trọng lượng vào cùng chai poly HPDE một lít. 625,92g nước khử ion được thêm vào chai. Để điều chỉnh pH, 112,92g dung dịch TMAH 25% trọng lượng được thêm vào cho trọng lượng cuối cùng là 1000,0g. Chai được đậy nắp và lắc. Dung dịch cắt được gọi tên 56H và độ pH dung dịch được đo là 3,48. Tốc độ ăn mòn được xác định cho Al và Ni riêng biệt tương ứng là 0,6 Å/phút và 0,5 Å/phút. Kết quả này được tóm tắt trong bảng VI và đã chứng tỏ rằng bổ sung 0,5% trọng lượng axit xitric vào 2,0% trọng lượng axit oxalic ở pH=3,3-3,5 đã làm giảm tốc độ ăn mòn kim loại Ni nhiều hơn 1 bậc.

Bảng VI. Các tốc độ ăn mòn đối với các dung dịch axit xitric, fumaric, oxalic chưa được làm loãng ở nhiệt độ 25°C

Ví dụ	Dung dịch cắt	pH	% trọng lượng			Tốc độ ăn mòn (Å/phút)	
			Axit oxalic	Axit fumaric	TMAH ^e	Al	Ni
7	49A	3,30	2,0	0	8,7	1,5	18,9
18	53B	3,44	2,0	0,2	9,4	0,6	1,4
19	53E	3,46	2,0	0,5	9,7	1,2	3,8
20	53F	3,5	2,0	1,0	11,2	1,8	7,7
			Axit	Axit xitric	TMAH ^e		

			oxalic				
21	56H	3,48	2,0	0,5	11,3	0,6	0,5

e. 25% trọng lượng dung dịch nước.

Ví dụ 22

Tốc độ ăn mòn được xác định cho dung dịch cất 58A trên Al và Ni riêng biệt là <1 Å/phút cho cả hai kim loại. Kết quả này đã chứng tỏ rằng KOH có thể được sử dụng để thay thế TMAH và phù hợp với các kết quả được nhận thấy đối với các ví dụ 10 tới 13.

Ví dụ 23

Tốc độ ăn mòn được xác định cho dung dịch cất 58B trên Al và Ni riêng biệt là <1 Å/phút cho cả hai kim loại. Khi so sánh với dữ liệu trên bảng III cho các dung dịch axit oxalic được điều chỉnh pH, các kết quả ngoài ra đã thể hiện sự giảm đáng kể tốc độ ăn mòn Ni. Kết quả này còn chứng tỏ rằng KOH có thể được sử dụng để thay thế TMAH trong các dung dịch cất axit xitric và oxalic trộn lẫn, và phù hợp với các kết quả được nhận thấy đối với ví dụ 22 ở pH=3,48.

Ví dụ 24

Tốc độ ăn mòn được xác định cho dung dịch cất 58C trên Al và Ni riêng biệt là <1 Å/phút cho cả hai kim loại. Kết quả này chứng tỏ rằng chất hoạt động bề mặt Tergitol có thể được sử dụng để thay thế chất hoạt động bề mặt Hostapur SAS trong ví dụ 22 mà không làm thay đổi đáng kể tới các tốc độ ăn mòn.

Ví dụ 25

Dung dịch cất gồm 2,0% trọng lượng axit oxalic và 0,5% trọng lượng axit xitric trong nước khử ion được điều chế như sau: thêm 243,3g dung dịch nước chứa 8,2% trọng lượng axit oxalic vào chai poly HDPE một lít. Thêm 17,2g dung dịch axit xitric 29% trọng lượng vào cùng chai poly HPDE một lít. Thêm 10,0g chất hoạt động bề mặt Tergitol 15-S-7 tinh khiết vào chai. 703,6g nước khử ion được thêm vào chai. Để điều chỉnh pH, 25,9g dung dịch KOH 48% trọng lượng được thêm vào cho trọng lượng

cuối cùng là 1000,0g. Chai được đậy nắp và lắc. Dung dịch cất được đặt tên là 58E và độ pH dung dịch được đo là 2,42. Tốc độ ăn mòn được xác định cho Al và Ni riêng biệt là <1 Å/phút cho cả hai kim loại. Kết quả này chứng tỏ rằng chất hoạt động bề mặt Tergitol có thể được sử dụng để thay thế chất hoạt động bề mặt HOSTAPUR SAS trong ví dụ 23 mà không làm thay đổi đáng kể tới các tốc độ ăn mòn.

Các ví dụ 26-31

Một loạt các dung dịch cất bổ sung được tạo ra với thành phần và độ pH thay đổi. Các dung dịch cất 59A và 60A gồm axit xitric và HOSTAPUR SAS như đối với 58A trong nhóm I; các dung dịch cất 59B và 60B gồm axit oxalic cộng với axit xitric và HOSTAPUR SAS như đối với 58B trong nhóm I; và các dung dịch cất 59D và 60D gồm axit oxalic cộng axit xitric và Tergitol 15-S-7 trong ví dụ 25.

Một loạt các dung dịch cất có tên 59A, 59B, và 59D đều được điều chỉnh độ pH bằng KOH tới khoảng độ pH = 3,9-4,2. Khi được làm loãng bằng nước khử ion ở 1:1000 loạt các dung dịch cất này cho điểm sử dụng độ pH khoảng 4,5 như đối với 59C trong nhóm I. Tương tự, một loạt dung dịch cất có tên 60A, 60B, và 60D tất cả được điều chỉnh độ pH bằng KOH tới khoảng pH=4,5 tới 4,7. Khi được làm loãng bằng nước khử ion ở 1:1000 loạt các dung dịch cất này cho điểm sử dụng độ pH khoảng 5,0 như đối với 59C trong nhóm I. Tương tự, một loạt dung dịch cất có tên 60A, 60B, và 60D tất cả được điều chỉnh độ pH bằng KOH tới khoảng pH=4,5 tới 4,7.

Bảng VII. Các tốc độ ăn mòn đối với các dung dịch cất axit xitric và oxalic nguyên chất ở nhiệt độ 25°C

Ví dụ	Dung dịch cất	pH	% trọng lượng			
			Axit oxalic	Axit xitric	KOH ^f	Chất hoạt động bề mặt
26	59A	4,20	0	2,0	1,6	0,188% trọng lượng SAS10
27	59B	4,01	2,0	0,5	4,6	0,187% trọng lượng SAS10
28	59D	3,93	2,0	0,5	4,53	1,0% trọng lượng Tergitol

29	60A	4,66	0	2,0	2,2	0,188% trọng lượng SAS10
30	60B	4,57	2,0	0,5	5,4	0,188% trọng lượng SAS10
31	60D	4,50	2,0	0,5	5,26	1,0% trọng lượng Tergitol

f. 48% trọng lượng dung dịch nước.

