



(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)



1-0043455

(51)^{2020.01} H01M 4/62; H01M 4/14; H01M 10/06; (13) B
H01M 10/08

(21) 1-2021-08336

(22) 29/05/2020

(86) PCT/JP2020/021475 29/05/2020

(87) WO2020/241878 03/12/2020

(30) JP2019-103301 31/05/2019 JP

(45) 25/02/2025 443

(43) 25/03/2022 408A

(73) GS Yuasa International Ltd. (JP)

1, Inobaba-cho, Nishinosho, Kisshoin, Minami-ku, Kyoto-shi, Kyoto 6018520
JAPAN

(72) Hiroki KAGOHASHI (JP); Yusuke KUMAGAI (JP).

(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS
HANOI)

(54) ẮC QUY CHỈ-AXIT

(21) 1-2021-08336

(57) Sáng chế đề cập đến ắc quy chì-axit. Ắc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm và dung dịch điện phân. Tấm điện cực âm bao gồm vật liệu điện cực âm. Vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme. Hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng từ 3,2 ppm trở lên và 3,8 ppm trở xuống trong sự dịch chuyển hóa học của phổ ^1H -NMR, hoặc vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen.

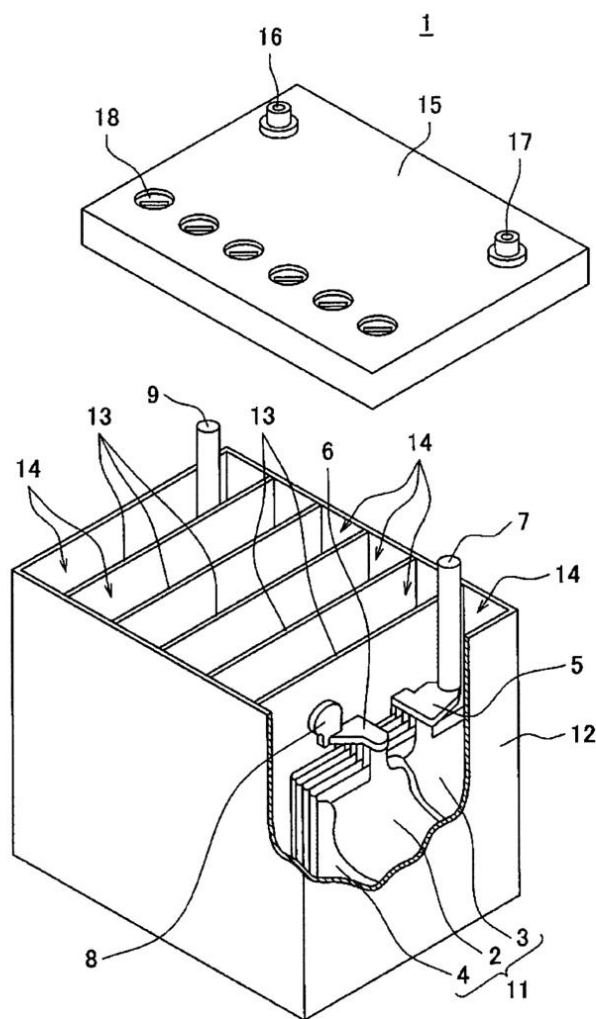


Fig.1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến ắc quy chì-axit.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các ắc quy chì-axit được sử dụng cho các ứng dụng khác nhau, bao gồm các ứng dụng tự động và các ứng dụng công nghiệp. Ắc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực âm, tấm điện cực dương, phân phân cách (hoặc tấm lót), dung dịch điện phân, và tương tự. Chất độn có thể được thêm vào các thành phần cấu thành của ắc quy chì-axit theo quan điểm truyền đạt các chức năng khác nhau.

Tài liệu sáng chế 1 đề xuất ắc quy chì-axit trong đó chất hoạt hóa có chứa polyme hữu cơ được bao bọc trong hộp nhỏ kín có cơ chế phân cắt thành vật chứa và hộp nhỏ kín được gắn vào vật chứa hoặc phần nắp.

Tài liệu sáng chế 2 đề xuất tấm lót được gắn bằng sợi chứa nhiều sợi được phủ với thành phần hồ, thành phần chất kết dính, và một hoặc nhiều chất độn, trong đó các chất độn bao gồm một hoặc nhiều chất độn cao su, chất dẫn xuất cao su, andehit, muối kim loại, chất đồng trùng hợp khối etylen-propylen oxit, este axit sulfuric, este axit sulfonic, este axit photphoric, axit polyacrylic, rượu polyvinyl, lignin, nhựa phenol fomandehit, xenlulo, bột gỗ, v.v. và các chất độn có thể hoạt động để làm giảm độ ẩm trong ắc quy chì-axit.

Ắc quy chì-axit cần có tuổi thọ cao. Các yếu tố làm giảm tuổi thọ của ắc quy chì-axit bao gồm, ví dụ, sự ăn mòn bộ thu dòng của tấm điện cực dương (sau đây có thể được gọi là bộ thu dòng điện cực dương), sự giảm của dung dịch điện phân (sau đây có

thể được gọi là sự giảm chất lỏng), và tương tự. Sự ăn mòn bộ thu dòng điện cực dương và sự giảm chất lỏng xảy ra do nạp điện quá mức.

Tài liệu tham khảo

[Tài liệu Sáng chế]

Tài liệu sáng chế 1: JP-A-2000-149980

Tài liệu sáng chế 2: JP-W-2017-525092

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Một khía cạnh của sáng chế đề cập đến ắc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, và dung dịch điện phân,

trong đó tấm điện cực âm bao gồm vật liệu điện cực âm,

vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme, và

hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng từ 3,2 ppm trở lên và 3,8 ppm trở xuống trong sự dịch chuyển hóa học của phổ $^1\text{H-NMR}$.

Khía cạnh khác của sáng chế đề cập đến ắc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, và dung dịch điện phân,

trong đó tấm điện cực âm bao gồm vật liệu điện cực âm, và

vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy

C_{2-4} alkylen.

Hiệu quả của sáng chế

Trong ắc quy chì-axit, đã đạt được hiệu quả ưu việt trong việc làm giảm lượng nạp điện trong khi nạp điện quá mức.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình phối cảnh khai triển cắt trích một phần thể hiện bề ngoài và cấu trúc bên trong của ắc quy chì-axit theo một khía cạnh của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề cập đến ắc quy chì-axit. Ắc quy chì-axit bao gồm tám điện cực dương, tám điện cực âm và dung dịch điện phân. Tám điện cực âm bao gồm vật liệu điện cực âm. Vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme. Hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng từ 3,2 ppm trở lên và 3,8 ppm trở xuống trong sự dịch chuyển hóa học của phổ $^1\text{H-NMR}$.

Lưu ý rằng, đỉnh xuất hiện trong khoảng từ 3,2 ppm trở lên và 3,8 ppm trở xuống trong phổ $^1\text{H-NMR}$ được suy ra từ đơn vị oxy C_{2-4} alkylen. Tại đây, phổ $^1\text{H-NMR}$ được đo, sử dụng clorofom được đơtêri hóa làm dung môi.

Ắc quy chì-axit theo khía cạnh khác của sáng chế bao gồm tám điện cực dương, tám điện cực âm và dung dịch điện phân. Tám điện cực âm bao gồm vật liệu điện cực âm. Vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen.

Trong ắc quy chì-axit theo một khía cạnh và khía cạnh khác của sáng chế, vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme như được mô tả ở trên. Điều quan trọng là, vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme ngay cả khi thành phần của ắc quy chì-axit ngoài vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme hay không. Khi vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme, hợp chất polyme có thể xuất hiện gần chì, và hiệu quả của hợp chất polyme có thể được thể hiện một cách hiệu quả. Với kết cấu này, sự quá điện áp hydro trong tám điện cực âm có thể được tăng lên, do đó có thể giảm lượng nạp điện

quá mức. Vì sự ngăn chặn sự tạo ra hydro trong quá trình nạp điện quá mức có thể làm giảm sự giảm chất lỏng, sẽ là có lợi cho việc kéo dài tuổi thọ của ắc quy chì-axit.

Nói chung, trong ắc quy chì-axit, phản ứng trong khi nạp điện quá mức bị ảnh hưởng rất nhiều bởi phản ứng khử của các ion hydro tại mặt trung gian giữa chì và dung dịch điện phân. Do đó, trong ắc quy chì-axit theo một khía cạnh và khía cạnh khác của sáng chế, lý do tại sao lượng nạp điện quá mức được làm giảm được coi là do bề mặt của chì, mà là vật liệu hoạt tính âm, được bao phủ bởi hợp chất polyme, để sự quá điện áp hydro tăng lên, và phản ứng phụ trong đó hydro được tạo ra từ các proton trong khi nạp điện quá mức bị ức chế.

Hợp chất polyme dễ dàng có cấu trúc mạch thẳng bằng cách có các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen, và do đó, hợp chất polyme được coi là hầu như không nằm lại trong vật liệu điện cực âm và dễ dàng khuếch tán vào dung dịch điện phân. Do đó, kỳ vọng là, hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức gần như không đạt được thậm chí khi hợp chất polyme được sử dụng. Tuy nhiên, trái ngược với kỳ vọng này, các tác giả sáng chế thực tế đã tìm ra rằng, thậm chí khi lượng rất nhỏ hợp chất polyme được chứa trong vật liệu điện cực âm, hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức có thể đạt được. Vì thậm chí lượng rất nhỏ hợp chất polyme có thể mang đến hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức, được coi là, khi hợp chất polyme được chứa trong vật liệu điện cực âm, hợp chất polyme có thể xuất hiện gần chì, theo đó hoạt động hấp phụ cao của đơn vị oxy C_{2-4} alkylen trên chì được thực hiện. Ngoài ra, cũng được coi là, hợp chất polyme trải mỏng trên bề mặt chì và phản ứng khử của các ion hydro trong vùng rộng của bề mặt chì bị ngăn chặn. Điều này không mâu thuẫn với việc hợp chất polyme dễ dàng có

cấu trúc mạch thẳng.

Nói chung, trong ắc quy chì-axit, vì dung dịch nước axit sunfuric được sử dụng làm dung dịch điện phân, nên khi chất điện hữu cơ (dầu, polyme, chất trương nở hữu cơ, hoặc tương tự) được chứa trong vật liệu điện cực âm, thì trở nên khó khăn để cân bằng sự rửa giải vào dung dịch điện ly và sự hấp phụ chì. Ví dụ, khi chất điện hữu cơ có độ hấp phụ chì thấp được sử dụng, sự rửa giải vào dung dịch điện ly trở nên dễ dàng, để lượng nạp điện quá mức gần như không bị làm giảm. Mặt khác, khi chất điện hữu cơ có độ hấp phụ chì cao được sử dụng, rất khó để bám mỏng chất điện hữu cơ lên bề mặt chì, và phụ gia hữu cơ có xu hướng bị phân bố không đều trong các lỗ xốp chì.

Nói chung, khi bề mặt chì được bao phủ với chất điện hữu cơ, phản ứng khử của các ion hydro gần như không xảy ra, và do đó lượng nạp điện quá mức có xu hướng giảm xuống. Khi bề mặt chì được bao phủ với chất điện hữu cơ, chì sunfat được tạo ra trong khi phóng điện hầu như không được rửa giải trong khi nạp điện, do đó khả năng nhận nạp điện bị giảm sút. Do đó, ngăn chặn sự giảm sút khả năng nhận nạp điện và làm giảm lượng nạp điện quá mức là mối quan hệ trao đổi, và thường thì khó đạt được đồng thời cả hai điều này. Ngoài ra, khi chất điện hữu cơ bị phân bố không đồng đều trong các lỗ xốp chì, cần tăng hàm lượng chất điện hữu cơ trong vật liệu điện cực âm để đảm bảo đủ tác dụng làm giảm lượng nạp điện quá mức. Tuy nhiên, khi hàm lượng chất điện hữu cơ được tăng lên, khả năng chấp nhận điện tích bị giảm sút rất nhiều.

Khi chất điện hữu cơ bị phân bố không đồng đều trong các lỗ xốp chì, chuyển động của các ion (ví dụ như các ion chì và các ion sulfat) bị ức chế bởi sự án ngữ không gian của chất điện hữu cơ bị phân bố không đồng đều. Do đó, hiệu suất phóng

điện tốc độ cao (high rate - HR) nhiệt độ thấp cũng bị giảm sút. Khi hàm lượng chất độn hữu cơ được tăng lên để đảm bảo đủ hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức, chuyển động của các ion trong các lỗ xốp bị ức chế thêm, và hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp cũng bị giảm sút.

Mặt khác, trong ắc quy chì-axit theo một khía cạnh và khía cạnh khác của sáng chế, hợp chất polyme có đơn vị oxy C_{2-4} alkylene được chứa trong vật liệu điện cực âm, để bề mặt chì được bao phủ với hợp chất polyme trong trạng thái trải mỏng như được mô tả trên đây. Do đó, như được so sánh với trường hợp khi sử dụng các chất độn hữu cơ khác, thậm chí khi hàm lượng trong vật liệu điện cực âm là nhỏ, vẫn có thể đảm bảo tác dụng làm giảm lượng nạp điện quá mức rất tốt. Vì hợp chất polyme bao phủ mỏng bề mặt chì, sự rửa giải của chì sulfat, được tạo ra trong khi phóng điện, trong khi nạp điện khó bị ức chế hơn, theo đó sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích cũng có thể được ngăn chặn. Do đó, có thể ngăn chặn sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích trong khi làm giảm lượng nạp điện quá mức. Do sự phân bố không đồng đều của hợp chất polyme trong các lỗ xốp chì bị ngăn chặn, các ion chuyển động dễ dàng, và sự suy giảm hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp cũng có thể được ngăn chặn.

Trong ắc quy chì-axit theo một khía cạnh bất kỳ theo sáng chế, hợp chất polyme có thể chứa nguyên tử oxy được liên kết với nhóm đầu cuối và nhóm $-CH_2-$ và/hoặc nhóm $-CH<$ được liên kết với nguyên tử oxy. Trong phổ 1H -NMR, tỷ lệ giữa giá trị tích hợp của đỉnh của khoảng từ 3,2 ppm đến 3,8 ppm với tổng giá trị tích hợp của đỉnh, giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro thuộc nhóm $-CH_2-$ được liên kết

với nguyên tử oxy, và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-CH<$ được liên kết với nguyên tử oxy tốt hơn là 85% trở lên. Các hợp chất polyme này chứa nhiều đơn vị oxy C_{2-4} alkylen trong phân tử. Do đó, được coi là, sẽ dễ dàng để hấp phụ chì, và sẽ dễ dàng để bao phủ mỏng bề mặt chì bằng cách dễ dàng có cấu trúc mạch thẳng. Do đó, lượng nạp điện quá mức có thể được làm giảm một cách hiệu quả hơn. Hiệu quả của việc ngăn chặn sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích và/hoặc hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp có thể được nâng cao thêm.

Trong phổ 1H -NMR, hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng dịch chuyển hóa học từ 3,2 ppm đến 3,8 ppm tốt hơn là chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen. Khi hợp chất polyme chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen được sử dụng, được coi là, sẽ dễ dàng hấp phụ chì, và sẽ dễ dàng bao phủ mỏng bề mặt chì bằng cách dễ dàng có cấu trúc mạch thẳng. Do đó, lượng nạp điện quá mức có thể được làm giảm một cách hiệu quả hơn. Hiệu quả của việc ngăn chặn sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích và/hoặc hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp có thể được nâng cao thêm.

Theo sáng chế, hợp chất polyme đề cập đến hợp chất có đơn vị lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen và/hoặc có số trọng lượng phân tử trung bình (M_n) là 500 trở lên.

Lưu ý rằng, đơn vị oxy C_{2-4} alkylen là đơn vị được đại diện bởi $-O-R^1-$ (R^1 đại diện cho nhóm C_{2-4} alkylene.).

Hợp chất polyme có thể chứa ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm các sản phẩm ete hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4}

alkylen và sản phẩm este hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen. Tại đây, hợp chất hydroxy là ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm các poly C₂₋₄ alkylen glycol, các chất đồng trùng hợp có cấu trúc lặp lại của oxy C₂₋₄ alkylen và các sản phẩm cộng oxit C₂₋₄ alkylen của polyol. Khi hợp chất polyme này được sử dụng, sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích có thể được ngăn chặn thêm. Do hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức là cao, sự tạo ra khí hydro có thể được ngăn chặn một cách hiệu quả hơn, và có thể đạt được hiệu quả ngăn chặn sự giảm chất lỏng cao.

Cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen có thể bao gồm ít nhất cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxypropylen (-O-CH(-CH₃)-CH₂-). Hợp chất polyme này dễ dàng trải mỏng trên bề mặt chì trong khi có độ hấp phụ chì cao, và được coi là có sự cân bằng rất tốt giữa hai điều này. Do đó, lượng nạp điện quá mức có thể được làm giảm một cách hiệu quả hơn. Hiệu quả của việc ngăn chặn sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích và/hoặc hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp có thể được nâng cao thêm.

Như được mô tả trên đây, vì hợp chất polyme có thể bao phủ mỏng bề mặt chì trong khi có độ hấp phụ chì cao, thậm chí nếu hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm là nhỏ (ví dụ, dưới 400 ppm), lượng nạp điện quá mức có thể được làm giảm. Vì có thể đảm bảo đủ hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức thậm chí nếu hàm lượng là nhỏ, cũng có thể ngăn chặn sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích. Sự án ngữ không gian của hợp chất polyme trong các lỗ xốp chì có thể được làm giảm, và sự thay đổi về cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm do sự va chạm của khí hydro

cũng có thể được ngăn chặn, để sự suy giảm hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp cũng có thể được ngăn chặn thậm chí sau khi thử nghiệm tải trọng nhẹ nhiệt độ cao. Từ quan điểm đảm bảo tác dụng làm giảm lượng nạp điện quá mức cao hơn, hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm tốt hơn là trên 8 ppm.

Hợp chất polyme có thể được chứa trong dung dịch điện phân. Nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể là 500 ppm trở xuống trên cơ sở khối lượng. Hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm có thể là trên 8 ppm và dưới 400 ppm, hoặc có thể là 15 ppm trở lên và 360 ppm trở xuống trên cơ sở khối lượng. Như được mô tả trên đây, thậm chí khi lượng hợp chất polyme được chứa trong vật liệu điện cực âm và dung dịch điện phân là nhỏ, lượng nạp điện quá mức có thể được làm giảm, và sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích và/hoặc hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp có thể được ngăn chặn.

Hợp chất polyme tốt hơn là chứa ít nhất hợp chất có Mn là 1.000 trở lên. Trong trường hợp này, hợp chất polyme có xu hướng ở lại trong vật liệu điện cực âm, và ngoài ra, độ hấp phụ chỉ được nâng cao; do đó, hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức được nâng cao thêm. Bằng cách làm giảm lượng nạp điện quá mức, sự thay đổi về cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm do sự va chạm của khí hydro với vật liệu điện cực âm cũng có thể được ngăn chặn. Do đó, thậm chí sau khi thử nghiệm tải trọng nhẹ nhiệt độ cao trong đó sự thay đổi về cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm có thể xảy ra, hiệu quả ngăn chặn sự suy giảm hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp có thể được nâng cao.

Cũng tốt hơn là, nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân là 100

ppm trở lên. Tại thời điểm này, hợp chất polyme tốt hơn là chứa ít nhất hợp chất có Mn là 1.000 trở lên và 5.000 trở xuống. Vì hợp chất polyme có Mn là 5.000 trở xuống dễ dàng bị hòa tan vào dung dịch điện phân và dễ dàng chuyển động trong dung dịch điện phân, hợp chất polyme chuyển động vào vật liệu điện cực âm và có thể nâng cao thêm hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức. Vì sự thay đổi về cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm do khí hydro được ngăn chặn, cũng có khả năng ngăn chặn sự suy giảm hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp sau khi thử nghiệm tải trọng nhẹ nhiệt độ cao. Trong hợp chất polyme có Mn là 1.000 trở lên, được coi là, độ hấp phụ chì được nâng cao thêm, và hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức có thể được nâng cao thêm. Khi ắc quy chì-axit được sử dụng trong khoảng thời gian dài, sự thay đổi về cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm dần xảy ra, và hợp chất polyme có xu hướng dễ dàng bị rửa giải khỏi tấm điện cực âm. Tuy nhiên, khi dung dịch điện phân chứa nồng độ hợp chất polyme nhất định, sự rửa giải hợp chất polyme khỏi tấm điện cực âm có thể được ngăn chặn, hợp chất polyme có thể được giữ lại trong vật liệu điện cực âm, và hợp chất polyme có thể được được bổ sung từ dung dịch điện phân vào tấm điện cực âm.

Hợp chất polyme có thể được chứa trong vật liệu điện cực âm, và nguồn của hợp chất polyme được chứa trong vật liệu điện cực âm không bị giới hạn cụ thể, là đủ. Tương tự, nguồn của hợp chất polyme được chứa trong dung dịch điện phân không bị giới hạn cụ thể. Hợp chất polyme có thể được chứa trong bất kỳ phần tử nào trong số các phần tử (ví dụ, tấm điện cực âm, tấm điện cực dương, dung dịch điện phân, và/hoặc phần phân cách, và tương tự) của ắc quy chì-axit khi điều chế ắc quy chì-axit. Hợp chất polyme có thể được chứa trong một thành phần cấu tạo, hoặc có thể được

chứa trong hai hoặc nhiều hơn hai thành phần cấu tạo (ví dụ, tấm điện cực âm, dung dịch điện phân, và tương tự).

Vật liệu điện cực âm có thể còn chứa chất trương nở hữu cơ (chất trương nở hữu cơ thứ nhất) có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh là 2.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên. Khi chất trương nở hữu cơ này và hợp chất polyme được sử dụng kết hợp, sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích có thể được ngăn chặn thêm. Khả năng chấp nhận điện tích được kiểm soát bởi độ hòa tan của chì sulfat trong khi nạp điện trong tấm điện cực âm. Trong trường hợp lượng phóng điện là như nhau, khi chất trương nở hữu cơ thứ nhất được sử dụng, kích thước hạt của chì sulfat được tạo ra trong khi phóng điện sẽ nhỏ hơn so với khi chất trương nở hữu cơ (chất trương nở hữu cơ thứ hai) có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh nhỏ (ví dụ, dưới 2.000 $\mu\text{mol/g}$, tốt hơn là 1.000 $\mu\text{mol/g}$ trở xuống) được sử dụng, và diện tích bề mặt cụ thể của chì sunfat tăng lên. Do đó, trong trường hợp sử dụng chất trương nở hữu cơ thứ nhất, tỷ lệ bề mặt của chì sulfat được bao bọc với hợp chất polyme nhỏ hơn tỷ lệ đó trong trường hợp sử dụng chất trương nở hữu cơ thứ hai. Do đó, được coi là, sự hòa tan của chì sulfat gần như không bị ức chế, và sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích được ngăn chặn.

Vật liệu điện cực âm có thể chứa chất trương nở hữu cơ thứ hai. Khi chất trương nở hữu cơ thứ hai và hợp chất polyme được sử dụng kết hợp, kích thước hạt của chất keo có thể được làm giảm, hiệu quả ngăn chặn sự suy giảm hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp có thể được tăng cường thêm.

Vật liệu điện cực âm có thể chứa chất trương nở hữu cơ thứ hai ngoài chất trương nở hữu cơ thứ nhất. Khi chất trương nở hữu cơ thứ nhất và chất trương nở hữu cơ thứ

hai được sử dụng kết hợp với hợp chất polyme, hiệu quả ngăn chặn sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích có thể được hợp lực nâng cao. Chất trương nở hữu cơ thứ nhất và chất trương nở hữu cơ thứ hai tạo thành các loại chất keo khác nhau trong vật liệu điện cực âm. Tại ranh giới nơi các loại chất keo khác nhau tiếp xúc với nhau, sự bám dính giữa các chất keo thấp hơn khi tại ranh giới nơi các chất keo cùng loại tiếp xúc với nhau. Do đó, các ion chì dễ dàng đi qua ranh giới nơi các loại chất keo khác nhau tiếp xúc với nhau. Do đó, sự hòa tan của chì sulfat dễ dàng xảy ra. Kết quả là, được coi là, thu được hiệu quả hợp lực trong việc ngăn chặn sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích.

Chất trương nở hữu cơ thứ nhất có thể chứa chất ngưng tụ chứa đơn vị của hợp chất thơm có nhóm chứa lưu huỳnh, và chất ngưng tụ có thể bao gồm, như là đơn vị của hợp chất thơm, ít nhất một loại từ nhóm gồm đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng. Chất ngưng tụ có thể chứa đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng. Đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng có thể bao gồm đơn vị của hợp chất hydroxyaren. Chất ngưng tụ này có lợi thế hơn trong việc ngăn chặn sự suy giảm hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp sau khi thử nghiệm tải trọng nhẹ nhiệt độ cao vì hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp không bị làm suy yếu thậm chí khi chất ngưng tụ trải qua nhiệt độ cao hơn nhiệt độ bình thường.

Hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh trong chất trương nở hữu cơ là $X \mu\text{mol/g}$ có nghĩa là hàm lượng của nguyên tố lưu huỳnh được chứa trên 1 g chất trương nở hữu cơ là $X \mu\text{mol}$.

Hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm và nồng độ hợp chất

polyme trong dung dịch điện phân được xác định cho ắc quy chì-axit trong trạng thái được nạp điện đầy.

Ắc quy chì-axit có thể là ắc quy chì-axit (dạng kín) điều áp bằng van hoặc ắc quy chì-axit (dạng hở) ngập nước.

Theo sáng chế, trạng thái được nạp điện đầy của ắc quy chì-axit ngập nước được định nghĩa bởi định nghĩa của JIS D 5301: 2006. Cụ thể hơn, trạng thái sau đây được định nghĩa là trạng thái được nạp điện đầy: ắc quy chì-axit được nạp điện ở dòng điện (A) lớn bằng 0,2 lần giá trị số học được mô tả như là dung lượng danh định (Ah) cho đến khi điện áp đầu cuối trong khi nạp điện được đo mỗi 15 phút hoặc mật độ dung dịch điện phân được đưa đến sự hiệu chỉnh nhiệt độ về 20°C thể hiện giá trị không đổi tại ba chữ số có nghĩa ba lần liên tiếp. Trong trường hợp của ắc quy chì-axit điều áp bằng van, trạng thái được nạp điện đầy là trạng thái mà ắc quy chì-axit được đưa đến sự nạp điện điện áp không đổi dòng điện không đổi tại 2,23 V/ngăn tại dòng điện (A) lớn bằng 0,2 lần giá trị số học được mô tả như là dung lượng danh định (Ah) trong bể khí tại $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, và sự nạp điện được hoàn thành khi dòng điện nạp điện (A) trong khi nạp điện điện áp không đổi trở thành lớn bằng 0,005 lần giá trị số học được mô tả như là dung lượng danh định (Ah). Lưu ý rằng, giá trị số học được mô tả như là dung lượng danh định là giá trị số học trong đó đơn vị là Ah. Đơn vị của dòng điện, được thiết lập dựa trên giá trị số học được biểu thị như là dung lượng danh định, là A.

Ắc quy chì-axit trong trạng thái được nạp điện đầy đề cập đến ắc quy thu được bằng cách nạp điện đầy ắc quy chì-axit được tạo thành. Sự nạp điện đầy ắc quy chì-axit có thể được thực hiện ngay sau khi tạo thành, miễn là được thực hiện sau khi tạo

thành, hoặc có thể được thực hiện sau khi hết khoảng thời gian từ khi tạo thành (ví dụ, ắc quy axi-chì đang được sử dụng (tốt hơn là tại giai đoạn sử dụng ban đầu) sau khi tạo thành có thể được nạp điện đầy). Ắc quy tại giai đoạn sử dụng ban đầu đề cập đến ắc quy mà chưa được sử dụng thời gian dài gần như chưa bị suy giảm.

Theo sáng chế, số trọng lượng phân tử trung bình M_n được xác định bằng phương pháp sắc ký thấm gel (gel permeation chromatography - GPC). Chất tiêu chuẩn được sử dụng để xác định M_n là polyetylen glycol.

Từ sau đây, ắc quy chì-axit theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả đối với mỗi thành phần của các thành phần cấu tạo chính, nhưng sáng chế không bị giới hạn bởi phương án sau đây.

Ắc quy chì-axit

Tấm điện trở âm

Tấm điện trở âm thường bao gồm bộ thu dòng âm bên cạnh vật liệu điện cực âm. Vật liệu điện cực âm thu được bằng cách loại bỏ bộ thu dòng âm khỏi tấm điện cực âm. Lưu ý rằng, chi tiết như tấm lót hoặc giấy dán có thể được dính vào tấm điện cực âm. Chi tiết này (chi tiết dính) được sử dụng liền khối với tấm điện cực âm và do đó được coi là được bao gồm trong tấm điện cực âm. Ngoài ra, khi tấm điện cực âm bao gồm chi tiết này, vật liệu điện cực âm loại trừ bộ thu dòng âm và chi tiết dính. Tuy nhiên, khi chi tiết dính như tấm lót được gắn vào phần phân cách, độ dày của chi tiết dính được bao gồm trong độ dày của phần phân cách.

Bộ thu dòng âm có thể được tạo thành bằng cách đúc chì (Pb) hoặc hợp kim chì, hoặc có thể được tạo thành bằng cách gia công bản chì hoặc bản hợp kim chì. Các ví

dụ cho phương pháp gia công bao gồm gia công giãn nở và gia công đập. Tốt hơn là sử dụng lưới điện cực âm như là bộ thu dòng âm vì vật liệu điện cực âm được hỗ trợ dễ dàng.

Hợp kim chì được sử dụng cho bộ thu dòng âm có thể là loại bất kỳ trong số hợp kim nền Pb-Sb, hợp kim nền Pb-Ca, và hợp kim nền Pb-Ca-Sn. Chì hoặc các hợp kim chì có thể còn chứa, như là thành phần phụ, ít nhất một loại được lựa chọn từ nhóm gồm Ba, Ag, Al, Bi, As, Se, Cu, và tương tự. Bộ thu dòng âm có thể bao gồm lớp bề mặt. Lớp bề mặt và lớp bên trong của bộ thu dòng âm có thể có cấu tạo thành phần khác nhau. Lớp bề mặt có thể được tạo thành trong phần của bộ thu dòng âm. Lớp bề mặt có thể được tạo thành trong phần gờ của bộ thu dòng âm. Lớp bề mặt của phần gờ có thể chứa Sn hoặc hợp kim Sn.

Vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme trên đây. Vật liệu điện cực âm còn chứa vật liệu hoạt tính âm (chì hoặc chì sulfat) mà thể hiện hiệu suất qua phản ứng oxy hóa khử. Vật liệu điện cực âm có thể chứa chất trương nở, vật liệu cacbon, và/hoặc các chất độn khác. Các ví dụ cho chất độn bao gồm bari sulfat, các sợi (các sợi nhựa và tương tự), và các loại tương tự, nhưng bị không giới hạn bởi các loại này. Lưu ý rằng, vật liệu hoạt tính âm trong trạng thái được nạp điện là chì xốp, nhưng tấm điện cực âm không có hình thái thường được điều chế sử dụng bột chì.

Hợp chất polyme

Hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng từ 3,2 ppm trở lên và 3,8 ppm trở xuống trong sự dịch chuyển hóa học của phổ ^1H -NMR. Các hợp chất polyme này có các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen. Ví dụ cho đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen bao gồm đơn vị

oxyetylen, đơn vị oxypropylen, đơn vị oxytrimetylen, đơn vị oxy 2-metyl-1,3-propylen, đơn vị oxy 1,4-butylen, oxy 1,3- đơn vị butylen, và tương tự. Hợp chất polyme có thể có một loại hoặc hai hoặc nhiều hơn hai loại đơn vị oxy C_{2-4} alkylen này.

Hợp chất polyme tốt hơn là chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen. Cấu trúc lặp lại có thể chứa một loại đơn vị oxy C_{2-4} alkylen, hoặc có thể chứa hai hoặc nhiều hơn hai loại đơn vị oxy C_{2-4} alkylen. Hợp chất polyme có thể chứa một loại cấu trúc lặp lại hoặc hai hoặc nhiều hơn hai loại cấu trúc lặp lại.

Các ví dụ cho hợp chất polyme bao gồm các hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen (các poly C_{2-4} alkylen glycol, các chất đồng trùng hợp chứa cấu trúc lặp lại của oxy C_{2-4} alkylen, các sản phẩm cộng C_{2-4} alkylen oxit của polyol, và tương tự), các sản phẩm ete hóa hoặc este hóa của các hợp chất hydroxy này, và tương tự.

Các ví dụ cho chất đồng trùng hợp bao gồm các chất đồng trùng hợp chứa các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen khác nhau, các poly C_{2-4} alkylen glycol alkyl ete, các poly C_{2-4} alkylen glycol este của các axit cacboxylic, và tương tự. chất đồng trùng hợp có thể là đồng polyme khối.

Polyol có thể là loại bất kỳ của polyol béo, polyol mạch hở, polyol thơm, polyol dị vòng, và tương tự. Từ quan điểm rằng hợp chất polyme dễ dàng trải mỏng trên bề mặt chì, các polyol béo, các polyol mạch hở (ví dụ, polyhydroxycyclohexan, polyhydroxynobonan, và tương tự), và các loại tương tự được ưu tiên hơn và trong số đó, các polyol béo được ưu tiên hơn. Ví dụ về polyol béo bao gồm các diol béo và các polyol từ triol trở lên (ví dụ: glycerin, trimetylolpropan, pentaerythritol, rượu đường,

và tương tự) và các loại tương tự. Các ví dụ cho diol béo bao gồm alkylen glycol có 5 hoặc nhiều hơn 5 nguyên tử cacbon. Alkylen glycol có thể là, ví dụ, C₅₋₁₄ alkylen glycol or a C₅₋₁₀ alkylen glycol. Các ví dụ cho rượu đường bao gồm erythritol, xylitol, mannitol, sorbitol, và các loại tương tự. Trong sản phẩm cộng alkylen oxit của polyol, alkylen oxit tương ứng với đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen của hợp chất polyme và chứa ít nhất oxit C₂₋₄ alkylen. Theo quan điểm rằng hợp chất polyme dễ dàng có cấu trúc mạch thẳng, polyol nên là diol.

Sản phẩm ete hóa có nhóm -OR² thu được bằng cách ete hóa các nhóm -OH (các nhóm -OH bao gồm nguyên tử hydro của nhóm đầu cuối và một nguyên tử oxy được liên kết với nguyên tử hydro) tại ít nhất phần của các đầu cuối của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen (trong đó R² là nhóm hữu cơ.). Trong số các đầu cuối của hợp chất polyme, một số polyme có thể, hoặc tất cả các đầu cuối có thể được ete hóa. Ví dụ, một đầu cuối của mạch chính của hợp chất polyme mạch thẳng có thể là nhóm -OH, và đầu cuối khác có thể là nhóm -OH².

Sản phẩm este hóa có nhóm -O-C(=O)-R³ thu được bằng cách este hóa các nhóm -OH (các nhóm -OH bao gồm nguyên tử hydro của nhóm đầu cuối và một nguyên tử oxy được liên kết với nguyên tử hydro) tại ít nhất phần của các đầu cuối của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen (trong đó R³ là nhóm hữu cơ.). Trong số các đầu cuối của hợp chất polyme, một số đầu cuối có thể được este hóa, hoặc tất cả các đầu cuối có thể được este hóa. Ví dụ, một đầu cuối của mạch chính của hợp chất polyme mạch thẳng có thể là nhóm -OH, và đầu cuối khác có thể là nhóm -O-C(=O)-R³.

Các ví dụ cho mỗi nhóm trong các nhóm hữu cơ R^2 và R^3 bao gồm nhóm hydrocacbon. Nhóm hydrocacbon có thể có nhóm thế (ví dụ, nhóm hydroxy, nhóm alkoxy và/hoặc nhóm cacboxy, và tương tự). Nhóm hydrocacbon có thể là bất kỳ trong số các loại gồm béo, mạch hở, và thơm. Nhóm hydrocacbon thơm và nhóm hydrocacbon mạch hở có thể có nhóm hydrocacbon béo (ví dụ, nhóm alkyl, nhóm alkenyl, nhóm alkynyl, hoặc tương tự) như là nhóm thế. Số lượng nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon béo như là nhóm thế có thể nằm trong khoảng, ví dụ, từ 1 đến 20, từ 1 đến 10, từ 1 đến 6, hoặc từ 1 đến 4.

Các ví dụ cho nhóm hydrocacbon thơm bao gồm các nhóm hydrocacbon thơm có 24 nguyên tử trở xuống (ví dụ, trong khoảng từ 6 đến 24). Số lượng nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon thơm có thể là 20 trở xuống (ví dụ, trong khoảng từ 6 đến 20), 14 trở xuống (ví dụ, trong khoảng từ 6 đến 14), hoặc 12 trở xuống (ví dụ, trong khoảng từ 6 đến 12). Các ví dụ cho nhóm hydrocacbon thơm bao gồm nhóm aryl, nhóm bisaryl, và tương tự. Các ví dụ cho nhóm aryl thơm bao gồm nhóm phenyl, nhóm naphtyl, và tương tự. Các ví dụ cho nhóm bisaryl bao gồm các nhóm hóa trị một tương ứng với bisaren. Các ví dụ cho bisaren bao gồm biphenyl và các bisarylalkan (ví dụ, các bis C_{6-10} aryl C_{1-4} alkan (như 2,2-bisphenylpropan), và tương tự).

Các ví dụ cho nhóm hydrocacbon mạch hở bao gồm các nhóm hydrocacbon mạch hở có 16 nguyên tử trở xuống. Nhóm hydrocacbon mạch hở có thể là nhóm hydrocacbon mạch vòng bậc cầu. Số lượng nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon mạch hở có thể là 10 trở xuống hoặc 8 trở xuống. Số lượng nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon mạch hở có thể là 5 trở lên hoặc 6 trở lên.

Số lượng nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon mạch hở có thể là 5 (hoặc 6) trở lên và 16 trở xuống, 5 (hoặc 6) trở lên và 10 trở xuống, hoặc 5 (hoặc 6) trở lên và 8 trở xuống.

Các ví dụ cho nhóm hydrocacbon mạch hở bao gồm các nhóm xycloalkyl (nhóm xyclopentyl, nhóm xyclohexyl, nhóm xyclooctyl, và tương tự), các nhóm xycloalkenyl (nhóm xyclohexenyl, nhóm xyclooctenyl và tương tự), và các loại tương tự. Nhóm hydrocacbon mạch hở cũng bao gồm các sản phẩm hydro hoá của các nhóm hydrocacbon thơm.

Trong số các nhóm hydrocacbon, nhóm hydrocacbon béo được ưu tiên hơn theo quan điểm rằng hợp chất polyme dễ dàng bám mỏng vào bề mặt chì. Các ví dụ cho nhóm hydrocacbon béo bao gồm các nhóm alkyl, các nhóm alkenyl, các nhóm alkynyl, các nhóm dienyl, và tương tự. Nhóm hydrocacbon béo có thể là mạch thẳng hoặc mạch nhánh.

Số lượng nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon béo là, ví dụ, 30 trở xuống, và có thể là 26 trở xuống hoặc 22 trở xuống, 20 trở xuống hoặc 16 trở xuống, 14 trở xuống hoặc 10 trở xuống, hoặc 8 trở xuống hoặc 6 trở xuống. Giới hạn dưới của số lượng nguyên tử cacbon là 1 trở lên cho nhóm alkyl, 2 trở lên cho nhóm alkenyl và nhóm alkynyl, và 3 trở lên cho nhóm dienyl, phụ thuộc vào loại của nhóm hydrocacbon béo. Trong số đó, nhóm alkyl và nhóm alkenyl được ưu tiên hơn theo quan điểm rằng hợp chất polyme dễ dàng bám mỏng vào bề mặt chì.