Các dung dịch cắt được làm loãng

Ví dụ 32

Thêm 1,0g dung dịch cắt 58A vào chai HDPE poly một lít. Thêm 1000g nước khử ion bổ sung vào chai. Chai được đậy nắp và lắc. độ pH của sự pha loãng 1:1000 thu được được đo là 4,09. Mẫu được đưa ra để xác định tốc độ ăn mòn trên các nền kim loại Al, Ni, và Cu và CuOx trên nền Cu. Các kết quả tốc độ ăn mòn được thể hiện trên bảng VIII.

Các ví dụ 33-43

Các dung dịch cắt bổ sung được làm loãng sử dụng các sự làm loãng tương tự là 1:1000. Các dung dịch này được thể hiện trong các ví dụ 33-43, bảng VIII. Giá trị độ pH của mỗi dung dịch được làm loãng được đo, và xác định tốc độ ăn mòn cho mỗi mẫu ở nhiệt độ 25°C trên các kim loại Al, Ni, và Cu, cũng như đồng oxit (CuOx) trên nền đồng oxit. Các kết quả được thể hiện trên bảng VIII.

Bảng VIII. độ pH và các tốc độ ăn mòn tại nhiệt độ 25°C

Ví dụ	Dung dịch cắt ở độ pha loãng 1:1000	Độ pH	Tốc độ ăn mòn (Å/phút)			
			Al	Ni	Cu	CuOx trên Cu
32	58A	4,09	0,4	<1	0,8	9,4
33	58B	3,97	0,6	<1	0,9	23,5
34	58C	4,19	0,4	<1	0,9	8,8
35	58E	3,99	0,7	<1	1,0	17,4

36	59A	4,63	0,3	<1	0,8	4,2
37	59B	4,33	0,7	<1	1,2	3,8
38	59C	4,56	0,3	<1	0,9	4,9
39	59D	4,65	0,8	<1	1,3	4,8
40	60A	5,10	1,4	<1	0,9	3,8
41	60B	5,06	1,3	<1	5,7	<1
42	60C	5,13	0,4	<1	1,0	3,9
43	60D	5,15	1,3	<1	5,0	<1

Ví dụ so sánh 44

Ngoài ra, các mẫu được làm loãng 1:1000 của 58E, 59D, và 60D được thử nghiệm cho tốc độ ăn mòn Al và Ni ở nhiệt độ 45°C và 65°C. Các kết quả tốc độ ăn mòn được thể hiện trên bảng IX bên dưới và được so sánh với các kết quả được thể hiện trên bảng 6 ở trên cho các dung dịch cắt tương ứng. Vì cả 3 dung dịch cắt đều chứa axit oxalic và xitric, cũng như chất hoạt động bề mặt Tergitol, sự khác nhau về các tốc độ ăn mòn cơ bản do các sự chênh lệch độ pH và nhiệt độ. Các kết quả đã thể hiện rằng độ pH cao hơn ~5,0 là rất quan trọng để duy trì tốc độ ăn mòn Ni thấp ở các nhiệt độ cao.

Bảng IX. độ pH và các tốc độ ăn mòn ở nhiệt độ 25°C, 45°C, và 65°C cho các dung dịch cắt được làm loãng theo tỷ lệ 1:1000.

Dung dịch cắt ở độ pha loãng 1:1000	pH	Tốc độ ăn mòn Al (Å/phút)			Tốc độ ăn mòn Ni (Å/phút)		
		25°C	45°C	65°C	25°C	45°C	65°C
58E	3,99	0,7	2,9	15,2	<1	13,3	16,9
59D	4,65	0,8	2,4	14,5	<1	<1	2,8
60D	5,15	1,3	4,7	19,7	<1	<1	<1

Ví dụ so sánh 45

Các mẫu dung dịch cắt 60B, 60C, và 60DH được điều chế với lượng 1 gallon. Mẫu 60DH chứa một nửa nồng độ của dung dịch cắt 60D. Do đó được làm loãng ở tỷ lệ 1:500 để đạt được sự so sánh sát nhau các kết quả với các dung dịch cắt khác được làm loãng ở tỷ lệ 1:1000. Các dung dịch cắt được thử nghiệm ở độ pha loãng đương lượng 1:1000 trong các thử nghiệm trực tuyến sử dụng hoạt động của miếng bán dẫn DNS. Các thử nghiệm cắt được dự định để xác định tuổi thọ hoặc khoảng thời gian mà các lưỡi cắt có thể được sử dụng trước khi có bất kỳ sự nứt vỡ nào trong trong đầu lưỡi của đi qua. Các lưỡi của là từ DISCO và được đánh nhãn “disco *NBC-ZH 2050 * 27HEDF”. Chúng gồm trục kim loại nhôm với đầu nhọn Ni. Đầu nhọn Ni chứa các kim cương được gắn vào. Các dung dịch cắt được thử nghiệm ở các điều kiện giống nhau dưới đây: RPM lưỡi của: 30000; tốc độ lưỡi của: 5mm/giây; chiều sâu cắt vào miếng bán dẫn Si: 50%. Ngoài ra, phần nhỏ của mỗi dung dịch cắt được sử dụng trong các thử nghiệm tốc độ ăn mòn cho cả hai kim loại Ni và Cu, và CuOx trên nền Cu.

Các kết quả về tuổi thọ lưỡi của được thể hiện trong bảng X bên dưới. Các kết quả chỉ ra 3 dung dịch cắt cho các tuổi thọ lưỡi của gần tương tự nhau ở độ pH ~5,0. Dung dịch cắt 60C có thêm tốc độ ăn mòn CuOx cao hơn. Dung dịch cắt với tốc độ ăn mòn CuOx cao và tốc độ ăn mòn kim loại Cu thấp đảm bảo làm sạch tốt mà không phá hủy các miếng liên kết Cu.

Bảng X. tuổi thọ lưỡi của và tốc độ ăn mòn cho các dung dịch cắt được làm loãng

Dung dịch cắt ở độ pha loãng 1:1000	Tuổi thọ lưỡi của (giờ)	Tốc độ ăn mòn ở tỷ lệ 1:1000 (Å/phút)		
		Cu (25°C)	CuOx (25°C)	Ni (65°C)
60B	> 16	4,8	0,3	<1
60C	~ 20	1,1	8,7	<1
60DH^g	~19	5,1	0,4	<1

g. Đối với 60B và 60C các dung dịch cắt được làm loãng 1:1000. Đối với 60DH dung dịch cắt được làm loãng 1:500.