Các ví dụ cụ thể cho nhóm alkyl bao gồm metyl, etyl, n-propyl, i-propyl, n-butyl, i-butyl, s-butyl, t-butyl, n-pentyl, neopentyl, i-pentyl, s-pentyl, 3-pentyl, t-pentyl, n-

hexyl, 2-ethylhexyl, n-octyl, n-decyl, i-decyl, lauryl, myristyl, cetyl, stearyl, behenyl, và tương tự.

Các ví dụ cụ thể cho nhóm alkenyl bao gồm vinyl, 1-propenyl, allyl, palmitoleyl, oleyl, và tương tự. Nhóm alkenyl có thể là, ví dụ, nhóm C_{2-30} alkenyl hoặc nhóm C_{2-26} alkenyl, nhóm C_{2-22} alkenyl hoặc nhóm C_{2-20} alkenyl, hoặc nhóm C_{10-20} alkenyl.

Khi sản phẩm ete hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen và/hoặc sản phẩm este hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen được sử dụng trong số các hợp chất polyme, điều này được ưu tiên hơn, vì hiệu quả ngăn chặn sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích có thể được nâng cao thêm. Thậm chí khi các hợp chất polyme này được sử dụng, hiệu quả cao trong việc ngăn chặn sự giảm chất lỏng có thể được đảm bảo.

Vật liệu điện cực âm có thể chứa một loại hoặc hai hoặc nhiều hơn hai loại hợp chất polyme.

Theo quan điểm về nâng cao hơn hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức và nâng cao hiệu quả ngăn chặn sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích và/hoặc hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp, tốt hơn là, cấu trúc lặp lại của oxy C_{2-4} alkylen bao gồm ít nhất cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxypropylen. Hợp chất polyme chứa đơn vị oxypropylen có các đỉnh được suy ra từ $-CH<$ và $-CH_2-$ của đơn vị oxypropylen nằm trong khoảng từ 3,2 ppm đến 3,8 ppm trong sự dịch chuyển hóa học của phổ 1H -NMR. Vì các mật độ electron xung quanh hạt nhân của nguyên tử hydro trong các nhóm này là khác nhau, nên đỉnh bị tách ra. Hợp chất polyme này có các đỉnh, ví dụ, nằm trong khoảng từ 3,2 ppm trở lên và 3,42 ppm trở xuống và nằm trong khoảng từ trên 3,42

ppm đến 3,8 ppm trở xuống trong sự dịch chuyển hóa học của phổ $^1\text{H-NMR}$. Đỉnh nằm trong khoảng 3,2 ppm trở lên và 3,42 trở xuống được suy ra từ $-\text{CH}_2-$, và đỉnh nằm trong khoảng trên 3,42 ppm và 3,8 ppm trở xuống được suy ra từ $-\text{CH}<$ và $-\text{CH}_2-$.

Các ví dụ cho hợp chất polyme này bao gồm polypropylen glycol, chất đồng trùng hợp chứa cấu trúc lặp lại của oxypropylen, sản phẩm cộng oxit propylen của polyol, các sản phẩm ete hóa hoặc este hóa của chúng, và tương tự. Các ví dụ cho chất đồng trùng hợp bao gồm các chất đồng trùng hợp oxypropylen-oxyalkylen (với điều kiện oxyalkylen là C_{2-4} alkylen thay vì oxypropylen), các ete polypropylen glycol alkyl, este polypropylen glycol của axit cacboxylic, và tương tự. Các ví dụ cho chất đồng trùng hợp oxypropylen-oxyalkylen bao gồm chất đồng trùng hợp oxypropylen-oxyetylen, chất đồng trùng hợp oxypropylen-oxytrimetylen, và tương tự. chất đồng trùng hợp oxypropylen-oxyalkylen có thể là chất đồng trùng hợp khối.

Trong hợp chất polyme chứa cấu trúc lặp lại của oxypropylen, tỷ lệ của đơn vị oxypropylen là, ví dụ, từ 5 mol% trở lên, và có thể là từ 10 mol% trở lên hoặc từ 20 mol% trở lên.

Tốt hơn là, hợp chất polyme chứa lượng lớn các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen theo quan điểm nâng cao độ hấp phụ chì và dễ dàng có cấu trúc mạch thẳng. Hợp chất polyme này bao gồm, ví dụ, nguyên tử oxy được liên kết với nhóm đầu cuối và nhóm $-\text{CH}_2-$ và/hoặc nhóm $-\text{CH}<$ được liên kết với nguyên tử oxy. Trong phổ $^1\text{H-NMR}$ của hợp chất polyme, tỷ lệ giữa giá trị tích hợp của đỉnh của khoảng từ 3,2 ppm đến 3,8 ppm với tổng giá trị tích hợp của đỉnh này, giá trị tích hợp của đỉnh của các nguyên tử hydro thuộc nhóm $-\text{CH}_2-$, và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}<$

CH₂ tăng lên. Tỷ lệ này là, ví dụ, 50% trở lên, và có thể là 80% trở lên. Theo quan điểm về nâng cao thêm hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức và nâng cao thêm hiệu quả ngăn chặn sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích và/hoặc hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp, tỷ lệ nêu trên tốt hơn là 85% trở lên, và tốt hơn nữa là 90% trở lên. Ví dụ, khi hợp chất poly me có nhóm -OH group tại đầu cuối và cũng có nhóm -CH₂- hoặc nhóm -CH₂ được liên kết với nguyên tử oxy của nhóm -OH, trong phổ ¹H-NMR, các đỉnh của các nguyên tử hydro của nhóm -CH₂- và nhóm -CH₂ group có sự dịch chuyển hóa học nằm trong khoảng trên 3,8 ppm và 4,0 ppm trở xuống.

Hợp chất polyme có thể chứa hợp chất có Mn là 500 trở lên, hợp chất có Mn là 600 trở lên, hoặc hợp chất có Mn là 1.000 trở lên. Mn của hợp chất này là, ví dụ, 20.000 trở xuống, và có thể là 15.000 trở xuống hoặc 10.000 trở xuống. Mn của hợp chất tốt hơn là 5.000 trở xuống và có thể là 4.000 trở xuống hoặc 3.000 trở xuống, theo quan điểm để dễ dàng giữ lại hợp chất trong vật liệu điện cực âm và dễ dàng trải hợp chất mỏng hơn trên bề mặt chì.

Mn của hợp chất có thể là 500 trở lên (hoặc 600 trở lên) và 20.000 trở xuống, 500 trở lên (hoặc 600 trở lên) và 15.000 trở xuống, 500 trở lên (hoặc 600 trở lên) và 10.000 trở xuống, 500 trở lên (hoặc 600 trở lên) và 5.000 trở xuống, 500 trở lên (hoặc 600 trở lên) và 4.000 trở xuống, 500 trở lên (hoặc 600 trở lên) và 3.000 trở xuống, 1.000 trở lên và 20.000 trở xuống (hoặc 15.000 trở xuống), 1.000 trở lên và 10.000 trở xuống (hoặc 5.000 trở xuống), hoặc 1.000 trở lên và 4.000 trở xuống (hoặc 3.000 trở xuống).

Hợp chất polyme tốt hơn là chứa ít nhất hợp chất có Mn là 1.000 trở lên. Mn của

hợp chất này có thể là 1.000 trở lên và 20.000 trở xuống, 1.000 trở lên và 15.000 trở xuống, hoặc 1.000 trở lên và 10.000 trở xuống. Mn của hợp chất tốt hơn là 1.000 trở lên và 5.000 trở xuống, và có thể là 1.000 trở lên và 4.000 trở xuống, hoặc 1.000 trở lên và 3.000 trở xuống, theo quan điểm để dễ dàng giữ lại hợp chất trong vật liệu điện cực âm và dễ dàng trải mỏng hơn lên bề mặt chì. Khi hợp chất có Mn này được sử dụng, lượng nạp điện quá mức có thể được làm giảm dễ dàng hơn. Bằng cách làm giảm lượng nạp điện quá mức, sự thay đổi về cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm do sự va chạm của khí hydro với vật liệu điện cực âm cũng có thể được ngăn chặn. Do đó, hiệu quả ngăn chặn sự suy giảm hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp sau khi thử nghiệm tải trọng nhẹ nhiệt độ cao có thể được nâng cao. Vì hợp chất có Mn như được mô tả trên đây dễ dàng chuyển động vào vật liệu điện cực âm thậm chí khi hợp chất được chứa trong dung dịch điện phân, hợp chất có thể được bổ sung vào vật liệu điện cực âm, và theo quan điểm này, hợp chất dễ dàng được giữ lại trong vật liệu điện cực âm Hai hoặc nhiều hơn hai hợp chất có Mn khác nhau có thể được sử dụng như là hợp chất polyme. Tức là, hợp chất polyme có thể có nhiều đỉnh của Mn trong sự phân bố của trọng lượng phân tử.

Hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm là, ví dụ, trên 8 ppm, tốt hơn là 13 ppm trở lên, và tốt hơn nữa là 15 ppm trở lên hoặc 16 ppm trở lên trên cơ sở khối lượng. Khi hàm lượng hợp chất polyme nằm trong khoảng này, điện áp tạo hydro có thể được tăng lên dễ dàng hơn, và hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức có thể được nâng cao thêm. Theo quan điểm để dễ dàng đảm bảo hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp cao hơn, hàm lượng (trên cơ sở khối lượng) của hợp chất polyme

trong vật liệu điện cực âm có thể là 50 ppm trở lên hoặc 80 ppm trở lên. Hàm lượng (trên cơ sở khối lượng) hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm là, ví dụ, dưới 400 ppm, tốt hơn là 360 ppm trở xuống, và tốt hơn nữa 350 ppm trở xuống. Khi hàm lượng hợp chất polyme là 400 ppm trở xuống, bề mặt chỉ được ngăn chặn khỏi việc bị bao phủ với hợp chất polyme, để có thể ngăn chặn một cách hiệu quả sự suy giảm hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp. Theo quan điểm để dễ dàng đảm bảo hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp cao hơn, hàm lượng (trên cơ sở khối lượng) của hợp chất polyme tốt hơn là 240 ppm trở xuống, tốt hơn nữa là 200 ppm trở xuống, và có thể là 165 ppm trở xuống hoặc 164 ppm trở xuống. Các giá trị giới hạn dưới và các giá trị giới hạn trên này có thể được kết hợp tùy ý.

Hàm lượng (trên cơ sở khối lượng) của hợp chất polyme có thể là trên 8 ppm (hoặc 13 ppm trở lên) và dưới 400 ppm, trên 8 ppm (hoặc 13 ppm trở lên) và 360 ppm trở xuống, trên 8 ppm (hoặc 13 ppm trở lên) và 350 ppm trở xuống, trên 8 ppm (hoặc 13 ppm trở lên) và 240 ppm trở xuống, trên 8 ppm (hoặc 13 ppm trở lên) và 200 ppm trở xuống, trên 8 ppm (hoặc 13 ppm trở lên) và 165 ppm trở xuống, trên 8 ppm (hoặc 13 ppm trở lên) và 164 ppm trở xuống, 15 ppm trở lên (hoặc 16 ppm trở lên) và dưới 400 ppm, 15 ppm trở lên (hoặc 16 ppm trở lên) và 360 ppm trở xuống, 15 ppm trở lên (hoặc 16 ppm trở lên) và 350 ppm trở xuống, 15 ppm trở lên (hoặc 16 ppm trở lên) và 240 ppm trở xuống, 15 ppm trở lên (hoặc 16 ppm trở lên) và 200 ppm trở xuống, 15 ppm trở lên (hoặc 16 ppm trở lên) và 165 ppm trở xuống, 15 ppm trở lên (hoặc 16 ppm trở lên) và 164 ppm trở xuống, 50 ppm trở lên (hoặc 80 ppm trở lên) và dưới 400 ppm, 50 ppm trở lên (hoặc 80 ppm trở lên) và 360 ppm trở xuống, 50 ppm trở lên (hoặc 80

ppm trở lên) và 350 ppm trở xuống, 50 ppm trở lên (hoặc 80 ppm trở lên) và 240 ppm trở xuống, 50 ppm trở lên (hoặc 80 ppm trở lên) và 200 ppm trở xuống, 50 ppm trở lên (hoặc 80 ppm trở lên) và 165 ppm trở xuống, hoặc 50 ppm trở lên (hoặc 80 ppm trở lên) và 164 ppm trở xuống.

Chất trương nở

Vật liệu điện cực âm có thể chứa chất trương nở. Chất trương nở hữu cơ được ưu tiên làm chất trương nở. Lignin và/hoặc chất trương nở hữu cơ tổng hợp có thể được sử dụng như là chất trương nở hữu cơ. Ví dụ cho lignin bao gồm lignin, các dẫn xuất của lignin, và tương tự. Các ví dụ cho dẫn xuất của lignin bao gồm axit lignin sulfonic hoặc các muối của nó (ví dụ như các muối kim loại kiềm (các muối natri và tương tự)), và các chất tương tự. Các chất trương nở hữu cơ thường được phân loại sơ bộ thành lignin và các chất trương nở hữu cơ tổng hợp. Cũng có thể nói rằng, chất trương nở hữu cơ tổng hợp là chất trương nở hữu cơ khác ngoài lignin. Chất trương nở hữu cơ tổng hợp là polyme hữu cơ chứa nguyên tố lưu huỳnh, và thường chứa nhiều vòng thơm trong nguyên tử và nguyên tố lưu huỳnh như là nhóm chứa lưu huỳnh. Trong số các nhóm chứa lưu huỳnh, nhóm axit sulfonic hoặc nhóm sulfonyl mà ở dạng ổn định được ưu tiên. Nhóm axit sulfonic có thể tồn tại ở dạng axit, hoặc có thể tồn tại ở dạng muối như muối Na. Vật liệu điện cực âm có thể chứa một loại hoặc hai hoặc nhiều hơn hai loại chất trương nở.

Tốt hơn là sử dụng chất ngưng tụ chứa ít nhất đơn vị của hợp chất thơm làm chất trương nở hữu cơ. Các ví dụ cho chất ngưng tụ này bao gồm chất ngưng tụ của hợp chất thơm với hợp chất andehit (các andehit (ví dụ, fomandehit) và/hoặc các chất

ngưng tụ của nó, và tương tự). Chất trương nở hữu cơ có thể chứa đơn vị của một loại của hợp chất thơm hoặc đơn vị của hai hoặc nhiều hơn hay loại hợp chất thơm. Lưu ý rằng, đơn vị của hợp chất thơm đề cập đến đơn vị được suy ra từ hợp chất thơm được kết hợp trong chất ngưng tụ.

Như là chất trương nở hữu cơ, một loại được tổng hợp từ phương pháp đã biết có thể được sử dụng, hay sản phẩm có sẵn trên thị trường có thể được sử dụng. Thu được chất ngưng tụ chứa đơn vị của hợp chất thơm, ví dụ, bằng cách phản ứng hợp chất thơm với hợp chất andehit. Ví dụ, bằng cách thực hiện phản ứng này khi có mặt sulfite, hoặc sử dụng hợp chất thơm chứa nguyên tố lưu huỳnh (ví dụ, bisphenol S hoặc tương tự), có thể thu được chất trương nở hữu cơ chứa nguyên tố lưu huỳnh. Ví dụ, hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh trong chất trương nở hữu cơ có thể được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh lượng sulfite và/hoặc lượng hợp chất thơm chứa nguyên tố lưu huỳnh. Ngoài ra, khi các vật liệu thô khác được sử dụng, có thể thu được chất ngưng tụ chứa đơn vị của hợp chất thơm theo phương pháp này.

Các ví dụ cho vòng thơm của hợp chất thơm bao gồm vòng benzen, vòng naphthalin, và tương tự. Khi hợp chất thơm có nhiều vòng thơm, nhiều vòng thơm có thể được nối bởi liên kết trực tiếp, nhóm nối (ví dụ, nhóm alkylen (bao gồm nhóm alkyliden), nhóm sulfon, và tương tự), hoặc các chất tương tự. Các ví dụ cho cấu trúc này bao gồm các cấu trúc bisaren (biphenyl, bisphenylalkan, bisphenylsulfon, và tương tự). Các ví dụ cho hợp chất thơm bao gồm các hợp chất có vòng thơm và nhóm hydroxy và/hoặc nhóm amino. Nhóm hydroxy hoặc nhóm amino có thể được liên kết trực tiếp với vòng thơm, hoặc có thể được liên kết như là mạch alkyl có nhóm hydroxy

hoặc nhóm amino. Lưu ý rằng, nhóm hydroxy cũng bao gồm các muối của nhóm hydroxy (-OMe). Nhóm amino cũng bao gồm các muối của nhóm amino (các muối với anion). Các ví dụ cho Me bao gồm các kim loại kiềm (Li, K, Na, và tương tự), các kim loại nhóm 2 trong bảng tuần hoàn (Ca, Mg, và tương tự), và các loại tương tự.

Như là hợp chất thơm, các hợp chất bisaren [các hợp chất bisphenol, các hợp chất hydroxybiphenyl, các hợp chất bisaren có nhóm amin (các hợp chất bisarylalkan có nhóm amin, các hợp chất bisarylsulfon có nhóm amin, các hợp chất biphenyl có nhóm amin và tương tự), các hợp chất hydroxyaren (các hợp chất hydroxynaptalin, các hợp chất phenol và tương tự), các hợp chất aminoaren (các hợp chất aminonaptalin, các hợp chất anilin (axit aminobenzensulfonic, axit alkylaminobenzensulfonic, và tương tự), và các loại tương tự] được ưu tiên sử dụng. Hợp chất thơm có thể còn có nhóm thế. Chất trương nở hữu cơ có thể chứa một hoặc nhiều phần bã của các hợp chất này. Như là hợp chất bisphenol, bisphenol A, bisphenol S, bisphenol F, và tương tự, được ưu tiên.

Chất ngưng tụ tốt hơn là chứa đơn vị của hợp chất thơm có ít nhất nhóm chứa lưu huỳnh. Cụ thể, khi chất ngưng tụ chứa ít nhất đơn vị của hợp chất bisphenol có nhóm chứa lưu huỳnh được sử dụng, tác dụng ngăn chặn sự suy giảm hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp sau khi thử nghiệm tại trọng nhẹ nhiệt độ cao có thể được nâng cao thêm. Không giới hạn với trường hợp này, chất ngưng tụ của hợp chất naptalin có nhóm chứa lưu huỳnh và có nhóm hydroxy và/hoặc nhóm amin với hợp chất andehit có thể được sử dụng.

Nhóm chứa lưu huỳnh có thể được liên kết trực tiếp với vòng thơm được chứa trong hợp chất, và ví dụ, có thể được liên kết với vòng thơm như là mạch alkyl có

nhóm chứa lưu huỳnh. Nhóm chứa lưu huỳnh không bị giới hạn cụ thể, và các ví dụ cho nó bao gồm nhóm sulfonyl, nhóm axit sulfonic hoặc muối của nó, và tương tự.

Ngoài ra, như là chất trương nở hữu cơ, ví dụ, ít nhất chất ngưng tụ chứa ít nhất một loại được lựa chọn từ nhóm gồm các đơn vị của hợp chất bisaren và các đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng (hợp chất hydroxyaren và/hoặc hợp chất aminoaren, hoặc tương tự) có thể được sử dụng. Chất trương nở hữu cơ có thể chứa ít nhất chất ngưng tụ chứa đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng (trong số đó, hợp chất hydroxyaren). Các ví dụ cho chất ngưng tụ này bao gồm chất ngưng tụ của hợp chất bisaren và hợp chất thơm đơn vòng với hợp chất andehit. Như là hợp chất hydroxyaren, hợp chất axit phenol sulfonic (axit phenol sulfonic, sản phẩm thay thế của nó, hoặc tương tự) được ưu tiên. Như là hợp chất aminoaren, axit aminobenzensulfonic, axit alkylaminobenzensulfonic, và tương tự, được ưu tiên. Như là hợp chất thơm đơn vòng, hợp chất hydroxyaren được ưu tiên.

Vật liệu điện cực âm có thể chứa, ví dụ, chất trương nở hữu cơ thứ nhất có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh là 2.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên trong số các chất trương nở hữu cơ. Các ví dụ cho chất trương nở hữu cơ thứ nhất bao gồm chất trương nở hữu cơ tổng hợp được mô tả trên đây (như chất ngưng tụ).

Hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh của chất trương nở hữu cơ thứ nhất có thể là 2.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên, và tốt hơn là 3.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên. Giới hạn trên của hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh của chất trương nở hữu cơ không bị giới hạn cụ thể, và tốt hơn là 9.000 trở xuống, và tốt hơn nữa là 8.000 $\mu\text{mol/g}$ trở xuống hoặc 7.000 $\mu\text{mol/g}$ trở xuống, theo quan điểm để nâng cao hiệu quả ngăn chặn sự giảm chất lỏng. Các giá trị

giới hạn dưới và các giá trị giới hạn trên này có thể được kết hợp tùy ý. Bằng cách kết hợp chất trương nở hữu cơ này và hợp chất polyme, sự hòa tan của chì sulfat trong khi nạp điện khó bị ức chế hơn, để sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích có thể được ngăn chặn.

Hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh của chất trương nở hữu cơ thứ nhất có thể là, ví dụ, 2.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên (hoặc 3.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên) và 9.000 $\mu\text{mol/g}$ trở xuống, 2.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên (hoặc 3.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên) và 8.000 $\mu\text{mol/g}$ trở xuống, hoặc 2.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên (hoặc 3.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên) và 7.000 $\mu\text{mol/g}$ trở xuống.

Trọng lượng phân tử trung bình trọng lượng (M_w) của chất trương nở thứ nhất tốt hơn là, ví dụ, 7.000 trở lên. M_w của chất trương nở hữu cơ là, ví dụ, 100.000 trở xuống, hoặc 20.000 trở xuống.

Theo sáng chế, M_w của chất trương nở hữu cơ được xác định bằng cách sử dụng GPC. Chất tiêu chuẩn được sử dụng để xác định M_w là natri polystyren sulfonat.

M_w được đo dưới các điều kiện sau đây, sử dụng thiết bị sau đây:

Thiết bị GPC: Hệ thống GPC dạng SD-8022/DP-8020/AS-8020/CO-8020/UV-8020 (được sản xuất bởi Tosoh Corporation)

Cột: TSKgel G4000SWXL, G2000SWXL (7,8 mm I.D. $\times$ 30 cm) (được sản xuất bởi Tosoh Corporation)

Bộ dò: Bộ dò UV, $\lambda = 210 \text{ nm}$

Dung môi rửa giải: Dung dịch hỗn hợp của dung dịch nước NaCl có nồng độ 1 mol/L: acetonitril (tỷ lệ thể tích = 7:3)

Lưu lượng: 1 mL/phút.

Nồng độ: 10 mg/mL

Lượng bơm: 10 μ L

Chất tiêu chuẩn: Na polystyren sulfonat ($M_w = 275.000, 35.000, 12.500, 7.500, 5.200, 1.680$)

Vật liệu điện cực âm có thể chứa, ví dụ, chất trương nở hữu cơ thứ hai có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh dưới $2.000 \mu\text{mol/g}$. Các ví dụ cho chất trương nở hữu cơ thứ hai bao gồm lignin và các chất trương nở hữu cơ tổng hợp (cụ thể là, lignin) trong số các chất trương nở hữu cơ được mô tả trên đây. Hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh của chất trương nở hữu cơ thứ hai tốt hơn là $1.000 \mu\text{mol/g}$ trở xuống, và có thể là $800 \mu\text{mol/g}$ trở xuống. Giới hạn dưới của hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh trong chất trương nở hữu cơ thứ hai không bị giới hạn cụ thể, và là, ví dụ, $400 \mu\text{mol/g}$ trở lên. Khi chất trương nở hữu cơ thứ hai và hợp chất polyme được sử dụng kết hợp, kích thước hạt của chất keo có thể được làm giảm, để hiệu quả ngăn chặn sự suy giảm hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp có thể được nâng cao thêm.

M_w của chất trương nở hữu cơ thứ hai là, ví dụ, dưới 7.000. M_w của chất trương nở hữu cơ thứ hai là, ví dụ, trên 3.000.

Khi chất trương nở hữu cơ thứ nhất và chất trương nở hữu cơ thứ hai được sử dụng kết hợp, tỷ lệ khối lượng của chúng có thể được lựa chọn tùy ý. Theo quan điểm để dễ dàng đảm bảo tác dụng hợp lực trong việc ngăn chặn sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích, tỷ lệ của chất trương nở hữu cơ thứ nhất với tổng lượng của chất trương nở hữu cơ thứ nhất và chất trương nở hữu cơ thứ hai tốt hơn là 20% theo khối lượng trở lên, và có thể là 25% theo khối lượng trở lên. Theo cùng quan điểm, tỷ lệ

của chất trương nở hữu cơ thứ nhất với tổng lượng của chất trương nở hữu cơ thứ nhất và chất trương nở hữu cơ thứ hai tốt hơn là 80% theo khối lượng trở xuống, và có thể là 75% theo khối lượng trở xuống.

Tỷ lệ của chất trương nở hữu cơ thứ nhất với tổng lượng của chất trương nở hữu cơ thứ nhất và chất trương nở hữu cơ thứ hai có thể là 20% theo khối lượng trở lên và 80% theo khối lượng trở xuống (hoặc 75% theo khối lượng trở xuống), hoặc 25% theo khối lượng trở lên và 80% theo khối lượng trở xuống (hoặc 75% theo khối lượng trở xuống).

Hàm lượng của chất trương nở hữu cơ được chứa trong vật liệu điện cực âm là, ví dụ, 0,01% theo khối lượng trở lên và có thể là 0,05% theo khối lượng trở lên. Hàm lượng của chất trương nở hữu cơ là, ví dụ, 1,0% theo khối lượng trở xuống và có thể là 0,5% theo khối lượng trở xuống. Các giá trị giới hạn dưới và các giá trị giới hạn trên này có thể được kết hợp tùy ý.

Hàm lượng của chất trương nở hữu cơ được chứa trong vật liệu điện cực âm có thể là 0,01% theo khối lượng trở lên và 1,0% theo khối lượng trở xuống, 0,05% theo khối lượng trở lên và 1,0% theo khối lượng trở xuống, 0,01% theo khối lượng trở lên và 0,5% theo khối lượng trở xuống hoặc 0,05% theo khối lượng trở lên và 0,5% theo khối lượng trở xuống.

Vật liệu cacbon

Vì vật liệu cacbon được chứa trong vật liệu điện cực âm, có thể sử dụng muội than (cacbon đen), grafit (than chì), cacbon cứng, cacbon mềm và các loại tương tự. Các ví dụ cho muội than bao gồm muội axetylen, muội Ketjen, muội lò, muội đèn, và

tương tự. Grafit có thể là vật liệu cacbon bao gồm cấu trúc tinh thể kiểu grafit và có thể là grafit nhân tạo hoặc grafit tự nhiên. Một loại vật liệu cacbon có thể được sử dụng riêng lẻ, hoặc hai hay nhiều hơn hai loại của nó có thể được sử dụng kết hợp.

Hàm lượng của vật liệu cacbon trong vật liệu điện cực âm là, ví dụ, 0,05% theo khối lượng trở lên và có thể là 0,10% theo khối lượng trở lên. Hàm lượng của vật liệu cacbon là, ví dụ, 5% theo khối lượng trở xuống và có thể là 3% theo khối lượng trở xuống. Các giá trị giới hạn dưới và các giá trị giới hạn trên này có thể được kết hợp tùy ý.

Hàm lượng của vật liệu cacbon trong vật liệu điện cực âm có thể là 0,05% theo khối lượng trở lên và 5% theo khối lượng trở xuống, 0,05% theo khối lượng trở lên và 3% theo khối lượng trở xuống, 0,10% theo khối lượng trở lên và 5% theo khối lượng trở xuống hoặc 0,10% theo khối lượng trở lên và 3% theo khối lượng trở xuống.

Bari sulfat

Hàm lượng của bari sulfat trong vật liệu điện cực âm là, ví dụ, 0,05% theo khối lượng trở lên và có thể là 0,10% theo khối lượng trở lên. Hàm lượng của bari sulfat trong vật liệu điện cực âm là 3% theo khối lượng trở xuống và có thể là 2% theo khối lượng trở xuống. Các giá trị giới hạn dưới và các giá trị giới hạn trên này có thể được kết hợp tùy ý.

Hàm lượng của bari sulfat trong vật liệu điện cực âm có thể là 0,05% theo khối lượng trở lên và 3% theo khối lượng trở xuống, 0,05% theo khối lượng trở lên và 2% theo khối lượng trở xuống, 0,10% theo khối lượng trở lên và 3% theo khối lượng trở xuống hoặc 0,10% theo khối lượng trở lên và 2% theo khối lượng trở xuống.

Phân tích các thành phần cấu tạo của vật liệu điện cực âm

Từ sau đây, phương pháp phân tích vật liệu điện cực âm hoặc các thành phần cấu tạo của nó sẽ được mô tả. Trước khi phân tích, ắc quy chì-axit sau khi tạo thành được nạp điện đầy và sau đó được tháo rời để thu được tấm điện cực âm sẽ được phân tích. Tấm điện cực âm thu được được rửa với nước để loại bỏ axit sulfuric khỏi tấm điện cực âm. Việc rửa với nước được thực hiện tới khi khẳng định được rằng màu của giấy đo độ pH không thay đổi bằng cách ép giấy đo độ pH lên bề mặt tấm điện cực âm đã được rửa với nước. Tuy nhiên, việc rửa với nước được thực hiện trong vòng không quá hai giờ. Tấm điện cực âm đã được rửa với nước được làm khô tại nhiệt độ $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$ trong môi trường giảm áp suất trong khoảng sáu giờ. Khi chi tiết được gắn được bao gồm sau khi làm khô, chi tiết được gắn được loại bỏ khỏi tấm điện cực âm bằng cách bóc rời. Tiếp theo, vật liệu điện cực âm được tách khỏi tấm điện cực âm để thu được mẫu (từ sau đây được gọi là mẫu A). Mẫu A được nghiền đến mức cần thiết và được đưa vào phân tích.

(1) Phân tích hợp chất polyme

(1.1) Phân tích định tính hợp chất polyme

$150,0 \pm 0,1$ mL clorofom được thêm vào $100,0 \pm 0,1$ g mẫu A đã nghiền thành bột, và hỗn hợp này được khuấy ở nhiệt độ $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ trong 16 giờ để chiết xuất hợp chất polyme. Sau đó, phần rắn được loại bỏ bằng cách lọc. Đối với dung dịch clorofom trong đó hợp chất polyme thu được bằng cách chiết xuất được hòa tan hoặc hợp chất polyme thu được bằng cách làm khô dung dịch clorofom, thông tin thu được từ phổ quang phổ hồng ngoại, phổ hấp thụ tia cực tím nhìn thấy được, phổ NMR, LC-MS

và/hoặc nhiệt phân GC-MS, và tương tự, để định rõ hợp chất polyme.

Clorofom được chưng cất dưới áp suất giảm từ dung dịch clorofom, trong đó hợp chất polyme thu được bằng quá trình chiết xuất được hòa tan để thu hồi thành phần có thể hòa tan trong clorofom. Thành phần có thể hòa tan trong clorofom được hòa tan trong clorofom được đơtêri hóa, và phổ $^1\text{H-NMR}$ được đo dưới các điều kiện sau đây: Từ phổ $^1\text{H-NMR}$ này, đỉnh với sự dịch chuyển hóa học nằm trong khoảng 3,2 ppm trở lên và 3,8 ppm trở xuống được khẳng định. Ngoài ra, từ đỉnh nằm trong khoảng này, loại đơn vị oxy C_{2-4} alkylen được định rõ.

Thiết bị: quang phổ kế cộng hưởng từ hạt nhân loại AL400, được sản xuất bởi JEOL Ltd.

Tần số quan sát: 395,88 MHz

Độ rộng xung: 6,30 μs

Thời gian lặp lại xung: 74,1411 giây

Số lượng tích hợp: 32

Nhiệt độ đo: nhiệt độ phòng (20 đến 35°C)

Tham chiếu: 7,24 ppm

Đường kính ống mẫu: 5 mm

Từ phổ $^1\text{H-NMR}$, giá trị tích hợp (V_1) của đỉnh mà tại đó sự dịch chuyển hóa học xuất hiện trong khoảng 3,2 ppm trở lên và 3,8 ppm trở xuống được xác định. Ngoài ra, đối với mỗi nguyên tử trong số các nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}_2-$ và nhóm $-\text{CH}<$ được liên kết với nhóm đầu cuối của hợp chất polyme, tổng (V_2) của các giá trị tích hợp của các đỉnh trong phổ $^1\text{H-NMR}$ được xác định. Sau đó, từ V_1 và V_2 , tỷ lệ của V_1

với tổng của V_1 và V_2 ($= V_1/(V_1 + V_2) \times 100$ (%)) được xác định.

Khi giá trị tích hợp của đỉnh trong phổ $^1\text{H-NMR}$ được xác định trong phân tích định tính, hai điểm không có tín hiệu quan trọng nào được xác định để kẹp đỉnh tương ứng trong phổ $^1\text{H-NMR}$ ở giữa chúng, và mỗi giá trị tích hợp được tính toán sử dụng đường thẳng nối liền hai điểm như là đường cơ sở. Ví dụ, đối với đỉnh trong đó sự dịch chuyển hóa học xuất hiện trong khoảng từ 3,2 ppm đến 3,8 ppm, đường thẳng nối liền hai điểm 3,2 ppm và 3,8 ppm trong phổ được sử dụng làm đường cơ sở. Ví dụ, đối với đỉnh trong đó sự dịch chuyển hóa học xuất hiện trong khoảng trên 3,8 ppm và 4,0 ppm trở xuống, đường thẳng nối liền hai điểm 3,8 ppm và 4,0 ppm trong phổ được sử dụng làm đường cơ sở.

(1.2) Phân tích định lượng hợp chất polyme

Lượng thích hợp thành phần có thể hòa tan trong clorofom được hòa tan vào clorofom được đơtêri hóa cùng với tetrachloroetan (TCE) với m_r (g) được đo với độ chính xác là ± 0.0001 g, và phổ $^1\text{H-NMR}$ được đo. Giá trị tích hợp (S_a) của đỉnh trong đó sự dịch chuyển hóa học xuất hiện trong khoảng từ 3,2 đến 3,8 ppm và giá trị tích hợp (S_r) của đỉnh được suy ra từ TCE được xác định, và hàm lượng dựa trên khối lượng C_n (ppm) của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm được xác định theo công thức sau đây.

$$C_n = S_a/S_r \times N_r/N_a \times M_a/M_r \times m_r/m \times 1.000.000$$

(trong đó M_a là trọng lượng phân tử của cấu trúc thể hiện đỉnh trong khoảng dịch chuyển hóa học từ 3,2 đến 3,8 ppm (cụ thể hơn là, trọng lượng phân tử của cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen), và N_a là số lượng nguyên tử hydro được liên kết

với nguyên tử cacbon của mạch chính của cấu trúc lặp lại. N_r và M_r lần lượt là số lượng hydro được chứa trong phân tử của chất tham chiếu và trọng lượng phân tử của chất tham chiếu, và m (g) là khối lượng của vật liệu điện cực âm được sử dụng cho việc chiết xuất).

Vì chất tham chiếu trong phân tích này là TCE, $N_r = 2$ và $M_r = 168$. Ngoài ra, $m = 100$.

Ví dụ, khi hợp chất polyme là polypropylen glycol, M_a là 58, và N_a là 3. Ví dụ, hợp chất polyme là polyetylen glycol, M_a là 44, và N_a là 4. Trong trường hợp của chất đồng trùng hợp, N_a là giá trị thu được bằng cách tính trung bình N_a giá trị của mỗi đơn vị monome sử dụng tỷ lệ phân tử (mol%) của mỗi đơn vị monome được chứa trong cấu trúc lặp lại, và M_a được xác định theo loại của mỗi đơn vị monome.

Trong phân tích định lượng, giá trị tích hợp của đỉnh trong phổ $^1\text{H-NMR}$ được xác định sử dụng phần mềm xử lý dữ liệu “ALICE” được sản xuất bởi JEOL Ltd.

(1.3) Phép đo M_n của hợp chất polyme

Phép đo GPC của hợp chất polyme được thực hiện sử dụng thiết bị sau đây, dưới các điều kiện sau đây. Một cách riêng biệt, đường lấy chuẩn (đường tiêu chuẩn) được lập từ đồ thị của M_n của chất tiêu chuẩn và thời gian rửa giải. M_n của hợp chất polyme được tính toán trên cơ sở đường tiêu chuẩn và kết quả phép đo GPC của hợp chất polyme.

Hệ thống phân tích: Hệ thống 20A (được sản xuất bởi Shimadzu Corporation)

Cột: hai cột của GPC KF-805L (được sản xuất bởi Shodex) được nối liền theo chuỗi

Nhiệt độ cột: 30°C

Pha lưu động: tetrahydrofuran

Lưu lượng: 1 mL/phút.

Nồng độ: 0,20% theo khối lượng

Lượng bơm: 10 µL

Chất tiêu chuẩn: polyetylen glycol ($M_n = 2.000.000, 200.000, 20.000, 2.000, 200$)

Bộ dò: bộ dò chỉ số khúc xạ vi sai (Shodex RI-201H, được sản xuất bởi Shodex)

(2) Phân tích chất trương nở hữu cơ

(2.1) Phân tích định tính của chất trương nở hữu cơ trong vật liệu điện cực âm

Mẫu A được ngâm trong dung dịch nước natri hydroxit (NaOH) để chiết xuất chất trương nở hữu cơ. Tiếp theo, chất trương nở hữu cơ thứ nhất và chất trương nở hữu cơ thứ hai được tách ra khỏi phần chiết xuất. Đối với mỗi vật liệu được tách chứa mỗi chất trương nở hữu cơ, các thành phần không hòa tan được loại bỏ bằng cách lọc, và dung dịch thu được được khử muối, sau đó được cô đặc, và được làm khô. Sự khử muối được thực hiện bằng cách sử dụng cột khử muối, bằng cách cho dung dịch đi qua màng trao đổi ion, hoặc bằng cách đặt dung dịch vào ống thẩm tách và ngâm dung dịch vào nước cất. Dung dịch được làm khô để thu được mẫu bột (từ sau đây, cũng được đề cập đến là mẫu B) của chất trương nở hữu cơ.

Loại chất trương nở hữu cơ được định rõ bằng cách sử dụng kết hợp thông tin thu được từ phổ quang phổ hồng ngoại được đo bằng cách sử dụng mẫu bột của chất trương nở hữu cơ thu được như được mô tả trên đây, phổ hấp thụ tử ngoại nhìn thấy

được đo bằng quang phổ kế hấp thụ tử ngoại nhìn thấy được sau khi mẫu bột được pha loãng với nước cất hoặc tương tự, phổ NMR của dung dịch thu được bằng cách hòa tan với dung môi được định trước như nước nặng, và tương tự.

Chất trương nở hữu cơ thứ nhất và chất trương nở hữu cơ thứ hai được tách ra khỏi phần chiết xuất như sau. Đầu tiên, phần chiết xuất được đo bằng quang phổ hồng ngoại, NMR, và/hoặc GC-MS để xác định liệu nhiều loại chất trương nở hữu cơ được chứa hay không. Tiếp theo, sự phân bố trọng lượng phân tử được đo bằng phân tích GPC của phần chiết xuất, và nếu nhiều loại chất trương nở hữu cơ có thể được tách theo trọng lượng phân tử, chất trương nở hữu cơ được tách bằng sắc ký cột trên cơ sở sự khác biệt về trọng lượng phân tử. Khi khó tách chất trương nở hữu cơ do sự khác biệt về trọng lượng phân tử, một trong các chất trương nở hữu cơ được tách bằng phương pháp tách kết tủa sử dụng sự khác biệt về độ hòa tan mà thay đổi tùy thuộc vào loại của nhóm chức và/hoặc số lượng nhóm chức của chất trương nở hữu cơ. Cụ thể, dung dịch axit sulfuric nước được thêm từng giọt vào hỗn hợp thu được bằng cách hòa tan phần chiết xuất trong dung dịch nước NaOH để điều chỉnh độ pH của hỗn hợp, do đó tập hợp và tách ra một trong các chất trương nở hữu cơ. Thành phần không hòa tan được bị loại bỏ bằng cách lọc như được mô tả trên đây khỏi vật liệu được tách được hòa tan lại trong dung dịch nước NaOH. Dung dịch còn lại sau khi tách một trong các chất trương nở hữu cơ được cô đặc. Phần cô đặc thu được chứa chất trương nở hữu cơ khác, và thành phần không hòa tan được bị loại bỏ khỏi phần cô đặc bằng cách lọc như được mô tả trên đây.