Ví dụ so sánh 46

Các kết quả được thể hiện trong bảng XI cho các dung dịch cắt 58B, 59C, và 60C với các giá trị độ pH sau khi làm loãng theo tỷ lệ 1:1000 là khoảng 4, 4,5, và 5. Dữ liệu thể hiện rằng tuổi thọ lưỡi cưa tăng lên đáng kể theo độ pH tăng. Dựa trên các kết quả tuổi thọ lưỡi cưa này, các dung dịch cắt 48A và 48B trong bảng IV và V được cho là có tuổi thọ lưỡi cưa ngắn. Các kết quả được thể hiện trước đó trong bảng VIII cũng thể hiện, tuy nhiên, rằng tốc độ ăn mòn CuOx cũng bị giảm đi theo độ pH tăng lên. độ pH khoảng 5,0 xuất hiện cho giá trị đủ sức tối ưu tốc độ ăn mòn Ni thấp dẫn tới tuổi thọ lưỡi cưa dài và làm giảm tốc độ ăn mòn CuOx để làm sạch các miếng liên kết Cu.

Bảng XI. Tác dụng của độ pH dung dịch cắt ở độ pha loãng 1:1000

Dung dịch cắt ở độ pha loãng 1:1000	Độ pH	Tuổi thọ lưỡi cưa (giờ)
58B	~4,0	4,05
59C	~4.5	8-10
60C	~5,0	20

Ví dụ so sánh 47

Các dung dịch cắt chứa nhiều thành phần. Các chế phẩm trong bảng XII được tạo thành ở độ pH khoảng 4,0. 62A chứa 2% trọng lượng axit oxalic trong khi 62B chứa 2,0% trọng lượng axit oxalic và 0,5% trọng lượng axit xitric. Các dung dịch cắt đối chứng 62A và 62B không chứa thành phần phụ và độ pH được điều chỉnh tới khoảng 4,0 sử dụng KOH. Các phụ gia được có mặt thường ở nồng độ là 0,5% trọng lượng, tuy nhiên, các axit glutaric và suxinic được có mặt ở nồng độ 0,34% trọng lượng và 0,31% trọng lượng là khoảng đẳng mol với 0,5% trọng lượng axit xitric. Không có dung dịch cắt nào chứa chất hoạt động bề mặt HOSTAPUR SAS hoặc Tergitol. Các kết quả thể hiện rằng trong các dung dịch cắt chưa được làm loãng này chứa các phụ gia có thể làm giảm tốc độ ăn mòn kim loại Ni ở nhiệt độ 25°C. Trong các phụ gia này, axit anthranilic xuất hiện có hiệu quả nhất trong việc giảm tốc độ ăn mòn Ni.

Bảng XII. Tốc độ ăn mòn Ni ở nhiệt độ 25°C đối với các dung dịch cắt Oxalic-xitric-phụ gia

Các dung dịch cắt chưa được làm loãng	Độ pH	Hỗn hợp axit	Phụ gia	Tốc độ ăn mòn Ni (Å/phút) ở nhiệt độ 25°C
62A	4,05	Oxalic	-	8,1
62C	4,02	Oxalic	Glutaric	5,9
62D	4,06	Oxalic	Suxinic	5,5
63A	4,02	Oxalic	Glyxin	2,9
64A	3,96	Oxalic	Surfynol S-61	4,1
65A	4,0	Oxalic	Axit Anthranilic	0,3 – 1,2
62B	3,98	Oxalic+ xitric	-	2,0
63B	3,92	Oxalic+ xitric	Glyxin	1,0
64B	4,01	Oxalic+ xitric	Surfynol S-61	0,3
65B	4,09	Oxalic+ xitric	Axit Anthranilic	<1

Các phương án của sáng chế được liệt kê ở trên, bao gồm ví dụ thực hiện, là minh họa của các phương án thực hiện có thể được tạo ra cho sáng chế. Được dự tính rằng có thể sử dụng những định hình khác của quy trình, và các vật liệu được sử dụng trong quy trình có thể được lựa chọn từ nhiều vật liệu khác với những vật liệu đã được bộc lộ cụ thể.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Dung dịch cắt miêng bán dẫn để ngăn sự bám dính của cặn gây ô nhiễm và sự ăn mòn của các vùng kim loại bị lộ ra, dung dịch này bao gồm:

ít nhất một hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm axit hữu cơ và muối của nó với lượng từ 1ppb đến 30% trọng lượng;

chất hoạt động bề mặt với lượng từ 1ppb đến 10% trọng lượng; và

bazơ với lượng từ 1ppb đến 20% trọng lượng;

tùy ý:

chất tạo chelat với lượng nằm trong khoảng từ 1ppb đến 10% trọng lượng;

tác nhân khử bọt với lượng nằm trong khoảng từ 1ppb tới 5% trọng lượng;

chất phân tán với lượng nằm trong khoảng từ 1ppb tới 5% trọng lượng;

còn lại là nước khử ion; và

dung dịch này có độ pH lớn hơn 4 đến 6,58;

trong đó:

axit hữu cơ được chọn từ nhóm bao gồm axit oxalic, axit xitric, axit maleic, axit malic, axit malonic, axit gluconic, axit glutaric, axit ascorbic, axit formic, axit axetic, axit etylen diamin tetraaxetic, axit dietylen triamin pentaaxetic, các axit aminobenzoic như axit anthranilic, axit fumaric, glyxin, alanin, xystin, và các hỗn hợp của chúng;

chất hoạt động bề mặt được chọn từ nhóm bao gồm các chất hoạt động bề mặt anion, chất hoạt động bề mặt cation, chất hoạt động bề mặt không ion, chất hoạt động bề mặt lưỡng tính, chất hoạt động bề mặt silicon, chất hoạt động bề mặt poly(alkylen oxit), chất hoạt động bề mặt là chất hóa học của flo, chất hoạt động bề mặt diol axetylen, các etoxylat rượu bậc một, các etoxylat rượu bậc hai, các etoxylat amin,

glucosit, glucamit, polyetylen glycol, poly(etylen glycol-co-propylen glycol), và các hỗn hợp của chúng; và

bazơ là kali hydroxit (KOH).

2. Dung dịch theo điểm 1, trong đó:

ít nhất một hợp chất được chọn từ nhóm chỉ bao gồm axit hữu cơ và muối của nó có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% trọng lượng đến 30% trọng lượng;

chất hoạt động bề mặt có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% trọng lượng đến 10% trọng lượng;

bazơ có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% trọng lượng đến 20% trọng lượng;

chất tạo chelat có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% trọng lượng đến 10% trọng lượng;

tác nhân khử bọt có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% trọng lượng đến 5% trọng lượng; và

chất phân tán có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% trọng lượng đến 5% trọng lượng.

3. Dung dịch theo điểm 1, trong đó:

chất hoạt động bề mặt không ion được chọn từ nhóm bao gồm octyl và nonyl phenol etoxylat, các etoxylat rượu bậc hai, rượu axetylenic và các hỗn hợp của chúng; và

các chất hoạt động bề mặt anion được chọn từ nhóm bao gồm các alkylbenzensulfonat thẳng (LAS), alylbenzensulfonat bậc hai, các sulfat rượu béo (FAS), các alkansulfonat bậc hai (SAS), các sulfat ete rượu béo (FAES), và các hỗn hợp của chúng.