(2.2) Phân tích định lượng của hàm lượng của chất trương nở hữu cơ trong vật

liệu điện cực âm

Tương tự như phần (2.1) trên đây, đối với mỗi vật liệu được tách chứa chất trương nở hữu cơ, thu được dung dịch sau khi loại bỏ thành phần không hòa tan được bằng cách lọc. Phổ hấp thụ tử ngoại nhìn thấy được của mỗi dung dịch thu được được đo. Hàm lượng của mỗi chất trương nở hữu cơ trong vật liệu điện cực âm được xác định sử dụng cường độ của đỉnh đặc trưng của mỗi chất trương nở hữu cơ và đường lấy chuẩn được tạo từ trước.

Khi thu được ắc quy chì-axit có hàm lượng chất trương nở hữu cơ không rõ, và hàm lượng chất trương nở hữu cơ được đo, công thức cấu trúc của chất trương nở hữu cơ không thể được định rõ nghiêm ngặt, để cùng chất trương nở hữu cơ không thể được sử dụng cho đường lấy chuẩn. Trong trường hợp này, hàm lượng chất trương nở hữu cơ được đo sử dụng phổ hấp thụ tử ngoại nhìn thấy được bằng cách tạo nên đường lấy chuẩn sử dụng chất trương nở hữu cơ được chiết xuất từ điện cực âm của ắc quy và polyme hữu cơ có sẵn riêng biệt trong đó phổ hấp thụ tử ngoại nhìn thấy được, phổ quang phổ hồng ngoại, phổ NMR, và tương tự, biểu thị các hình dạng tương tự.

(2.3) Hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh trong chất trương nở hữu cơ

Tương tự như phần (2.1) trên đây, sau khi thu được mẫu bột của chất trương nở hữu cơ, nguyên tố lưu huỳnh trong 0,1 g chất trương nở hữu cơ được chuyển đổi thành axit sulfuric bằng phương pháp bình đốt oxy. Tại thời điểm này, mẫu bột bị đốt trong bình chứa chất hút bám để thu được nước giải hấp trong đó các ion sunfat được hòa tan trong chất hút bám. Tiếp theo, nước giải hấp được được chuẩn độ bằng bari peclorat sử dụng thorin làm chất chỉ thị để xác định hàm lượng (C1) của nguyên tố lưu

huỳnh trong 0,1 g chất trương nở hữu cơ. Tiếp theo, C1 được nhân với 10 để tính toán hàm lượng ($\mu\text{mol/g}$) nguyên tố lưu huỳnh trong chất trương nở trên 1 g.

(3) Xác định định lượng của vật liệu cacbon và bari sulfat

Mẫu A chưa nghiền bị nghiền, 50 ml axit nitric có nồng độ 20% theo khối lượng được thêm vào 10 g mẫu A đã bị nghiền, và hỗn hợp được làm nóng trong khoảng 20 phút để hòa tan thành phần chì như là chì nitrat. Tiếp theo, dung dịch chứa chì nitrat được lọc, và các thể rắn như các vật liệu cacbon và bari sulfat được lọc đi.

Thể rắn thu được được phân tán trong nước để tạo thành thể phân tán, và sau đó các thành phần ngoại trừ vật liệu cacbon và bari sulfat (ví dụ, vật liệu gia cố) được loại bỏ khỏi thể phân tán sử dụng sàng. Tiếp theo, thể phân tán được đưa vào lọc hút sử dụng bộ lọc màng có khối lượng được đo từ trước, và bộ lọc màng được làm khô với mẫu được lọc trong máy sấy ở nhiệt độ $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Mẫu được lọc là mẫu được trộn của vật liệu cacbon và bari sulfat. Khối lượng (M_m) của mẫu được trộn được đo bằng cách trừ đi khối lượng của bộ lọc màng từ tổng khối lượng của mẫu được trộn được làm khô và bộ lọc màng. Sau đó, mẫu được trộn được làm khô được đặt trong nồi nung cùng với bộ lọc màng và được đốt và hóa tro tại nhiệt độ 700°C trở lên. Phần cặn còn lại là bari oxit. Khối lượng (M_B) của bari sulfat được xác định bằng cách chuyển đổi khối lượng của bari oxit thành khối lượng của bari sulfat. Khối lượng của vật liệu cacbon được tính toán bằng cách trừ đi khối lượng M_B từ khối lượng M_m .

Các yếu tố khác

Tấm điện cực âm có thể được tạo thành theo phương thức mà bộ thu dòng âm được phủ hoặc nhồi với bột nhão điện cực âm, mà sau đó được đóng rắn và làm khô để

điều chế tấm điện cực âm không có hình thái, và sau đó, tấm điện cực âm không có hình thái được tạo thành. Bột nhão điện cực âm được điều chế bằng cách thêm nước và axit sulfuric vào bột chì và chất trương nở hữu cơ, và nhiều chất độn khác nhau nếu cần thiết, và nhào hỗn hợp. Tại thời điểm đóng rắn, nên đóng rắn tấm điện cực âm không có hình thái ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ phòng và độ ẩm cao.

Sự tạo thành có thể được thực hiện bằng cách nạp điện thành phần trong trạng thái mà thành phần bao gồm tấm điện cực âm được ngâm trong dung dịch điện phân chứa axit sulfuric trong vật chứa của ắc quy chì-axit. Tuy nhiên, sự tạo thành có thể được thực hiện trước khi ắc quy chì-axit hoặc thành phần được lắp ráp. Sự tạo thành tạo ra chì xốp.

Tấm điện cực dương

Tấm điện cực dương của ắc quy chì-axit có thể được phân loại thành loại bột nhão, loại mạ, và tương tự. Tấm điện cực dương dạng bột nhão bao gồm bộ thu dòng dương và vật liệu điện cực dương. Vật liệu điện cực dương được giữ bởi bộ thu dòng dương. Trong tấm điện cực dương dạng bột nhão, thu được vật liệu điện cực dương bằng cách loại bỏ bộ thu dòng dương khỏi tấm điện cực dương. Bộ thu dòng dương có thể được tạo thành bằng cách đúc chì (Pb) hoặc hợp kim chì, hoặc có thể được tạo thành bằng cách gia công bản chì hoặc bản hợp kim chì. Các ví dụ cho phương pháp gia công bao gồm gia công giãn nở và gia công dập. Tốt hơn là sử dụng bộ gom dạng lưới như là bộ thu dòng dương vì vật liệu điện cực dương được hỗ trợ dễ dàng. Tấm điện cực âm dạng mạ bao gồm nhiều ống lỗ xốp, gai được chèn vào mỗi ống, bộ thu dòng ghép nhiều gai, vật liệu điện cực dương có ống được chèn gai được lấp đầy, và

khớp nối ghép nhiều ống. Trong tấm điện cực dương dạng mạ, vật liệu điện cực dương là vật liệu thu được bằng cách loại bỏ ống, gai, bộ thu dòng, và khớp nối. Trong tấm điện cực dương dạng mạ, gai và bộ thu dòng có thể được đề cập chung là bộ thu dòng dương.

Chi tiết như tấm lót hoặc giấy dán có thể được dính vào tấm điện cực âm. Chi tiết này (chi tiết dính) được sử dụng liền khối với tấm điện cực dương và do đó được coi là được bao gồm trong tấm điện cực dương. Ngoài ra, khi tấm điện cực dương bao gồm chi tiết này, thu được vật liệu điện cực dương bằng cách loại bỏ bộ thu dòng dương và chi tiết dính khỏi tấm điện cực dương trong tấm điện cực dương dạng bột nhão.

Như là hợp kim chì được sử dụng cho bộ thu dòng dương, hợp kim Pb-Sb, hợp kim Pb-Ca, hoặc hợp kim Pb-Ca-Sn được ưu tiên xét đến khả năng kháng ăn mòn và độ bền cơ học. Bộ thu dòng dương có thể bao gồm lớp bề mặt. Lớp bề mặt và lớp bên trong của bộ thu dòng dương có thể có cấu tạo thành phần khác nhau. Lớp bề mặt có thể được tạo thành trong phần của bộ thu dòng dương. Lớp bề mặt có thể được tạo thành chỉ trên phần lưới, chỉ trên phần gờ, hoặc chỉ trên phần sườn khung của bộ thu dòng dương.

Vật liệu điện cực dương còn chứa vật liệu hoạt tính dương (chì dioxit hoặc chì sulfat) mà thể hiện hiệu suất qua phản ứng oxy hóa khử. Vật liệu điện cực dương có thể tùy chọn chứa chất độn khác.

Thu được tấm điện cực dương dạng bột nhão không có hình thái bằng cách lấp đầy bộ thu dòng dương với bột nhão điện cực dương, và đóng rắn và làm khô bột nhão. Bột nhão điện cực dương được điều chế bằng cách nhào bột chì, chất độn, nước, và

axit sulfuric. Tấm điện cực dương dạng mạ không có hình thái được tạo thành bằng cách lấp đầy ống lỗ xốp, gai được nối bởi bộ thu dòng được chèn vào với bột chì hoặc bột chì dạng bột xi-măng, và nối khớp nhiều ống với khớp nối. Sau đó, thu được tấm điện cực dương bằng cách tạo thành các tấm điện cực dương không có hình thái. Sự tạo thành có thể được thực hiện bằng cách nạp điện thành phần trong trạng thái mà thành phần bao gồm tấm điện cực dương không có hình thái được ngâm trong dung dịch điện phân chứa axit sulfuric trong vật chứa của ắc quy chì-axit. Tuy nhiên, sự tạo thành có thể được thực hiện trước khi ắc quy chì-axit hoặc thành phần được lắp ráp.

Sự tạo thành có thể được thực hiện bằng cách nạp điện thành phần trong trạng thái mà thành phần bao gồm tấm điện cực dương không có hình thái được ngâm trong dung dịch điện phân chứa axit sulfuric trong vật chứa của ắc quy chì-axit. Tuy nhiên, sự tạo thành có thể được thực hiện trước khi ắc quy chì-axit hoặc thành phần được lắp ráp.

Phân phân cách

Phân phân cách có thể được bố trí giữa tấm điện cực âm và tấm điện cực dương. Vải không dệt, màng có lỗ xốp rất nhỏ, và/hoặc tương tự, có thể được sử dụng làm phân phân cách. Độ dày và số lượng của phân phân cách được đặt vào giữa tấm điện cực âm và tấm điện cực dương có thể được lựa chọn theo khoảng cách giữa các điện cực.

Vải không dệt là tấm lót mà các sợi được đan vào nhau mà không được dệt và chủ yếu được làm từ sợi. Trong vải không dệt, ví dụ, 60% theo khối lượng trở lên của vải không dệt được tạo thành bởi sợi. Có thể sử dụng sợi thủy tinh, sợi polyme (sợi

polyolefin, sợi acrylic, sợi polyeste như sợi polyetylen terephthalat, v.v.), sợi lõi cây, và tương tự, làm sợi. Trong số đó, sợi thủy tinh được ưu tiên. Sợi không dệt có thể chứa các phần tử khác cùng với sợi, như bột vô cơ kháng axit, polyme như là chất kết dính, và tương tự.

Mặt khác, màng có lỗ xốp rất nhỏ là bản có lỗ xốp được làm từ các phần tử không phải các phần tử sợi và thu được bằng cách, ví dụ, đúc khuôn ép đùn hỗn hợp gồm, ví dụ, chất độn tạo thành lỗ xốp (bột polyme, dầu, và/hoặc tương tự) vào hình bản và sau đó loại bỏ chất độn tạo thành lỗ xốp để tạo thành các lỗ xốp. Màng có lỗ xốp rất nhỏ tốt hơn là được làm từ vật liệu có khả năng kháng axit và tốt hơn là chủ yếu gồm phần tử polyme. Polyolefin như polyetylen hoặc polypropylen được ưu tiên làm phần tử polyme.

Phân phân cách có thể là, ví dụ, được làm từ chỉ sợi không dệt hoặc được làm từ chỉ màng có lỗ xốp rất nhỏ. Phân phân cách có thể là, khi cần thiết, thể cán mỏng của sợi không dệt và màng có lỗ xốp rất nhỏ, thể cán mỏng của các vật liệu khác hoặc cùng loại, hoặc thể cán mỏng của các vật liệu khác hoặc cùng loại trong đó các phần lõm vào và các phần lồi ra khớp vào nhau.

Phân phân cách có thể có hình bản hoặc có thể được tạo thành theo hình túi. Một phân phân cách dạng bản có thể được bố trí giữa tấm điện cực âm và tấm điện cực dương. Ngoài ra, tấm điện cực có thể được bố trí sao cho được kẹp giữa bởi một phân phân cách dạng bản trong trạng thái gấp lại. Trong trường hợp này, tấm điện cực dương bị kẹp bởi phân phân cách dạng bản gấp lại và tấm điện cực âm bị kẹp bởi phân phân cách dạng bản gấp lại có thể chồng lấp, hoặc một trong tấm điện cực dương và

tấm điện cực âm có thể bị kẹp bởi phần phân cách dạng bản gấp lại và bị chồng lấp với tấm điện cực kia. Ngoài ra, phần phân cách dạng bản có thể được gấp lại thành hình hộp xếp, và tấm điện cực dương và tấm điện cực âm có thể bị kẹp bởi phần phân cách hình hộp xếp sao cho phần phân cách được đặt vào giữa chúng. Khi phần phân cách được gấp thành hình hộp xếp được sử dụng, phần phân cách có thể được bố trí sao cho phần gấp ở dọc theo hướng ngang của trục quay trục-axit (ví dụ, sao cho phần uốn cong có thể song song với hướng ngang), và phần phân cách có thể được bố trí sao cho phần gấp ở dọc theo hướng dọc (ví dụ, sao cho phần uốn cong song song với hướng dọc). Trong phần phân cách được gấp thành hình hộp xếp, các phần lõm vào được tạo thành xen kẽ trên cả hai phía bề mặt chính của phần phân cách. Vì các phần gờ thường được tạo thành trên phần trên của tấm điện cực dương và tấm điện cực âm, khi phần phân cách được bố trí sao cho các phần xếp ở dọc theo hướng ngang của trục quay trục-axit, mỗi tấm điện cực dương và tấm điện cực âm được bố trí chỉ trong phần lõm vào trên một phía bề mặt chính của phần phân cách (nghĩa là, phần phân cách kép được đặt vào giữa các tấm dương và âm liền kề). Khi phần phân cách được bố trí sao cho phần gấp ở dọc theo hướng dọc của trục quay trục-axit, tấm điện cực dương có thể được chứa trong phần lõm vào trên một phía bề mặt chính, và tấm điện cực âm có thể được chứa trong phần lõm vào trên phía bề mặt chính khác (ví dụ, phần phân cách có thể được đặt vào đơn lẻ giữa các tấm dương và âm liền kề). Khi phần phân cách hình túi được sử dụng, phần phân cách hình túi có thể chứa tấm điện cực dương hoặc có thể chứa tấm điện cực âm.

Theo sáng chế, hướng lên-xuống của tấm có nghĩa là hướng lên-xuống của trục

quy chì-axit theo hướng dọc.

Dung dịch điện phân

Dung dịch điện phân là dung dịch nước chứa axit sulfuric và có thể được hóa gel nếu cần.

Hợp chất polyme có thể được chứa trong dung dịch điện phân.

Hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực có thể là, ví dụ, 500 ppm trở xuống, 300 ppm trở xuống và 200 ppm trở xuống trên cơ sở khối lượng. Như được mô tả trên đây, thậm chí khi lượng hợp chất polyme được chứa trong dung dịch điện phân là nhỏ, lượng nạp điện quá mức có thể được làm giảm, và sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích và/hoặc hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp có thể được ngăn chặn. Nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể là 1 ppm trở lên hoặc 5 ppm trở lên trên cơ sở khối lượng. Các giá trị giới hạn dưới và các giá trị giới hạn trên này có thể được kết hợp tùy ý.

Nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể là 1 ppm trở lên và 500 ppm trở xuống, 1 ppm trở lên và 300 ppm trở xuống, 1 ppm trở lên và 200 ppm trở xuống, 5 ppm trở lên và 500 ppm hoặc ít hơn, 5 ppm trở lên và 300 ppm trở xuống, hoặc 5 ppm trở lên và 200 ppm trở xuống trên cơ sở khối lượng.

Hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm là, ví dụ, 100 ppm trở lên, có thể là 200 ppm trở lên hoặc 500 ppm trở lên, có thể là trên 500 ppm hoặc có thể là 600 ppm trở lên trên cơ sở khối lượng. Hợp chất polyme tốt hơn là chứa ít nhất hợp chất có Mn là 1.000 trở lên và 5.000 trở xuống (ví dụ, 4.000 trở xuống hoặc 3.000 trở xuống). Khi hợp chất polyme được chứa trong vật liệu làm điện cực âm và dung dịch

điện phân chứa nồng độ nhất định hợp chất polyme, quá trình rửa giải hợp chất polyme từ tấm điện cực âm có thể bị ngăn chặn, và hợp chất polyme có thể được bổ sung từ dung dịch điện phân sang tấm điện cực âm.

Hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực có thể là, ví dụ, 5.000 ppm trở xuống, 4.000 ppm trở xuống, 3.000 ppm trở xuống, 2.500 ppm trở xuống hoặc 2.400 ppm trở xuống trên cơ sở khối lượng.

Nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân, trên cơ sở khối lượng, có thể là, 100 ppm trở lên (hoặc 200 ppm trở lên) và 5.000 ppm trở xuống, 100 ppm trở lên (hoặc 200 ppm trở lên) và 4.000 ppm trở xuống, 100 ppm trở lên (hoặc 200 ppm trở lên) và 3.000 ppm trở xuống, 100 ppm trở lên (hoặc 200 ppm trở lên) và 2.500 ppm trở xuống, 100 ppm trở lên (hoặc 200 ppm trở lên) và 2400 ppm trở xuống, 500 ppm trở lên (hoặc hơn 500 ppm) và 5.000 ppm trở xuống, 500 ppm trở lên (hoặc hơn 500 ppm) và 4.000 ppm trở xuống, 500 ppm trở lên (hoặc hơn 500 ppm) và 3.000 ppm trở xuống, 500 ppm trở lên (hoặc hơn 500 ppm) và 2.500 ppm trở xuống, 500 ppm trở lên (hoặc hơn 500 ppm) và 2.400 ppm trở xuống, 600 ppm trở lên và 5.000 ppm trở xuống (hoặc 4.000 ppm trở xuống), 600 ppm trở lên và 3.000 ppm trở xuống (hoặc 2.500 ppm trở xuống), hoặc 600 ppm trở lên và 2.400 ppm trở xuống.

Xét nồng độ hợp chất polyme trong dung dịch điện phân, clorofom được thêm vào vào trộn với lượng được định trước (m_1 (g)) dung dịch điện phân được lấy ra từ ắc quy axit-chì được hình thành trong trạng thái được nạp điện đầy, hỗn hợp được để nghỉ rồi được chia thành hai lớp, và sau đó chỉ lớp clorofom được lấy ra. Sau khi lặp lại thao tác này nhiều lần, clorofom được chưng cất dưới áp suất giảm để thu được thành

phần hòa tan được trong clorofom. Lượng vừa đủ thành phần hòa tan được trong clorofom được hòa tan trong clorofom được đơtêri hóa cùng với 0.0212 ± 0.0001 g TCE, và phổ $^1\text{H-NMR}$ được đo. Giá trị tích hợp (S_a) của đỉnh trong đó sự dịch chuyển hóa học xuất hiện trong khoảng từ 3,2 đến 3,8 ppm và giá trị tích hợp (S_r) của đỉnh được suy ra từ TCE được xác định, và hàm lượng C_e của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực được xác định theo công thức sau đây.

$$C_n = S_a/S_r \times N_r/N_a \times M_a/M_r \times m_r/m \times 1.000.000$$

trong đó M_a và N_a là giống như được mô tả trên đây.