4. Dung dịch theo điểm 1, trong đó:

axit hữu cơ được chọn từ nhóm bao gồm axit xitric, axit fumaric và axit oxalic; và

chất hoạt động bề mặt được chọn từ nhóm bao gồm rượu etoxylat bậc hai và alkansulfonat bậc hai.

5. Dung dịch theo điểm 1, trong đó chất tạo chelat được chọn từ nhóm bao gồm: các axit aminobenzoic; axit etylendiamintetraxetic (EDTA), axit N-hydroxyetyletylendiamintriaxetic (NHEDTA), axit nitrilotriaxetic (NTA), axit diethylklentriaminpentaxeticdiethylentriaminpentaaxetic (DPTA), etanoldiglyxinat, axit xitric, axit gluconic, axit oxalic, axit phosphoric, axit tartaric, axit metyldiphosphonic, axit aminotrisetylenphosphonic, axit etylen-diphosphonic, axit 1-hydroxyetylen-1,1-diphosphonic, axit 1-hydroxypropylen-1,1-diphosphonic, axit etylaminobisetylenphosphonic, axit dodecylaminobisetylenphosphonic, axit nitrilotrisetylenphosphonic, axit etylendiaminbisetylenphosphonic, axit etylendiaminetetrakisetylenphosphonic, axit hexadiaminetetrakisetylenphosphonic, axit diethylentriaminpentametylenphosphonic, axit 1,2-propandiaminetetametylenphosphonic, các muối amoni, các muối amin hữu cơ, axit maronic, axit suxinic, axit dimercapto suxinic, axit glutaric, axit maleic, axit phtalic, axit fumaric, axit polycarboxylic, axit propan-1,1,2,3-tetracarboxylic, axit butan-1,2,3,4-tetracarboxylic, axit pyromellitic, axit oxycarboxylic, axit β -hydroxypropionic, axit xitric, axit malic, axit tartaric, axit pyruvic, axit diglycol, axit salixylic, axit gallic, polyphenol, pyrogallol, axit phosphoric, axit polyphosphoric, các hợp chất dị vòng, etylen glycol, glyxerol và các diketon, và các hỗn hợp của chúng.

6. Dung dịch theo điểm 5, trong đó:

axit oxycarboxylic được chọn từ nhóm gồm axit glycolic, axit β -hydroxypropionic, axit xitric, axit malic, axit tartaric, axit pyruvic, axit diglycol, axit salixylic, axit gallic, và các hỗn hợp của chúng;

polyphenol được chọn từ nhóm bao gồm catechol, pyrogallol, các axit phosphoric axit pyrophosphoric, axit polyphosphoric và các hỗn hợp của chúng; và

hợp chất dị vòng được chọn từ nhóm bao gồm 8-oxyquinolin, các diketon α -dipyridyl axetylaxeton, và các hỗn hợp của chúng.

7. Dung dịch theo điểm 1, trong đó:

tác nhân khử bột được chọn từ nhóm bao gồm các silicon, phosphat hữu cơ, các chất khử bột nền EO hoặc PO chứa các copolyme polyetylen glycol và polypropylen glycol, các rượu, các dầu trắng, các dầu thực vật, các sáp, các rượu béo mạch dài, các xà phòng của axit béo, các este và các hỗn hợp của chúng; và

chất phân tán được chọn từ nhóm gồm: các chất phân tán anion tan trong nước, các chất phân tán không ion tan trong nước, các chất phân tán cation tan trong nước, các chất phân tán lưỡng tính tan trong nước; chất phân tán polyme chứa muối của axit acrylic làm thành phần copolyme hóa, và các hỗn hợp của chúng.

8. Dung dịch theo điểm 7, trong đó:

chất phân tán anion tan trong nước được chọn từ nhóm bao gồm axit oxycarboxylic được chọn từ nhóm gồm trietanolamin laurylsulfat, ammoni laurylsulfat, polyoxyetylen alkyl ete trietanolamin sulfat, các chất phân tán polyme chứa axit polycarboxylic, và các hỗn hợp của chúng;

chất phân tán không ion tan trong nước được chọn từ nhóm bao gồm polyoxyetylen lauryl ete, polyoxyetylen xetyl ete, polyoxyetylen stearyl ete, polyoxyetylen oleyl ete, ete của rượu cao polyoxyetylen, polyoxyetylen octyl phenyl ete, polyoxyetylen nonyl phenyl ete, các dẫn xuất polyoxyetylen, polyoxyetylen sorbitan monolaurat, polyoxyetylen sorbitan monopalmitat, polyoxyetylen sorbitan monostearat, polyoxyetylen sorbitan tristearat, polyoxyetylen sorbitan monooleat, polyoxyetylen sorbitan trioleat, polyoxyetylen sorbit tetraoleat, polyetylen glycol monolaurat, polyetylen glycol monostearat, polyetylen glycol distearat, polyetylen glycol monooleat, polyoxyetylen alkylamin, dầu thầu dầu hóa rắn polyoxyetylen, alkylalkanolamit, và các hỗn hợp của chúng;

chất phân tán cation tan trong nước được chọn từ nhóm bao gồm polyvinylpyrrolidon, coconutamin axetat, stearylamin axetat, và các hỗn hợp của chúng; và

chất phân tán lưỡng tính tan trong nước được chọn từ nhóm bao gồm laurylbetain, stearylbetain, lauryldimetylamin oxit, 2-alkyl-N-carboxymetyl-N-hydroxyethylimidazolini betain, và các hỗn hợp của chúng.

9. Dung dịch cắt miếng bán dẫn để ngăn sự bám dính của cặn gây ô nhiễm và sự ăn mòn của các vùng kim loại bị lộ ra, dung dịch này bao gồm:

ít nhất một axit được chọn từ nhóm bao gồm axit xitric, axit fumaric và axit oxalic với lượng từ 1 ppb đến 30% trọng lượng;

bazơ với lượng từ 1 ppb đến 20% trọng lượng;

chất hoạt động bề mặt với lượng từ 1 ppb đến 10% trọng lượng;

còn lại là nước khử ion; và

dung dịch có độ pH lớn hơn 4 đến 6,58;

trong đó:

bazơ là kali hydroxit (KOH); và

chất hoạt động bề mặt được chọn từ nhóm bao gồm rượu etoxylat bậc hai và alkansulfonat bậc hai, và các hỗn hợp của chúng.

10. Dung dịch theo điểm 9, trong đó:

ít nhất một axit có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% trọng lượng đến 30% trọng lượng;

chất hoạt động bề mặt có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% trọng lượng đến 10% trọng lượng; và

bazơ có mặt với lượng nằm trong khoảng từ 0,001% trọng lượng đến 20% trọng lượng.

11. Thiết bị cắt miếng bán dẫn bao gồm:

miếng bán dẫn chứa nhiều mạch tích hợp;

máy cắt bao gồm cưa và nhiều miếng lót liên kết; và

dung dịch cắt, bao gồm dung dịch theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10.

12. Phương pháp cắt miếng bán dẫn, trong đó miếng bán dẫn được cắt bằng cưa với các miếng lót liên kết; phương pháp này bao gồm bước:

cho miếng bán dẫn tiếp xúc với dung dịch trong khi cắt, dung dịch này bao gồm dung dịch theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10.

Hỗn hợp dung dịch cất A
và nước được khử ion (DI)

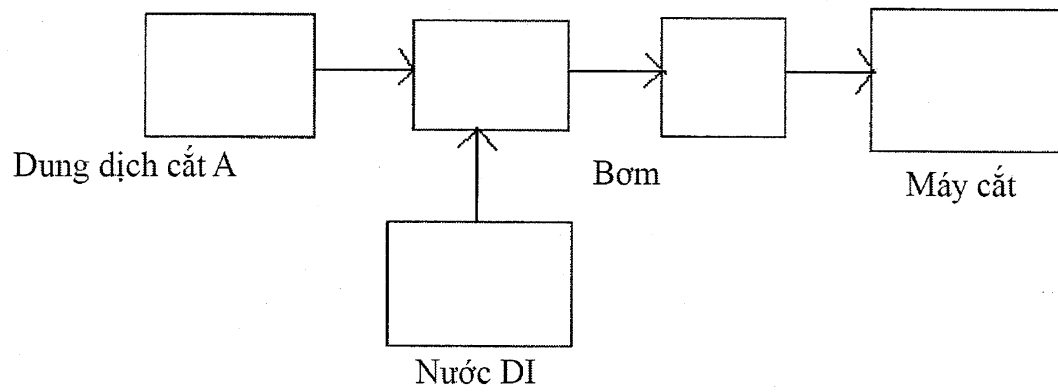


Fig.1

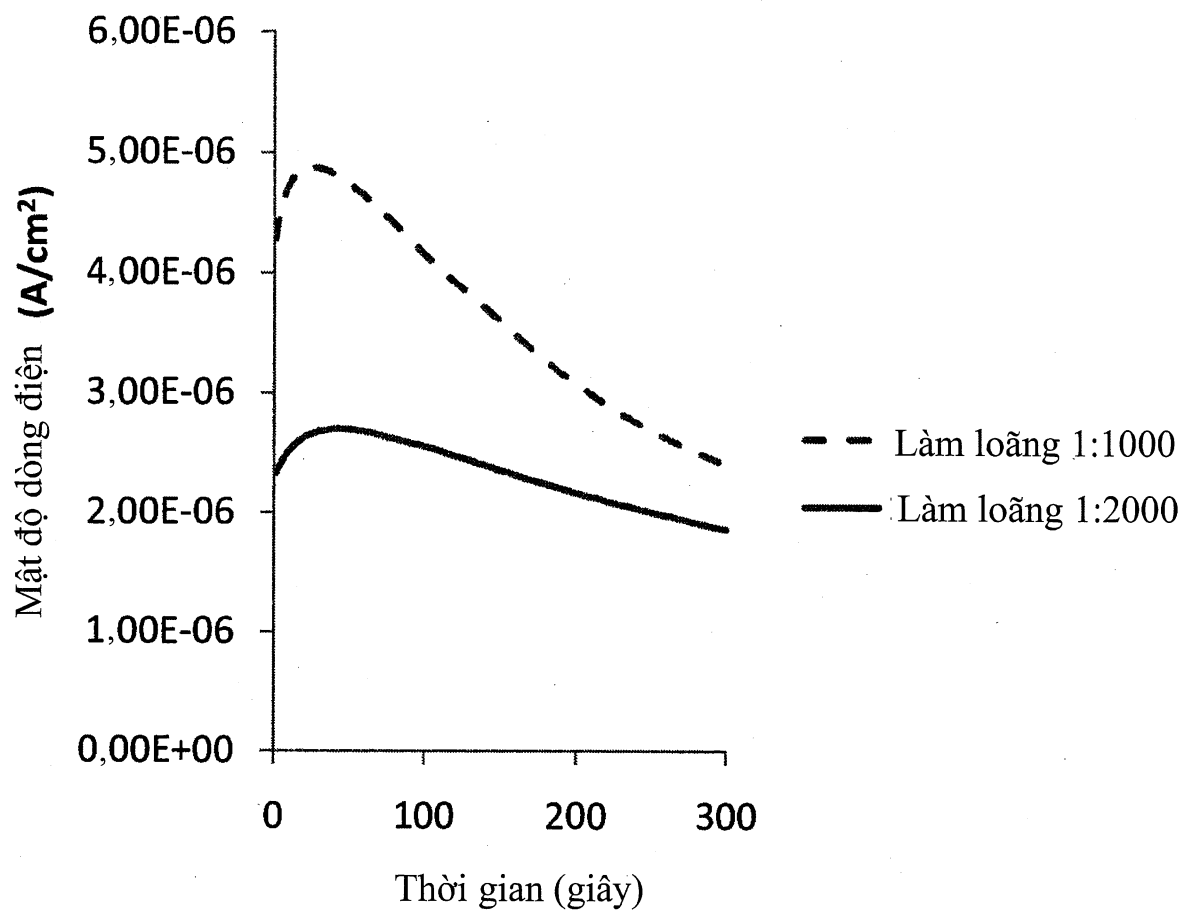


Fig.2 (a)