Dung dịch điện phân có thể chứa các cation (ví dụ, các cation kim loại như ion natri, ion liti, ion magie và/hoặc ion nhôm) và/hoặc các anion (ví dụ, các anion ngoài các anion sulfat như các ion photphat) nếu cần.

Ví dụ, trọng lượng riêng của dung dịch điện phân trong ắc quy chì-axit ở trạng thái nạp điện đầy ở nhiệt độ 20°C là 1,20 trở lên và có thể là 1,25 trở lên. Trọng lượng riêng của dung dịch điện phân ở nhiệt độ 20°C là 1,35 trở xuống và tốt hơn là 1,32 trở xuống. Các giá trị giới hạn dưới và các giá trị giới hạn trên này có thể được kết hợp tùy ý. Trọng lượng riêng của dung dịch điện phân ở nhiệt độ 20°C có thể là 1,20 trở lên và 1,35 trở xuống, 1,20 trở lên và 1,32 trở xuống, 1,25 trở lên và 1,35 trở xuống, hoặc 1,25 trở lên và 1,32 trở xuống.

Có thể thu được ắc quy chì-axit bằng phương pháp sản xuất bao gồm bước lắp ráp ắc quy chì-axit bằng cách chứa tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, và dung dịch điện phân trong vật chứa. Trong quy trình lắp ráp ắc quy chì-axit, phần phân cách thường được bố trí để nằm xen kẽ giữa tấm điện cực dương và tấm điện cực âm. Quy

trình lắp ráp ắc quy chì-axit có thể bao gồm bước tạo thành tấm điện cực dương và/hoặc tấm điện cực âm nếu cần sau bước chứa tấm điện cực dương, tấm điện cực âm và dung dịch điện phân trong vật chứa. Mỗi tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, dung dịch điện phân và phần phân cách đều được chuẩn bị trước khi được chứa trong vật chứa.

Fig.1 biểu thị bên ngoài ví dụ của ắc quy chì-axit theo phương án của sáng chế. Ắc quy chì-axit 1 bao gồm vật chứa 12 chứa một phần tử 11 và dung dịch điện phân (không được biểu thị). Bên trong của vật chứa 12 được phân chia bởi các vách ngăn 13 thành nhiều ngăn 14. Mỗi ngăn 14 chứa một phần tử 11. Phần mở của vật chứa 12 được đóng với nắp 15 có đầu cuối điện cực âm 16 và đầu cuối điện cực dương 17. Nắp 15 có nút lỗ thông 18 cho mỗi ngăn. Tại thời điểm thêm nước, nút lỗ thông 18 được bỏ ra để cung cấp dung dịch thêm nước. Nút lỗ thông 18 có thể có chức năng xả khí được sinh ra trong ngăn 14 ra khỏi ắc quy.

Phần tử 11 được tạo kết cấu bằng cách ván mỏng nhiều tấm điện cực âm 2 và nhiều tấm điện cực dương 3 với phần phân cách 4 được đặt vào giữa chúng. Tại đây, phần phân cách hình túi 4 chứa tấm điện cực âm 2 được biểu thị, nhưng dạng của phần phân cách không bị giới hạn cụ thể. Trong ngăn 14 nằm tại một đầu của vật chứa 12, phần giá điện cực âm 6 để nối song song nhiều tấm điện cực âm 2 được nối với khối nối xuyên qua 8, và phần giá điện cực dương 5 để nối song song nhiều tấm điện cực dương 3 được nối với cực dương 7. Cực dương 7 được nối với đầu cuối điện cực dương 17 bên ngoài nắp 15. Trong ngăn 14 nằm tại đầu khác của vật chứa 12, cực âm 9 được nối với phần giá điện cực âm 6, và khối nối xuyên qua 8 được nối với phần giá

điện cực dương 5. Cực âm 9 được nối với đầu cuối điện cực âm 16 bên ngoài nắp 15. Mỗi khối nối xuyên qua 8 đi qua lỗ xuyên suốt được lắp trong vách ngăn 13 để nối các phần tử 11 của các ngăn 14 liên kết thành chuỗi.

Phần giá điện cực dương 5 được tạo thành bằng cách hàn các phần gờ, được lắp trên các phần trên của các tấm điện cực dương 3 tương ứng, với nhau, bằng phương pháp đúc kẹp hoặc phương pháp đốt. Phần giá điện cực âm 6 cũng được tạo thành bằng cách hàn các phần gờ, được lắp trên các phần trên của các tấm điện cực âm 2 tương ứng, với nhau, theo như trường hợp của phần giá điện cực dương 5.

Nắp 15 của ắc quy chì-axit có kết cấu đơn (nắp đơn), nhưng không bị giới hạn bởi các ví dụ được minh họa. Nắp 15 có thể có, ví dụ, kết cấu kẹp bao gồm nắp trong và nắp ngoài (hoặc nắp trên). Nắp có kết cấu kẹp có thể có kết cấu hồi lưu giữa nắp trong và nắp ngoài để trả dung dịch điện phân vào trong ắc quy (bên trong nắp trong) qua cổng hồi lưu được lắp trong nắp trong.

Ắc quy chì-axit theo một khía cạnh của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

(1) Ắc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm và dung dịch điện phân.

trong đó tấm điện cực âm bao gồm vật liệu điện cực âm,

vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme, và

hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng từ 3,2 ppm trở lên và 3,8 ppm trở xuống trong sự dịch chuyển hóa học của phổ $^1\text{H-NMR}$.

(2) Trong mục (1) trên đây, hợp chất polyme có thể chứa nguyên tử oxy được liên kết với nhóm đầu cuối và nhóm $-\text{CH}_2-$ và / hoặc nhóm $-\text{CH}<$ được liên kết với nguyên

tử oxy và trong phổ $^1\text{H-NMR}$, tỷ lệ của giá trị tích hợp của đỉnh với tổng giá trị tích hợp của đỉnh, giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro thuộc nhóm $-\text{CH}_2-$, và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro thuộc nhóm $-\text{CH}<$ có thể là 50% trở lên, 80% trở lên, 85% trở lên hoặc 90% trở lên.

(3) Trong mục (1) hoặc mục (2) trên đây, hợp chất polyme có thể chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen.

(4) Ấc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm và dung dịch điện phân.

trong đó tấm điện cực âm bao gồm vật liệu điện cực âm, và

vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen.

(5) Trong mục (3) hoặc mục (4) trên đây, hợp chất polyme có thể chứa ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm sản phẩm ete hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen và sản phẩm este hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen, và

hợp chất hydroxy có thể là ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm poly C_{2-4} alkylen glycol, chất đồng trùng hợp có cấu trúc lặp lại của oxy C_{2-4} alkylen và sản phẩm cộng oxit C_{2-4} alkylen của polyol.

(6) Ấc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm và dung dịch điện phân.

trong đó tấm điện cực âm bao gồm vật liệu điện cực âm,

vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme,

hợp chất polyme có thể chứa ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm sản phẩm ete hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen và sản phẩm este hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen, và

hợp chất hydroxy là ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm poly C₂₋₄ alkylen glycol, chất đồng trùng hợp có cấu trúc lặp lại của oxy C₂₋₄ alkylen và sản phẩm cộng oxit C₂₋₄ alkylen của polyol.

(7) Trong mục (5) hoặc mục (6) trên đây, sản phẩm ete hóa có thể có nhóm -OR² (trong đó R² là nhóm hữu cơ) trong đó nhóm -OH tại đầu cuối của ít nhất phần của hợp chất hydroxy được ete hóa, và nhóm hữu cơ R² có thể là nhóm hydrocacbon.

(8) Trong mục (5) hoặc mục (6) trên đây, sản phẩm este hóa có thể có nhóm -O-C(=O)-R³ (trong đó R³ là nhóm hữu cơ) trong đó nhóm -OH tại đầu cuối của ít nhất phần của hợp chất hydroxy được este hóa, và nhóm hữu cơ R³ có thể là nhóm hydrocacbon.

(9) Trong mục (7) hoặc mục (8) trên đây, nhóm hydrocacbon có thể là nhóm hydrocacbon béo.

(10) Trong mục (9) trên đây, nhóm hydrocacbon béo có thể là mạch thẳng hoặc mạch nhánh.

(11) Trong mục (9) hoặc mục (10) trên đây, số lượng nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon béo là, ví dụ, 30 trở xuống, và có thể là 26 trở xuống hoặc 22 trở xuống, 20 trở xuống hoặc 16 trở xuống, 14 trở xuống hoặc 10 trở xuống, hoặc 8 trở xuống hoặc 6 trở xuống.

(12) Trong mục bất kỳ từ mục (9) đến mục (11) trên đây, nhóm hydrocacbon béo có thể là nhóm alkyl hoặc nhóm alkenyl.

(13) Trong mục (12) trên đây, số lượng nguyên tử cacbon của nhóm alkyl có thể là 1 trở lên, và số lượng nguyên tử cacbon của nhóm alkenyl có thể là 2 trở lên.

(14) Trong mục (12) hoặc mục (13) trên đây, nhóm alkyl có thể là ít nhất một loại được lựa chọn từ nhóm gồm metyl, etyl, n-propyl, i-propyl, n-butyl, i-butyl, s-butyl, t-butyl, n-pentyl, neopentyl, i-pentyl, s-pentyl, 3-pentyl, t-pentyl, n-hexyl, 2-ethylhexyl, n-octyl, n-decyl, i-decyl, lauryl, myristyl, cetyl, stearyl, và behenyl.

(15) Trong mục (12) hoặc mục (13) trên đây, nhóm alkenyl có thể là, ví dụ, nhóm C_{2-30} alkenyl hoặc nhóm C_{2-26} alkenyl, nhóm C_{2-22} alkenyl hoặc nhóm C_{2-20} alkenyl, hoặc nhóm C_{10-20} alkenyl.

(16) Trong mục (12), mục (13), hoặc mục (15) trên đây, nhóm alkenyl có thể là ít nhất một loại được lựa chọn từ nhóm gồm vinyl, 1-propenyl, allyl, palmitoleyl, và oleyl.

(17) Trong mục bất kỳ từ mục (3) đến mục (16) trên đây, cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen có thể chứa ít nhất cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxypropylen.

(18) Trong mục (17) trên đây, phần của đơn vị oxypropylen trong hợp chất polyme (1 phân tử) có thể là 5 mol% trở lên, 10 mol% trở lên, hoặc 20 mol% trở lên.

(19) Trong mục bất kỳ từ mục (1) đến mục (18) trên đây, hợp chất polyme có thể chứa hợp chất có Mn là 500 trở lên, hợp chất có Mn là 600 trở lên, hoặc hợp chất có Mn là 1.000 trở lên.

(20) Trong mục (19) trên đây, Mn của hợp chất có thể là 20.000 trở xuống,

15.000 trở xuống, 10.000 trở xuống, 5.000 trở xuống, 4.000 trở xuống, hoặc 3.000 trở xuống.

(21) Trong mục bất kỳ từ mục (1) đến mục (18) trên đây, hợp chất polyme có thể chứa ít nhất hợp chất có Mn là 1.000 trở lên.

(22) Trong mục (21) trên đây, Mn của hợp chất polyme có thể là 1.000 trở lên và 20.000 trở xuống, 1.000 trở lên và 15.000 trở xuống, 1.000 trở lên và 10.000 trở xuống, 1000 trở lên và 5.000 trở xuống, 1.000 trở lên và 4.000 trở xuống, 1.000 trở lên và 3.000 trở xuống.

(23) Trong mục bất kỳ từ mục (1) đến mục (22) trên đây, hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm có thể là trên 8 ppm, 13 ppm trở lên, 15 ppm trở lên, 16 ppm trở lên, 50 ppm trở lên, hoặc 80 ppm trở lên trên cơ sở khối lượng.

(24) Trong mục bất kỳ từ mục (1) đến mục (23) trên đây, hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm có thể là dưới 400 ppm, 360 ppm trở xuống, 350 ppm trở xuống, 240 ppm trở xuống, 200 ppm trở xuống, 165 ppm trở xuống, hoặc 164 ppm trở xuống trên cơ sở khối lượng.

(25) Trong mục bất kỳ từ mục (1) đến mục (24) trên đây, dung dịch điện phân có thể chứa hợp chất polyme.

(26) Trong mục (25) trên đây, nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể là, ví dụ, 500 ppm trở xuống, 300 ppm trở xuống và 200 ppm trở xuống trên cơ sở khối lượng.

(27) Trong mục (25) hoặc mục (26) trên đây, nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể là 1 ppm trở lên hoặc 5 ppm trở lên trên cơ sở khối lượng.

(28) Trong mục (25) trên đây, nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể là 100 ppm trở lên, có thể là 200 ppm trở lên hoặc 500 ppm trở lên, có thể là trên 500 ppm hoặc có thể là 600 ppm trở lên trên cơ sở khối lượng.

(29) Trong mục (28) trên đây, nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể là 5.000 ppm trở xuống, 4.000 ppm trở xuống, 3.000 ppm trở xuống, 2.500 ppm trở xuống hoặc 2.400 ppm trở xuống trên cơ sở khối lượng.

(30) Trong mục bất kỳ từ mục (1) đến mục (25) trên đây, dung dịch điện phân có thể chứa hợp chất polyme, hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm có thể là 15 ppm trở lên và 360 ppm trở xuống, và nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể là 500 ppm trở xuống trên cơ sở khối lượng.

(31) Trong mục (30) trên đây, hợp chất polyme có thể chứa ít nhất hợp chất có Mn là 500 trở lên (hoặc 600 trở lên, tốt hơn là 1.000 trở lên).

(32) Trong mục (25) trên đây, Mn của hợp chất có thể là 5.000 trở xuống, 4.000 trở xuống, hoặc 3.000 trở xuống.

(33) Trong mục bất kỳ từ mục (1) đến mục (29) trên đây, dung dịch điện phân có thể chứa hợp chất polyme, nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể là 100 ppm trở lên, và hợp chất polyme có thể chứa ít nhất hợp chất có Mn là 1.000 trở lên và 5.000 trở xuống (ví dụ, 4.000 trở xuống hoặc 3.000 trở xuống).

(34) Trong mục bất kỳ từ mục (1) đến mục (33) trên đây, vật liệu điện cực âm có thể còn chứa chất trương nở hữu cơ.

(35) Trong mục (34) trên đây, chất trương nở hữu cơ (hoặc vật liệu điện cực âm) có thể chứa chất trương nở hữu cơ thứ nhất có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh là

2.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên hoặc 3.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên.

(36) Trong mục (35) trên đây, hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh của chất trương nở hữu cơ thứ nhất có thể là 9.000 $\mu\text{mol/g}$ trở xuống, 8.000 $\mu\text{mol/g}$ trở xuống, hoặc 7.000 $\mu\text{mol/g}$ trở xuống.

(37) Trong mục (25) hoặc mục (36) trên đây, chất trương nở hữu cơ thứ nhất có thể chứa chất ngưng tụ chứa đơn vị của hợp chất thơm có nhóm chứa lưu huỳnh, và chất ngưng tụ có thể bao gồm, như là đơn vị của hợp chất thơm, ít nhất một loại từ nhóm gồm đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng.

(38) Trong mục (37) trên đây, chất ngưng tụ có thể chứa đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng.

(39) Trong mục (37) hoặc mục (38) trên đây, đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng có thể bao gồm đơn vị của hợp chất hydroxyaren.

(40) Trong mục (37) trên đây, nhóm chứa lưu huỳnh có thể chứa ít nhất một loại được lựa chọn từ nhóm gồm nhóm axit sulfonic và nhóm sulfonyl.

(41) Trong mục bất kỳ từ mục (34) đến mục (39) trên đây, chất trương nở hữu cơ (hoặc vật liệu điện cực âm) có thể chứa chất trương nở hữu cơ thứ nhất có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh là dưới 2.000 $\mu\text{mol/g}$ (hoặc 1.000 $\mu\text{mol/g}$ trở xuống hoặc 800 $\mu\text{mol/g}$ trở xuống).

(42) Trong mục (41) trên đây, hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh của chất trương nở hữu cơ thứ hai có thể là 400 $\mu\text{mol/g}$ trở lên.

(43) Trong mục (41) trên đây, tỷ lệ của chất trương nở hữu cơ thứ nhất với tổng lượng của chất trương nở hữu cơ thứ nhất và chất trương nở hữu cơ thứ hai có thể là

20% theo khối lượng trở lên, hoặc 25% theo khối lượng trở lên.

(44) Trong mục (41) hoặc mục (43) trên đây, tỷ lệ của chất trương nở hữu cơ thứ nhất với tổng lượng của chất trương nở hữu cơ thứ nhất và chất trương nở hữu cơ thứ hai có thể là 80% theo khối lượng trở xuống, hoặc 75% theo khối lượng trở xuống.

(45) Trong mục bất kỳ từ mục (34) đến mục (44) trên đây, hàm lượng chất trương nở hữu cơ được chứa trong vật liệu điện cực âm có thể là 0,01% theo khối lượng trở lên hoặc 0,05% theo khối lượng trở lên.

(46) Trong mục bất kỳ từ mục (34) đến mục (45) trên đây, hàm lượng chất trương nở hữu cơ được chứa trong vật liệu điện cực âm có thể là 1,0% theo khối lượng trở xuống hoặc 0,5% theo khối lượng trở xuống.

(47) Trong mục bất kỳ từ mục (1) đến mục (46) trên đây, vật liệu điện cực âm có thể chứa vật liệu cacbon.

(48) Trong mục (47) trên đây, hàm lượng vật liệu cacbon trong vật liệu điện cực âm có thể là 0,05% theo khối lượng trở lên hoặc 0,10% theo khối lượng trở lên.

(49) Trong mục (47) hoặc mục (48) trên đây, hàm lượng vật liệu cacbon trong vật liệu điện cực âm có thể là 5% theo khối lượng trở xuống hoặc 3% theo khối lượng trở xuống.

(50) Trong mục bất kỳ từ mục (1) đến mục (49) trên đây, vật liệu điện cực âm có thể chứa bari sulfat.

(51) Trong mục (50) trên đây, hàm lượng bari sulfat trong vật liệu điện cực âm có thể là 0,05% theo khối lượng trở lên hoặc 0,10% theo khối lượng trở lên.

(52) Trong mục (50) hoặc mục (51) trên đây, hàm lượng bari sulfat trong vật liệu

điện cực âm có thể là 3% theo khối lượng trở xuống hoặc 2% theo khối lượng trở xuống.

Ví dụ

Từ sau đây sáng chế sẽ được mô tả cụ thể trên cơ sở các ví dụ và các ví dụ so sánh, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ sau.

Các ắc quy chì-axit E1 đến E2 và R1

(1) Điều chế ắc quy chì-axit

(a) Điều chế tấm điện cực âm

Bột chì như là vật liệu thô, bari sulfat, muội than, hợp chất polyme (polypropylen glycol, $M_n = 2.000$), và chất trương nở hữu cơ được biểu thị ở Bảng 1 được trộn với lượng phù hợp dung dịch nước axit sulfuric để thu được bột nhão điện cực âm. Tại thời điểm này, các thành phần được trộn để hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm (thể rắn của bột nhão điện cực âm), mà được xác định bằng quy trình được mô tả trên đây, là giá trị được biểu thị ở Bảng 1, hàm lượng bari sulfat là 0,6% theo khối lượng, hàm lượng muội than là 0,3% theo khối lượng, và hàm lượng chất trương nở hữu cơ là 0,1% theo khối lượng. Phần mắt lưới của lưới mở rộng làm từ hợp kim Pb-Ca-Sn được lấp đầy với bột nhão điện cực âm, mà sau đó được đóng rắn và làm khô để thu được tấm điện cực âm không có hình thái.

Các chất trương nở sau đây được sử dụng như là chất trương nở hữu cơ.

(e1): Chất ngưng tụ của hợp chất bisphenol có nhóm axit sulfonic được đưa vào và fomandehit (hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh: $5.000 \mu\text{mol/g}$, $M_w = 9.600$)

(e2): Chất ngưng tụ của hợp chất bisphenol S có nhóm axit sulfonic được đưa

vào và axit phenol sulfonic với fomandehit (hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh: 4.000 $\mu\text{mol/g}$, $M_w = 8.000$)

(b) Điều chế tấm điện cực dương

Bột chì như là vật liệu thô được trộn với dung dịch nước axit sulfuric để thu được bột nhão điện cực dương. Phần mắt lưới của lưới mở rộng làm từ hợp kim Pb-Ca-Sn được lấp đầy với bột nhão điện cực dương, mà sau đó được đóng rắn và làm khô để thu được tấm điện cực dương không có hình thái.

(c) Điều chế ắc quy thử nghiệm

Ắc quy thử nghiệm có điện áp định mức là 2 V và dung lượng danh định 5 giờ là 32 Ah. Phần tử của ắc quy thử nghiệm bao gồm bảy tấm điện cực dương và bảy tấm điện cực âm. Tấm điện cực âm được chứa trong phần phân cách hình túi được tạo thành bởi màng có lỗ xấp rất nhỏ polyetylen, và được xếp chồng xen kẽ với tấm điện cực dương để tạo thành phần tử. Phần tử được chứa trong vật chứa polypropylen cùng với dung dịch điện phân (dung dịch nước axit sulfuric), và được đưa vào quá trình tạo thành trong vật chứa để điều chế ắc quy chì-axit ngập nước. Trọng lượng riêng của dung dịch điện phân sau quá trình tạo thành là 1,28 (ở 20°C). Trong các ắc quy chì-axit E1 đến E2, nồng độ hợp chất polyme trong dung dịch điện phân được xác định bằng quy trình được mô tả trên đây là 296 ppm trở xuống.

Trong phổ $^1\text{H-NMR}$ của hợp chất polyme được đo bằng quy trình được mô tả trên đây, đỉnh được suy ra từ $-\text{CH}_2-$ của đơn vị oxypropylen được quan sát trong khoảng dịch chuyển hóa học 3,2 ppm trở lên và 3,42 ppm trở xuống, và đỉnh được suy ra từ $-\text{CH}<$ và $-\text{CH}_2-$ của đơn vị oxypropylen được quan sát trong khoảng dịch chuyển

hóa học trên 3,42 ppm và 3,8 ppm trở xuống. Ngoài ra, trong phổ $^1\text{H-NMR}$, tỷ lệ giữa giá trị tích hợp của đỉnh của 3,2 ppm đến 3,8 ppm với tổng giá trị tích hợp của đỉnh, giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro thuộc nhóm $-\text{CH}_2-$ được liên kết với nguyên tử oxy, và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}<$ được liên kết với nguyên tử oxy là 98,1%.

(2) Đánh giá

(a) Lượng nạp điện quá mức

Sử dụng ắc quy chì-axit, sự đánh giá được thực hiện dưới các điều kiện sau.

Để thiết lập điều kiện nạp điện quá mức hơn mức thử nghiệm 4-10 phút thông thường được làm rõ trong JIS D 5301, thử nghiệm với 1 phút phóng điện và 10 phút nạp điện (thử nghiệm 1-10 phút) được thực hiện ở nhiệt độ $75^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ (thử nghiệm tải trọng nhẹ nhiệt độ cao). Thử nghiệm tải trọng nhẹ nhiệt độ cao được thực hiện bằng cách lặp lại 1220 chu kỳ nạp điện và phóng điện trong thử nghiệm tải trọng nhẹ nhiệt độ cao. Lượng nạp điện quá mức (lượng hiệu suất nạp điện-phóng điện) trong mỗi chu kỳ cho tới 1220 chu kỳ được cộng tổng và tính trung bình để thu được lượng nạp điện quá mức (Ah) trên mỗi chu kỳ. Lượng nạp điện quá mức được đánh giá bằng tỷ lệ (%) khi lượng nạp điện quá mức (Ah) trên mỗi chu kỳ của ắc quy chì-axit R1 là 100.

Phóng điện: 25 A, 1 phút

Nạp điện: 2.47 V/ô, 25 A, 10 phút

Nhiệt độ bể chứa nước: $75^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$

(b) Hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp sau thử nghiệm tải trọng nhẹ

Ắc quy thử nghiệm sau khi nạp điện đầy sau thử nghiệm tải trọng nhẹ nhiệt độ

cao trong (a) trên đây được phóng điện tại dòng phóng điện 150 A ở nhiệt độ $-15^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ cho tới khi điện áp đầu cuối đạt đến 1,0 V/ô, và thu được thời gian phóng điện (khoảng thời gian phóng điện HR nhiệt độ thấp sau khi thử nghiệm tải trọng nhẹ) (giây) tại thời điểm này. Khoảng thời gian phóng điện càng dài thì hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp càng cao. Hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp của mỗi ắc quy được đánh giá bởi tỷ lệ (%) khi khoảng thời gian phóng điện của ắc quy chì-axit R1 là 100.

(c) Khả năng chấp nhận điện tích

Đại lượng điện 10 giây được đo sử dụng ắc quy thử nghiệm sau khi nạp điện đầy. Cụ thể, ắc quy thử nghiệm được phóng điện tại 6,4 A trong 30 phút và để yên trong 16 giờ. Sau đó, ắc quy thử nghiệm được nạp điện tại điện áp ổn định 2,42 V/ô trong khi giới hạn trên của dòng điện là 200 A, và đại lượng điện tích hợp 10 giây (đại lượng điện 10 giây) tại thời điểm này được đo. Cả hai thao tác được thực hiện trong bể chứa nước tại nhiệt độ $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Các ắc quy chì-axit R2-1, R2-2, R3-1 và R3-2

Khi các thành phần cấu tạo của bột nhão điện cực âm được trộn, lignin sulfonat (hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh là $600 \mu\text{mol/g}$, $M_w = 5.500$) hoặc dầu được thêm vào thay thế cho hợp chất polyme để hàm lượng trong vật liệu điện cực âm là giá trị được biểu thị trong Bảng 1. Ngoại trừ điều này, ắc quy thử nghiệm được điều chế và đánh giá theo cùng phương thức như với ắc quy chì-axit E1. Dầu có nguồn gốc parafin được sử dụng như là dầu. Cả dầu có nguồn gốc parafin và lignin sulfonat đều không có đỉnh nằm trong khoảng 3,2 ppm trở lên và 3,8 ppm trở xuống trong sự dịch chuyển hóa học

của phổ ^1H -NMR được đo sử dụng clorofom được đơteri hóa làm dung môi.

Các kết quả của các assay chỉ-axit E1 đến E2, R1, R2-1, R2-2, R3-1, và R3-2 được biểu thị trong Bảng 1.

Bảng 1

	R1	E1	E2	R2-1	R2-2	R3-1	R3-2
Hàm lượng (ppm khối lượng) của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm	0	82	82	0		0	
Chất trương nở hữu cơ (hàm lượng (% theo khối lượng) trong vật liệu điện cực âm)	e1 (0,1)	e1 (0,1)	e2 (0,1)	e1 (0,1)		e1 (0,1)	
Chất độn (hàm lượng trong vật liệu điện cực âm)	-	-	-	Lignin sulfonat		Dầu	
				82 ppm khối lượng	0,1 % theo khối lượng	82 ppm khối lượng	0,1 % theo khối lượng
Lượng nạp điện quá mức (%)	100	76	74	100	86	101	82
Khả năng chấp nhận điện tích (%)	100	92	93	100	87	99	90
Hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp sau thử nghiệm tải trọng nhẹ (%)	100	131	128	-	136	-	109

Như được biểu thị trong Bảng 1, trong các ắc quy chì-axit E1 và E2, lượng nạp điện quá mức có thể được làm giảm một cách hiệu quả khi hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm là nhỏ như mức 82 ppm. Mặt khác, trong ắc quy chì-axit R2-1 hoặc R3-1 sử dụng lignin sulfonat hoặc dầu, không giống như các ắc quy chì-axit E1 và E2 sử dụng hợp chất polyme, không hề quan sát được hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức. Từ điều này, được coi là, hợp chất polyme ở trong trạng thái mà tương tác như phản ứng hấp phụ chì hoặc chì sulfat khác với như của lignin sulfonat hoặc dầu trong vật liệu điện cực âm. Như được mô tả trên đây, thậm chí khi chất độn hữu cơ thông thường (cụ thể, chất độn hữu cơ không có đỉnh nào trong khoảng 3,2 ppm trở lên và 3,8 ppm trở xuống trong sự dịch chuyển hóa học của phổ $^1\text{H-NMR}$) được sử dụng thay vì hợp chất polyme, hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức là không thể đạt được. Do đó, các ắc quy chì-axit R2-1 và R3-1, hiệu quả ngăn chặn sự sinh ra hydro trong khi nạp điện quá mức là nhỏ, và hiệu quả ngăn chặn sự giảm chất lỏng là nhỏ.

Như được biểu thị bởi R2-2 và R3-2, thậm chí trong trường hợp sử dụng lignin sulfonat hoặc dầu, khi hàm lượng vật liệu điện cực âm là lớn, có thể thu được hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức ở một mức độ nào đó. Tuy nhiên, khi lignin sulfonate hoặc dầu được thêm vào ở mức độ mà thu được hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức, khả năng chấp nhận điện tích cũng bị suy giảm. Tức là, với chất độn hữu cơ thông thường, khó có thể ngăn chặn sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích trong khi làm giảm lượng nạp điện quá mức. Mặt khác, trong các ắc quy chì-axit E1 và E2, mặc dù thu được hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức cao, sự suy

giảm khả năng chấp nhận điện tích được ngăn chặn, và khả năng chấp nhận điện tích cao được đảm bảo. Từ điều này, được coi là, trong vật liệu điện cực âm, phần lớn bề mặt chì hoặc chì sulfat được phủ mỏng với hợp chất polyme, và sự quá điện áp hydro trong tấm điện cực âm tăng lên. Được coi là, vì bề mặt chì được phủ mỏng với hợp chất polyme, sự rửa giải của chì sulfat khó bị ức chế hơn, và do đó, sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích bị ngăn chặn trong các ắc quy chì-axit E1 và E2. Do đó, theo như so sánh với trường hợp sử dụng các chất độn hữu cơ khác như lignin sulfonat và dầu, có thể cho rằng, hiệu quả cùng lúc đạt được hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức và hiệu quả ngăn chặn sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích được nâng cao trong trường hợp sử dụng hợp chất polyme.

Trong các ắc quy chì-axit E1 và E2, theo như so sánh với ắc quy chì-axit R1, hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp cao có thể được đảm bảo thậm chí sau khi thử nghiệm tải trọng nhẹ nhiệt độ cao. Lý do được coi là do sự phân bố không đồng đều của hợp chất polyme trong các lỗ xốp chì được ngăn chặn, để các ion dễ dàng chuyển động, sự sinh ra khí hydro trong khi nạp điện quá mức được ngăn chặn, và sự thay đổi về cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm do sự va chạm của khí hydro được giảm thiểu.

Các ắc quy chì-axit E3 đến E9

Các thành phần được trộn để hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm là giá trị được biểu thị trong Bảng 2. Ngoại trừ điều này, ắc quy thử nghiệm được điều chế và đánh giá theo cùng phương thức như với ắc quy chì-axit E1. Trong các ắc quy chì-axit E3 đến E9, nồng độ hợp chất polyme trong dung dịch điện phân được xác định bằng quy trình được mô tả trên đây là 296 ppm trở xuống.

Các kết quả của các ắc quy chì-axit E3 đến E9 được biểu thị trong Bảng 2. Các kết quả của các ắc quy chì-axit E1 và R1 được biểu thị trong Bảng 2.

Bảng 2

	R1	E3	E4	E1	E5	E6	E7	E8	E9
Hàm lượng (ppm khối lượng) của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm	0	8	16	82	164	200	300	350	400
Lượng nạp điện quá mức (%)	100	99	95	76	54	48	44	42	41
Khả năng chấp nhận điện tích (%)	100	100	98	92	74	67	58	55	51
Hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp sau thử nghiệm tải trọng nhẹ (%)	100	101	107	131	118	114	98	81	16

Như được biểu thị trong Bảng 2, sự bao gồm hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm mang lại hiệu quả ưu việt trong việc làm giảm lượng nạp điện quá mức. Trong các ắc quy chì-axit R2-2 và R3-2 trong Bảng 1, thậm chí khi 0,1% theo khối lượng lignin sulfonat hoặc dầu được thêm vào, lượng nạp điện quá mức giảm xuống chỉ tới 82% hoặc 86% của R1. Mặt khác, như được biểu thị trong các kết quả của các ắc quy chì-axit E1 và E3 đến E9, thậm chí khi lượng rất nhỏ hợp chất polyme được chứa trong vật liệu điện cực âm, vẫn thu được hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức. Mặc dù hàm lượng hợp chất polyme là một nửa trở xuống của hàm lượng chất độn

trong các ắc quy chì-axit R2-2 và R3-2, lượng nạp điện quá mức có thể được làm giảm đến 41% của R1. Từ quan điểm để thu được tác dụng làm giảm lượng nạp điện quá mức cao hơn, hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm tốt hơn là trên 8 ppm. Từ quan điểm để đảm bảo hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp cao hơn, hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm tốt hơn là dưới 400 ppm theo khối lượng.

Các ắc quy chì-axit E10 đến E12

Hợp chất polyme (polypropylen glycol) có Mn được thể hiện trong Bảng 3 được sử dụng. Các thành phần của bột nhão điện cực âm được trộn để hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm (hàm lượng rắn của bột nhão điện cực âm) là 82 ppm. Ngoại trừ những điều này, ắc quy thử nghiệm được điều chế và đánh giá theo cùng phương thức như với ắc quy chì-axit E1. Đối với hợp chất polyme, trong phổ ^1H -NMR, tỷ lệ giữa giá trị tích hợp của đỉnh của 3,2 ppm đến 3,8 ppm với tổng giá trị tích hợp của đỉnh, giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro thuộc nhóm $-\text{CH}_2-$ được liên kết với nguyên tử oxy, và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}<$ được liên kết với nguyên tử oxy là từ 90,8% đến 98,7%.

Các kết quả của các ắc quy chì-axit E10 đến E12 được biểu thị trong Bảng 3. Các kết quả của các ắc quy chì-axit E1 và R1 cũng được biểu thị trong Bảng 3.

Bảng 3

	R1	E10	E11	E1	E12
Hàm lượng (ppm khối lượng) của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm	-	82			
Mn của hợp chất polyme	-	400	1000	2000	3000
Lượng nạp điện quá mức (%)	100	95	81	76	74
Khả năng chấp nhận điện tích (%)	100	96	94	92	91
Hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp sau thử nghiệm tải trọng nhẹ (%)	100	101	123	131	134

Như được biểu thị trong Bảng 3, khi Mn của hợp chất polyme là 1.000 trở lên, hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức được nâng cao. Điều này được cho là vì hợp chất polyme có xu hướng ở lại trong vật liệu điện cực âm. Ngoài ra, khi Mn là 1.000 trở lên, hiệu suất ưu việt trong việc phóng điện HR nhiệt độ thấp sau khi thử nghiệm tải trọng nhẹ nhiệt độ cao có thể được đảm bảo. Điều này được cho là vì, bằng cách làm giảm lượng nạp điện quá mức, sự thay đổi về cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm do sự va chạm của khí hydro với vật liệu điện cực âm cũng có thể được ngăn chặn. Các ắc quy chì-axit E13-1 đến E16-1 và E13-2 đến E16-2

Hợp chất polyme (polypropylen glycol) có Mn được biểu thị trong Bảng 4 được thêm vào vật liệu điện cực âm và dung dịch điện phân. Thành phần của bột nhão điện cực âm được điều chỉnh để hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm (hàm lượng rắn của bột nhão điện cực âm) được xác định bằng quy trình được mô tả trên đây là giá trị được biểu thị trong Bảng 4. Hợp chất polyme được thêm vào dung

dịch điện phân để nồng độ hợp chất polyme trong dung dịch điện phân được xác định bằng quy trình được mô tả trên đây là giá trị được biểu thị trong Bảng 4. Ngoại trừ những điều này, ắc quy thử nghiệm được điều chế và đánh giá theo cùng phương thức như với ắc quy chì-axit E1, và lượng nạp điện quá mức được đánh giá. Các hợp chất polyme được sử dụng trong E13-1 đến E16-1 là giống như các hợp chất polyme được sử dụng lần lượt trong E10, E11, E1 và E12. Các hợp chất polyme được sử dụng trong E13-2 đến E16-2 là giống như các hợp chất polyme được sử dụng lần lượt trong E10, E11, E1 và E12.

Các kết quả của các ắc quy chì-axit E13-1 đến E16-1 và E13-2 đến E16-2 được biểu thị trong Bảng 4. Các kết quả của ắc quy chì-axit R1 cũng được biểu thị trong Bảng 4.

Bảng 4

	R1	E13- 1	E14- 1	E15- 1	E16- 1	E13- 2	E14- 2	E15- 2	E16- 2
Hàm lượng (ppm khối lượng) của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm	-	31				62			
Nồng độ (ppm khối lượng) của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân	-	1200				2400			
Mn của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm và dung dịch điện phân	-	400	1000	2000	3000	400	1000	2000	3000
Lượng nạp điện quá mức (%)	100	96	77	85	83	83	77	79	51

Như được biểu thị trong Bảng 4, khi Mn của hợp chất polyme là 1.000 trở lên, hiệu quả làm giảm lượng nạp điện quá mức được nâng cao đáng kể. Điều này được cho là vì khả năng hấp phụ chì được nâng cao. Ngoài ra, được coi là, khi hợp chất polyme được chứa trong dung dịch điện phân ở nồng độ nhất định, sự rửa giải của hợp chất polyme khỏi tấm điện cực âm cũng được ngăn chặn.

Các axit chì-axit E17 đến E19 và R4 đến R6

Ấc quy thử nghiệm được điều chế theo cùng phương thức như ắc quy chì-axit E1, ngoại trừ rằng, chất trương nở hữu cơ có nguyên tố lưu huỳnh (S) được biểu thị trong Bảng 5 được sử dụng, và lượng nạp điện quá mức và khả năng chấp nhận điện tích được đánh giá. Hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp ban đầu được đánh giá bằng quy trình (d) sau đây, sử dụng ắc quy chì-axit.

Các chất trương nở sau đây được sử dụng như là chất trương nở hữu cơ.

(e3): Lignin sulfonat (hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh: 600 $\mu\text{mol/g}$, $M_w = 5.500$)

(e4): Chất ngưng tụ của hợp chất bisphenol có nhóm axit sulfonic được đưa vào và fomandehit (hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh: 3.000 $\mu\text{mol/g}$, $M_w = 9.000$)

(e5): Chất ngưng tụ của hợp chất bisphenol có nhóm axit sulfonic được đưa vào và fomandehit (hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh: 7.000 $\mu\text{mol/g}$, $M_w = 9.000$)

Đối với hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh ($\mu\text{mol/g}$) trong chất trương nở hữu cơ, về cơ bản không có sự khác biệt giữa giá trị trước khi điều chế vật liệu điện cực âm và giá trị được đo bằng cách tháo rời ắc quy chì-axit và chiết xuất mỗi chất trương nở.

(d) Hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp ban đầu

Ấc quy thử nghiệm sau khi nạp điện đầy được phóng điện tại dòng phóng điện 150 A ở nhiệt độ -15°C cho tới khi điện áp đầu cuối đạt đến 1,0 V/ô, và thu được thời gian phóng điện (khoảng thời gian phóng điện HR nhiệt độ thấp ban đầu) (giây) tại thời điểm này. Khoảng thời gian phóng điện càng dài thì hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp càng cao.

Hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp ban đầu của các ắc quy chì-axit R1 và E1 cũng được đánh giá theo như trên đây.

Lượng nạp điện quá mức và hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp ban đầu của mỗi ắc quy chì-axit E17, E18, E1 và E19 được đánh giá bởi tỷ lệ (%) khi dữ liệu của mỗi ắc quy chì-axit R4, R5, R1 và R6 sử dụng chất trương nở hữu cơ có cùng hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh là 100.