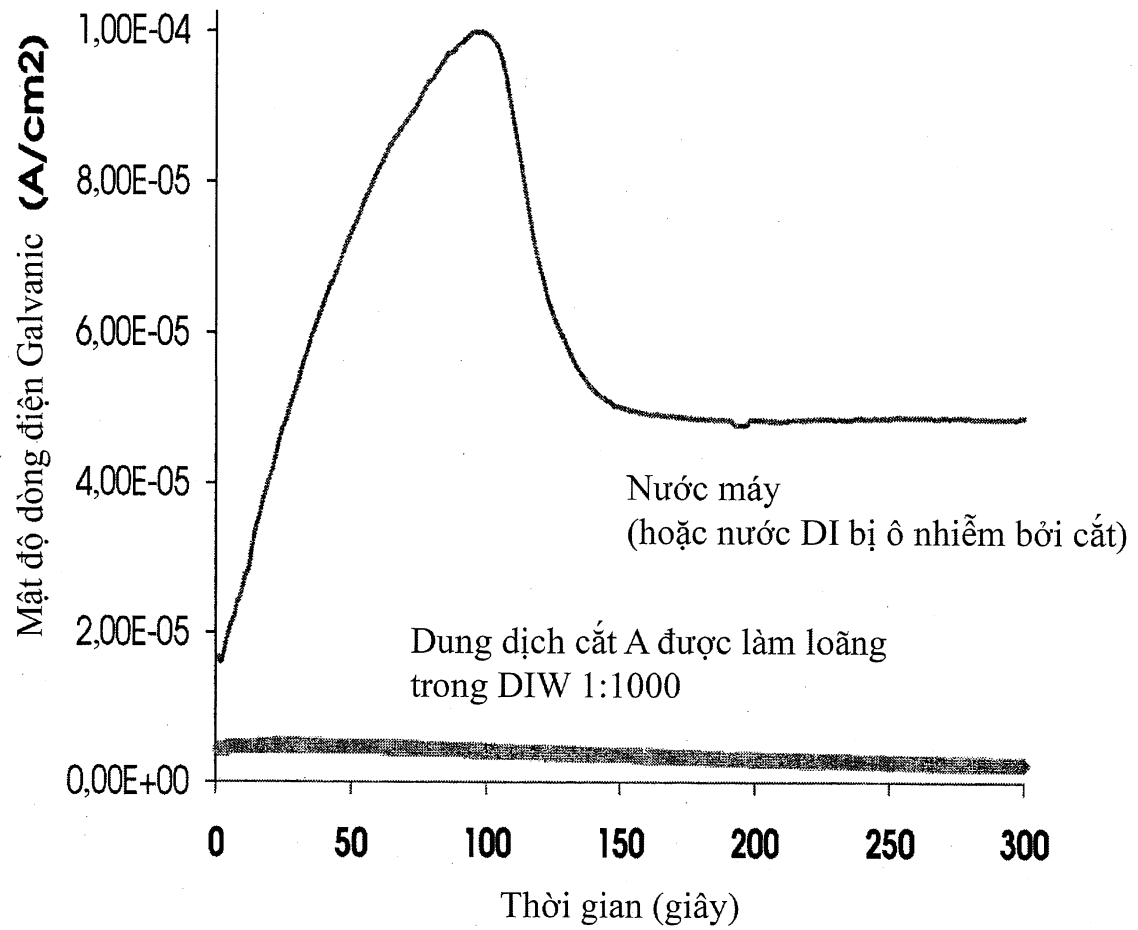


Fig.2 (b)

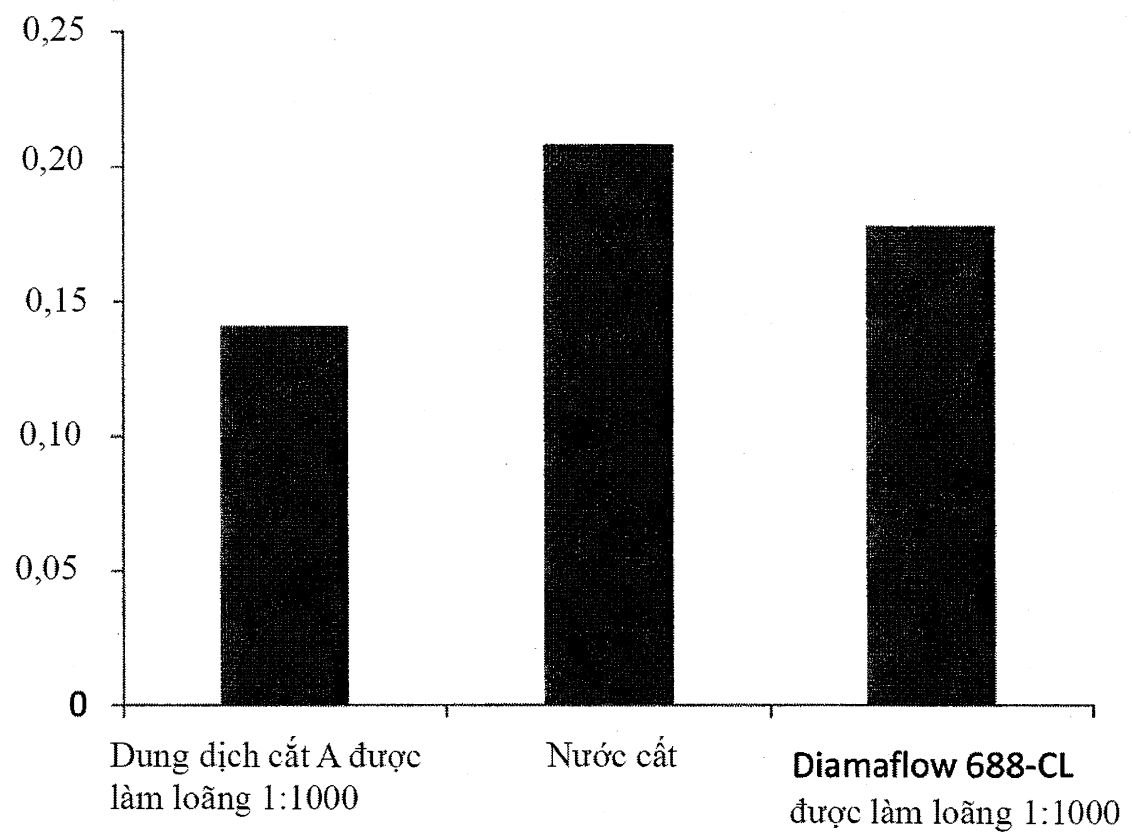


Fig.3 (a)