Khả năng chấp nhận điện tích của mỗi ắc quy chì-axit E17, E18, E1 và E19 được đánh giá bởi tỷ lệ (%) khi đại lượng điện 10 giây của mỗi ắc quy chì-axit R4, R5, R1 và R6 sử dụng chất trương nở hữu cơ có cùng hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh là 100.

Các kết quả của các ắc quy chì-axit E17 đến E19 và R4 đến R6 được biểu thị trong Bảng 5. Các kết quả của các ắc quy chì-axit E1 và R1 cũng được biểu thị trong Bảng 5.

Bảng 5

	R4	E17	R5	E18	R1	E1	R6	E19
Hàm lượng (ppm khối lượng) của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm	0	82	0	82	0	82	0	82
Chất trương nở hữu cơ	e3		e4		e1		e5	
Hàm lượng nguyên tố S ($\mu\text{mol/g}$) của chất trương nở hữu cơ	600		3000		5000		7000	
Lượng nạp điện quá mức (%)	100	75	100	75	100	76	100	75
Khả năng chấp nhận điện tích (%)	100	85	100	92	100	92	100	95
Hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp ban đầu (%)	100	113	100	107	100	105	100	104

Như được biểu thị trong Bảng 5, khi hợp chất polyme và chất trương nở hữu cơ thứ nhất (tốt hơn là, chất trương nở hữu cơ có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh là 3.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên) được sử dụng kết hợp, sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích được ngăn chặn thêm. Khi chất trương nở hữu cơ thứ nhất được sử dụng, kích thước hạt của chì sulfat được sinh ra trong khi phóng điện là nhỏ và diện tích bề mặt riêng là lớn theo như so sánh với trường hợp sử dụng chất trương nở hữu cơ có hàm lượng nhỏ nguyên tố lưu huỳnh, để chì sulfat khó bị phủ với hợp chất polyme hơn. Kết quả là, được coi là, trong trường hợp sử dụng chất trương nở hữu cơ, sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích được ngăn chặn theo như so sánh với trường hợp sử dụng chất trương nở hữu cơ có hàm lượng nhỏ nguyên tố lưu huỳnh.

Khi chất trương nở hữu cơ thứ hai có hàm lượng nhỏ nguyên tố lưu huỳnh như lignin sulfonat được sử dụng kết hợp với hợp chất polyme, hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp được cải thiện đáng kể. Điều này được coi là vì kích thước hạt của chất keo được tạo thành trong axit sulfuric bởi chất trương nở hữu cơ thứ hai bị làm giảm bởi phản ứng hoạt động bề mặt của hợp chất polyme theo như so sánh với trường hợp mà hợp chất polyme không được sử dụng, để phản ứng phóng điện dễ dàng xảy ra. Mặt khác, trong chất trương nở hữu cơ thứ nhất có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh cao, thậm chí khi hợp chất polyme không được sử dụng, kích thước hạt của chất keo sẽ được tạo ra là nhỏ, và do đó, thay đổi về kích thước hạt do sự thêm vào hợp chất polyme là nhỏ. Do đó, được coi là, hiệu quả cải thiện hiệu suất phóng điện HR nhiệt độ thấp bị làm giảm.

Các ắc quy chì-axit E20 đến E24

Chất trương nở hữu cơ thứ nhất và/hoặc chất trương nở hữu cơ thứ hai có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh (S) được biểu thị trong Bảng 6 được trộn để hàm lượng của mỗi chất trương nở hữu cơ được xác định bằng quy trình được mô tả trên đây là giá trị được biểu thị trong Bảng 6. Ngoại trừ những điều này, ắc quy thử nghiệm được điều chế tương tự như với ắc quy chì-axit E1, và khả năng chấp nhận điện tích được đánh giá. Cùng loại (e1) như trong ắc quy chì-axit E1 được sử dụng làm chất trương nở hữu cơ thứ nhất, và cùng lignin sulfonat (e3) như trong ắc quy chì-axit E17 được sử dụng như là chất trương nở hữu cơ thứ hai. Đối với hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh ($\mu\text{mol/g}$) trong chất trương nở hữu cơ, về cơ bản không có sự khác biệt giữa giá trị trước khi điều chế vật liệu điện cực âm và giá trị được đo bằng cách tháo rời ắc quy chì-axit và chiết xuất mỗi chất trương nở.

Khả năng chấp nhận điện tích của các ắc quy chì-axit E20 đến E24 được đánh giá bởi tỷ lệ (%) khi đại lượng điện 10 giây của ắc quy chì-axit E20 là 100.

Các kết quả của các ắc quy chì-axit E20 đến E24 được biểu thị trong Bảng 6.

Bảng 6

	E20	E21	E22	E23	E24
Hàm lượng (ppm khối lượng) của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm	82				
Chất trương nở hữu cơ thứ nhất (hàm lượng nguyên tố S 5000 $\mu\text{mol g}^{-1}$) (% khối lượng)	0	0,05	0,1	0,15	0,2
Chất trương nở hữu cơ thứ hai (hàm lượng nguyên tố S 600 $\mu\text{mol g}^{-1}$) (% khối lượng)	0,2	0,15	0,1	0,05	0
Khả năng chấp nhận điện tích (%)	100	105	111	108	103

Như được biểu thị trong Bảng 6, khi hợp chất polyme được sử dụng, thu được khả năng chấp nhận điện tích cao bằng cách sử dụng kết hợp cả hai chất trương nở hữu cơ. Kết quả khi chất trương nở hữu cơ thứ nhất và chất trương nở hữu cơ thứ hai được sử dụng kết hợp là tốt hơn rất nhiều so với giá trị của khả năng chấp nhận điện tích được giả định khi mỗi chất trương nở hữu cơ được sử dụng riêng lẻ. Từ điều này, có thể cho rằng, khi chất trương nở hữu cơ được sử dụng, thu được hiệu quả hợp lực bằng cách sử dụng chất trương nở hữu cơ thứ nhất và chất trương nở hữu cơ thứ hai.

Các ắc quy chì-axit E25 đến E30

Ắc quy thử nghiệm được điều chế và đánh giá tương tự như ắc quy chì-axit E1, ngoại trừ rằng, hợp chất polyme được biểu thị trong Bảng 7 được sử dụng. Đối với hợp chất polyme, trong phổ $^1\text{H-NMR}$, tỷ lệ giữa giá trị tích hợp của đỉnh của 3,2 ppm đến 3,8 ppm với tổng giá trị tích hợp của đỉnh, giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro thuộc nhóm $-\text{CH}_2-$ được liên kết với nguyên tử oxy, và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}<$ được liên kết với nguyên tử oxy là từ 97,6% đến 99,7%.

Các kết quả của các ắc quy chì-axit E25 đến E30 được biểu thị trong Bảng 7. Các kết quả của các ắc quy chì-axit R1 và E7 cũng được biểu thị trong Bảng 7.

Khả năng chấp nhận điện tích của các ắc quy chì-axit E25 đến E30 được đánh giá bởi tỷ lệ (%) khi đại lượng điện 10 giây của ắc quy chì-axit R1 là 100.

Bảng 7

	Hàm lượng (ppm khối lượng) của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm	Hợp chất polyme		Lượng nạp điện quá mức (%)	Khả năng chấp nhận điện tích (%)
		Loại	Mn		
R1	0	-	-	100	100
E7	300	Polypropylen glycol	2000	44	58
E25	300	Polyoxyetylen polyoxypropylen butyl ete (đơn vị oxypropylen 43 mol%)	1800	44	81
E26	300	Polyoxypropylen butyl ete	2390	55	85
E27	300	Polyoxyetylen polyoxypropylen hexylen glycol ete (đơn vị oxypropylen 20 mol%)	14000	37	54
E28	300	Polyoxypropylen metyl ete	1800	45	78
E29	300	Polyoxypropylen etyl ete	2200	45	77
E30	300	Polyoxypropylen axetat	1900	45	76

Như được biểu thị trong Bảng 7, thậm chí khi sản phẩm ete hóa hoặc sản phẩm este hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen, sự suy giảm khả năng chấp nhận điện tích được ngăn chặn trong khi làm giảm lượng nạp điện quá mức.

Khả năng áp dụng trong công nghiệp

Ắc quy chì-axit theo một khía cạnh của sáng chế có thể được sử dụng thích hợp như là, ví dụ, nguồn năng lượng để khởi động phương tiện (ô tô, xe máy, v.v.) và nguồn năng lượng cho thiết bị lưu trữ năng lượng công nghiệp hoặc tương tự, như phương tiện điện (xe nâng, v.v.). Lưu ý rằng, các ứng dụng này chỉ mang tính minh họa và sáng chế không bị giới hạn bởi các ứng dụng này.

Các số tham chiếu

- 1: ắc quy chì-axit
- 2: tấm điện cực âm
- 3: tấm điện cực dương
- 4: phân phân cách
- 5: phần giá điện cực dương
- 6: phần giá điện cực âm
- 7: cực dương
- 8: khối nối xuyên qua
- 9: cực âm
- 11: phần tử
- 12: vật chứa

13: vách ngăn

14: ngăn

15: nắp

16: đầu cuối điện cực âm

17: đầu cuối điện cực dương

18: nút lỗ thông

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Ấc quy chì-axit bao gồm tám điện cực dương, tám điện cực âm, và dung dịch điện phân,

trong đó tám điện cực âm bao gồm vật liệu điện cực âm,

vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme,

hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng từ 3,2 ppm trở lên và 3,8 ppm trở xuống trong sự dịch chuyển hóa học của phổ $^1\text{H-NMR}$, và

hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm nhỏ hơn 400 ppm trên cơ sở khối lượng.

2. Ấc quy chì-axit theo điểm 1, trong đó hợp chất polyme chứa nguyên tử oxy được liên kết với nhóm đầu cuối và nhóm $-\text{CH}_2$ và/hoặc nhóm $-\text{CH}<$ được liên kết với nguyên tử oxy, và

trong phổ $^1\text{H-NMR}$, tỷ lệ giữa giá trị tích hợp của đỉnh với tổng giá trị tích hợp của đỉnh, giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro thuộc nhóm $-\text{CH}_2-$, và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}<$ là 85% trở lên.

3. Ấc quy chì-axit theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó hợp chất polyme chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen.

4. Ấc quy chì-axit theo điểm 3, trong đó hợp chất polyme chứa ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm sản phẩm ete hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen và sản phẩm este hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen, và

hợp chất hydroxy là ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm poly C_{2-4}

alkylen glycol, chất đồng trùng hợp có cấu trúc lặp lại của oxy C₂₋₄ alkylen và sản phẩm cộng oxit C₂₋₄ alkylen của polyol.

5. Ấc quy chì-axit theo điểm 3 hoặc điểm 4, trong đó cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen chứa ít nhất cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxypropylen.

6. Ấc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm lớn hơn 8 ppm trên cơ sở khối lượng.

7. Ấc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó dung dịch điện phân chứa hợp chất polyme,

hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm nằm là 15 ppm trở lên và 360 ppm trở xuống, và

nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân là 500 ppm trở xuống trên cơ sở khối lượng.

8. Ấc quy chì-axit theo điểm 4, trong đó hợp chất polyme chứa ít nhất một hợp chất có số trọng lượng phân tử trung bình là 1.000 trở lên.

9. Ấc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó vật liệu điện cực âm còn chứa chất trương nở hữu cơ thứ nhất có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh là 2.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên.

10. Ấc quy chì-axit theo điểm 9, trong đó chất trương nở hữu cơ thứ nhất chứa chất ngưng tụ chứa đơn vị của hợp chất thơm có nhóm chứa lưu huỳnh, và

chất ngưng tụ chứa, như là đơn vị của hợp chất thơm, ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng.

11. Ấc quy chì-axit theo điểm 10, trong đó chất ngưng tụ chứa đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng.
12. Ấc quy chì-axit theo điểm 10 hoặc điểm 11, trong đó đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng bao gồm đơn vị của hợp chất hydroxyaren.
13. Ấc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12, trong đó vật liệu điện cực âm còn chứa chất trương nở hữu cơ thứ hai có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh nhỏ hơn 2.000 $\mu\text{mol/g}$.
14. Ấc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, và dung dịch điện phân,
trong đó tấm điện cực âm bao gồm vật liệu điện cực âm,
vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme,
hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng từ 3,2 ppm trở lên và 3,8 ppm trở xuống trong sự dịch chuyển hóa học của phổ $^1\text{H-NMR}$,
dung dịch điện phân chứa hợp chất polyme,
nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân là 100 ppm trở lên, và
hợp chất polyme chứa ít nhất hợp chất có số trọng lượng phân tử trung bình là 1.000 trở lên và 5.000 trở xuống.
15. Ấc quy chì-axit theo điểm 14, trong đó hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm nhỏ hơn 400 ppm trên cơ sở khối lượng.
16. Ấc quy chì-axit theo điểm 14 hoặc điểm 15, trong đó hợp chất polyme chứa nguyên tử oxy được liên kết với nhóm đầu cuối và nhóm $-\text{CH}_2$ và/hoặc nhóm $-\text{CH}<$ được liên kết với nguyên tử oxy, và

trong phổ $^1\text{H-NMR}$, tỷ lệ giữa giá trị tích hợp của đỉnh với tổng giá trị tích hợp của đỉnh, giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro thuộc nhóm $-\text{CH}_2-$, và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}<$ là 85% trở lên.

17. Ấc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 16, trong đó hợp chất polyme chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen.

18. Ấc quy chì-axit theo điểm 17, trong đó hợp chất polyme chứa ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm sản phẩm ete hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen và sản phẩm este hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen, và

hợp chất hydroxy là ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm poly C_{2-4} alkylen glycol, chất đồng trùng hợp có cấu trúc lặp lại của oxy C_{2-4} alkylen và sản phẩm cộng oxit C_{2-4} alkylen của polyol.

19. Ấc quy chì-axit theo điểm 17 hoặc điểm 18, trong đó cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen chứa ít nhất cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxypropylen.

20. Ấc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 19, trong đó hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm lớn hơn 8 ppm trên cơ sở khối lượng.

21. Ấc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 20, trong đó dung dịch điện phân chứa hợp chất polyme,

hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm nằm là 15 ppm trở lên và 360 ppm trở xuống, và

nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân là 500 ppm trở xuống

trên cơ sở khối lượng.

22. Ắc quy chì-axit theo điểm 18, trong đó hợp chất polyme chứa ít nhất một hợp chất có số trọng lượng phân tử trung bình là 1.000 trở lên.

23. Ắc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 22, trong đó vật liệu điện cực âm còn chứa chất trương nở hữu cơ thứ nhất có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh là 2.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên.

24. Ắc quy chì-axit theo điểm 23, trong đó chất trương nở hữu cơ thứ nhất chứa chất ngưng tụ chứa đơn vị của hợp chất thơm có nhóm chứa lưu huỳnh, và

chất ngưng tụ chứa, như là đơn vị của hợp chất thơm, ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng.

25. Ắc quy chì-axit theo điểm 24, trong đó chất ngưng tụ chứa đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng.

26. Ắc quy chì-axit theo điểm 23 hoặc điểm 24, trong đó đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng bao gồm đơn vị của hợp chất hydroxyaren.

27. Ắc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 26, trong đó vật liệu điện cực âm còn chứa chất trương nở hữu cơ thứ hai có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh nhỏ hơn 2.000 $\mu\text{mol/g}$.

28. Ắc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, và dung dịch điện phân,

trong đó tấm điện cực âm bao gồm vật liệu điện cực âm,

vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy

C₂₋₄ alkylen, và

hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm nhỏ hơn 400 ppm trên cơ sở khối lượng.

29. Ấc quy chì-axit theo điểm 28, trong đó hợp chất polyme chứa ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm sản phẩm ete hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen và sản phẩm este hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen, và

hợp chất hydroxy là ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm poly C₂₋₄ alkylen glycol, chất đồng trùng hợp có cấu trúc lặp lại của oxy C₂₋₄ alkylen và sản phẩm cộng oxit C₂₋₄ alkylen của polyol.

30. Ấc quy chì-axit theo điểm 28 hoặc điểm 29, trong đó cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen chứa ít nhất cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxypropylen.

31. Ấc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 28 đến 30, trong đó hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm lớn hơn 8 ppm trên cơ sở khối lượng.

32. Ấc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 28 đến 31, trong đó dung dịch điện phân chứa hợp chất polyme,

hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm nằm là 15 ppm trở lên và 360 ppm trở xuống, và

nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân là 500 ppm trở xuống trên cơ sở khối lượng.

33. Ấc quy chì-axit theo điểm 29, trong đó hợp chất polyme chứa ít nhất một hợp chất có số trọng lượng phân tử trung bình là 1.000 trở lên.

34. Ấc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 28 đến 33, trong đó vật liệu điện cực âm còn chứa chất trương nở hữu cơ thứ nhất có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh là 2.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên.

35. Ấc quy chì-axit theo điểm 34, trong đó chất trương nở hữu cơ thứ nhất chứa chất ngưng tụ chứa đơn vị của hợp chất thơm có nhóm chứa lưu huỳnh, và

chất ngưng tụ chứa, như là đơn vị của hợp chất thơm, ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng.

36. Ấc quy chì-axit theo điểm 35, trong đó chất ngưng tụ chứa đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng.

37. Ấc quy chì-axit theo điểm 35 hoặc điểm 36, trong đó đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng bao gồm đơn vị của hợp chất hydroxyaren.

38. Ấc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 28 đến 37, trong đó vật liệu điện cực âm còn chứa chất trương nở hữu cơ thứ hai có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh nhỏ hơn 2.000 $\mu\text{mol/g}$.

39. Ấc quy chì-axit bao gồm tám điện cực dương, tám điện cực âm, và dung dịch điện phân,

trong đó tám điện cực âm bao gồm vật liệu điện cực âm,

vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy

C₂₋₄ alkylen,

dung dịch điện phân chứa hợp chất polyme,

nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân là 100 ppm trở lên, và

hợp chất polyme chứa ít nhất hợp chất có số trọng lượng phân tử trung bình là

1.000 trở lên và 5.000 trở xuống.

40. Ấc quy chì-axit theo điểm 39, trong đó hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm nhỏ hơn 400 ppm trên cơ sở khối lượng.

41. Ấc quy chì-axit theo điểm 39 hoặc điểm 40, trong đó hợp chất polyme chứa ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm sản phẩm ete hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen và sản phẩm este hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen, và

hợp chất hydroxy là ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm poly C₂₋₄ alkylen glycol, chất đồng trùng hợp có cấu trúc lặp lại của oxy C₂₋₄ alkylen và sản phẩm cộng oxit C₂₋₄ alkylen của polyol.

42. Ấc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 39 đến 41, trong đó cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen chứa ít nhất cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxypropylen.

43. Ấc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 39 đến 42, trong đó hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm lớn hơn 8 ppm trên cơ sở khối lượng.

44. Ấc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 39 đến 43, trong đó dung dịch điện phân chứa hợp chất polyme,

hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm nằm là 15 ppm trở lên và 360 ppm trở xuống, và

nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân là 500 ppm trở xuống trên cơ sở khối lượng.

45. Ắc quy chì-axit theo điểm 41, trong đó hợp chất polyme chứa ít nhất một hợp chất có số trọng lượng phân tử trung bình là 1.000 trở lên.
46. Ắc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 39 đến 45, trong đó vật liệu điện cực âm còn chứa chất trương nở hữu cơ thứ nhất có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh là 2.000 $\mu\text{mol/g}$ trở lên.
47. Ắc quy chì-axit theo điểm 46, trong đó chất trương nở hữu cơ thứ nhất chứa chất ngưng tụ chứa đơn vị của hợp chất thơm có nhóm chứa lưu huỳnh, và
chất ngưng tụ chứa, như là đơn vị của hợp chất thơm, ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng.
48. Ắc quy chì-axit theo điểm 47, trong đó chất ngưng tụ chứa đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng.
49. Ắc quy chì-axit theo điểm 47 hoặc điểm 48, trong đó đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng bao gồm đơn vị của hợp chất hydroxyaren.
50. Ắc quy chì-axit theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 39 đến 49, trong đó vật liệu điện cực âm còn chứa chất trương nở hữu cơ thứ hai có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh nhỏ hơn 2.000 $\mu\text{mol/g}$.