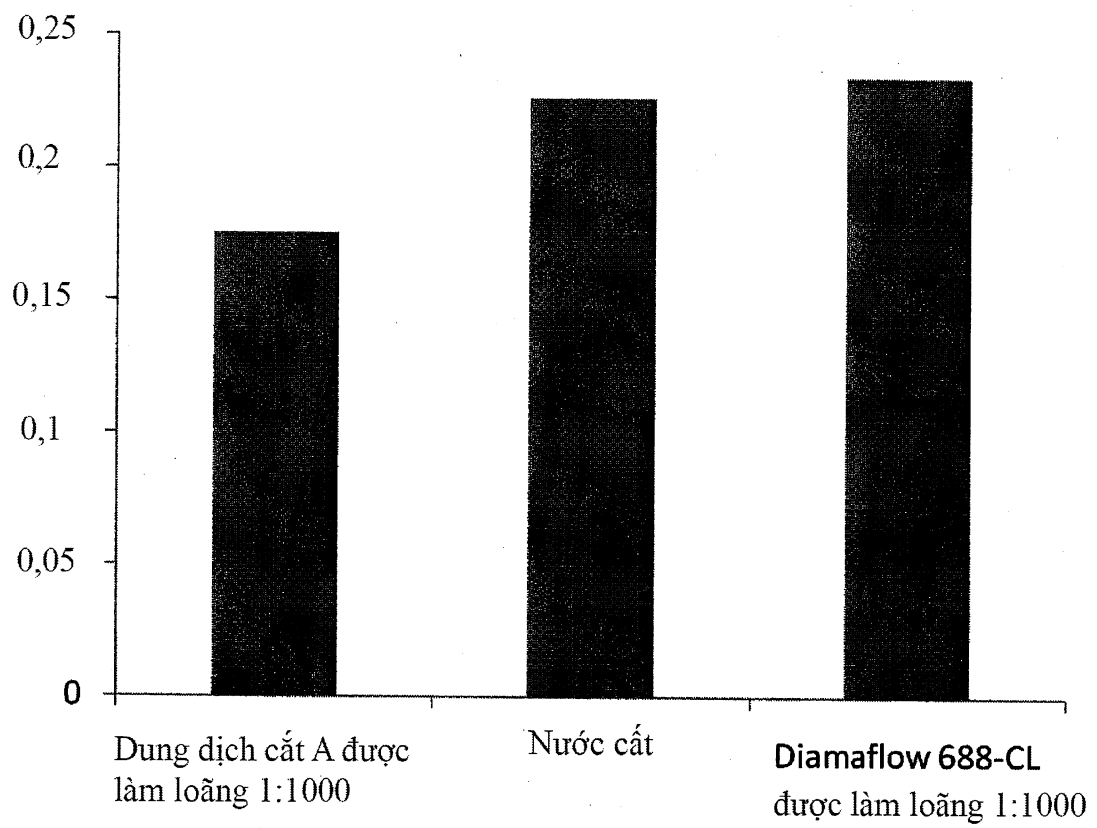


Fig.3 (b)

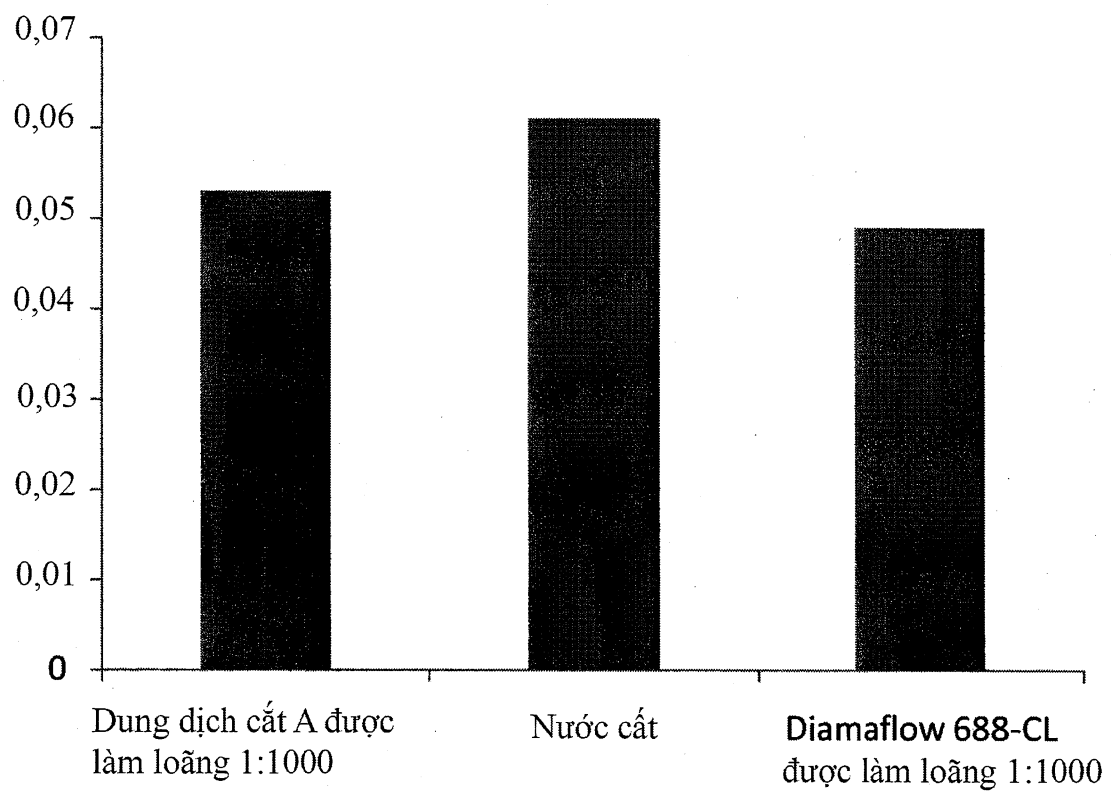


Fig.3 (c)

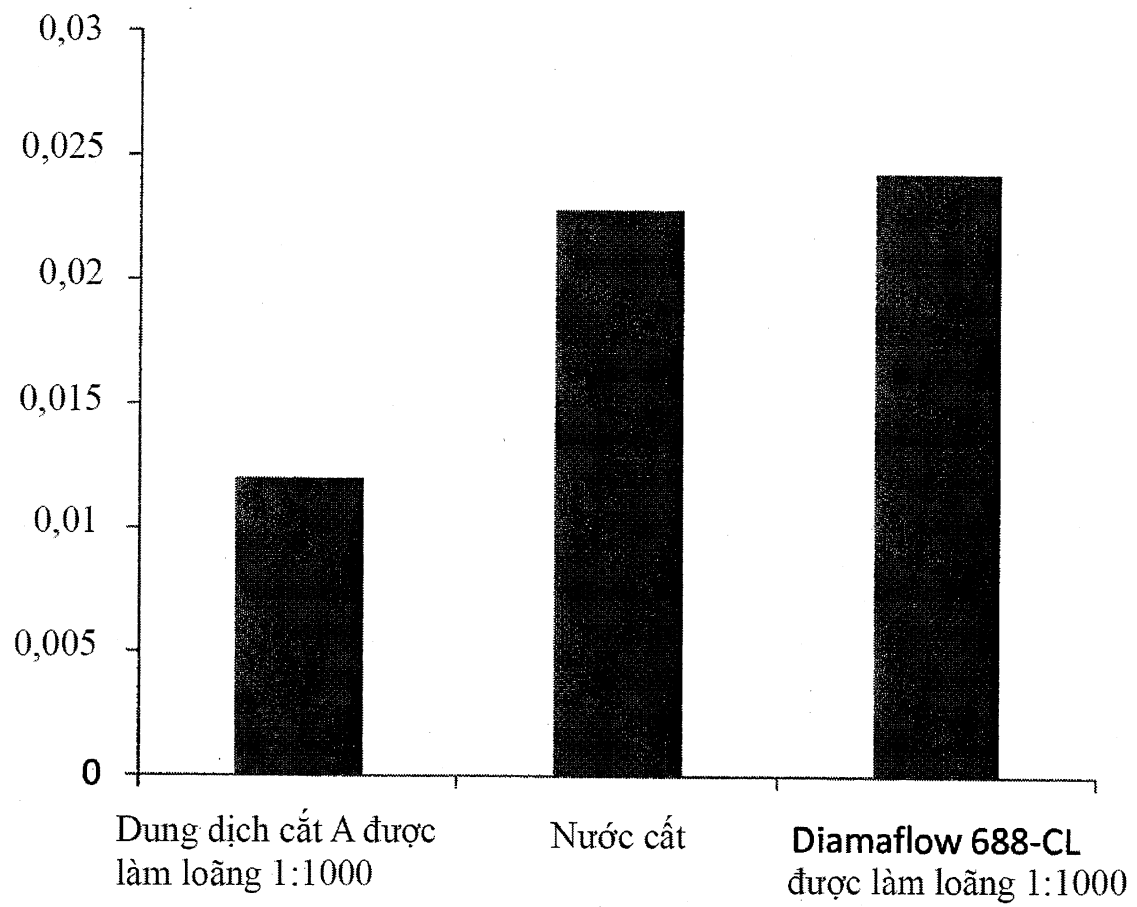


Fig.4 (a)

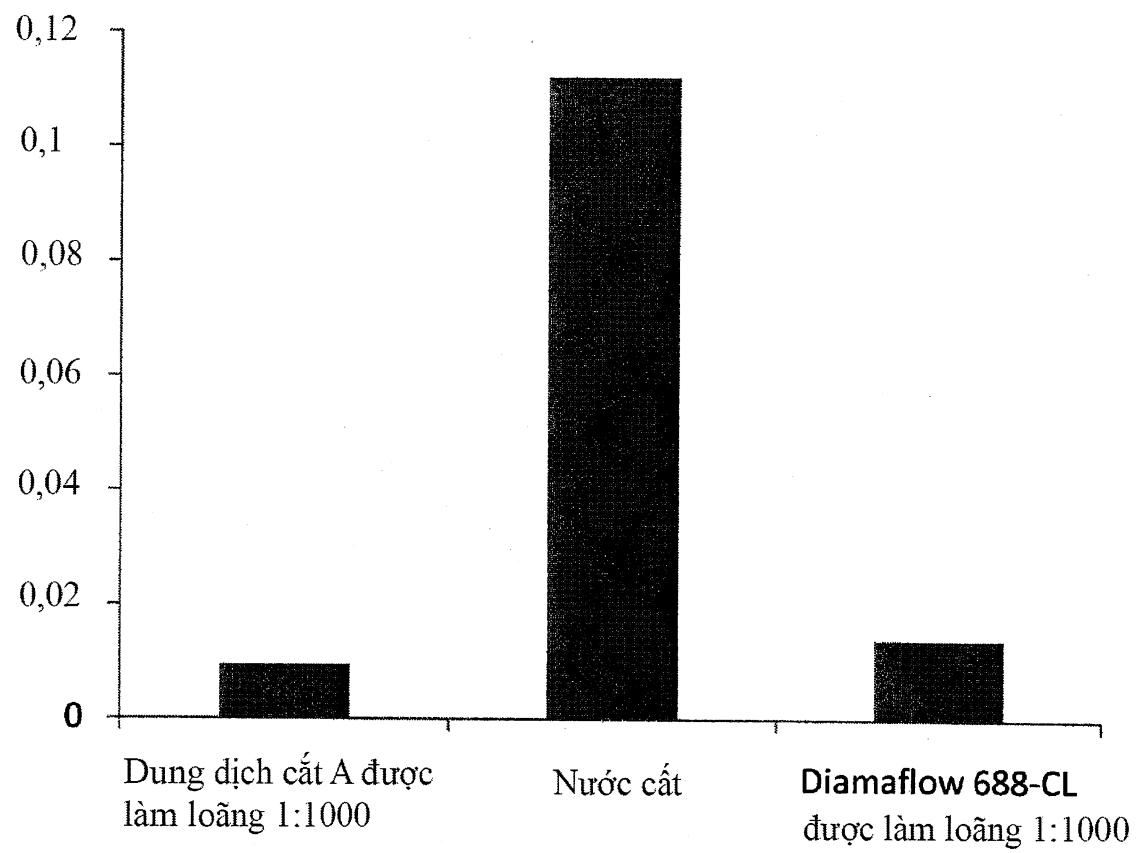


Fig.4 (b)

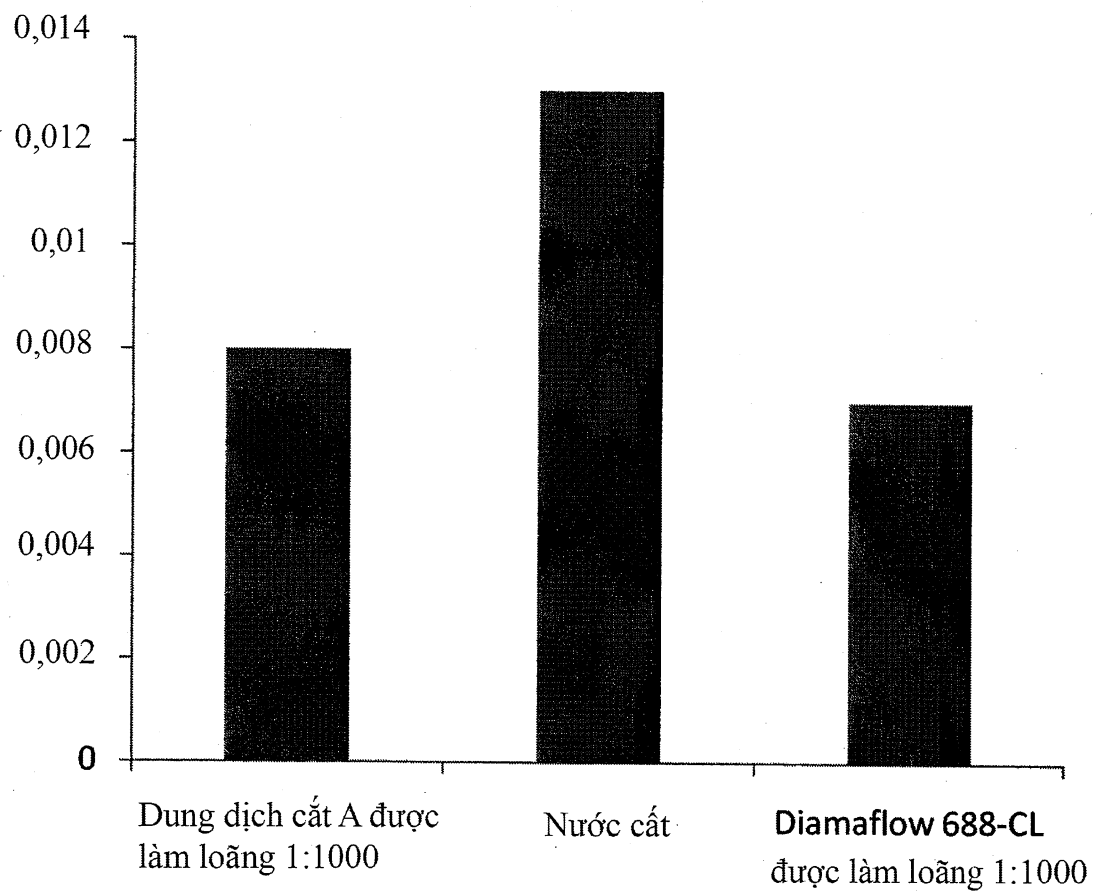


Fig.4 (c)