



(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)



1-0048968

(51)^{2020.01} H01M 4/14; H01M 4/62

(13) B

(21) 1-2021-08210

(22) 29/05/2020

(86) PCT/JP2020/021476 29/05/2020

(87) WO2020/241879 03/12/2020

(30) JP2019-103310 31/05/2019 JP

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/04/2022 409A

(73) GS Yuasa International Ltd. (JP)

1, Inobaba-cho, Nishinosho, Kisshoin, Minami-ku, Kyoto-shi, Kyoto 601-8520
JAPAN

(72) Hiroki KAGOHASHI (JP).

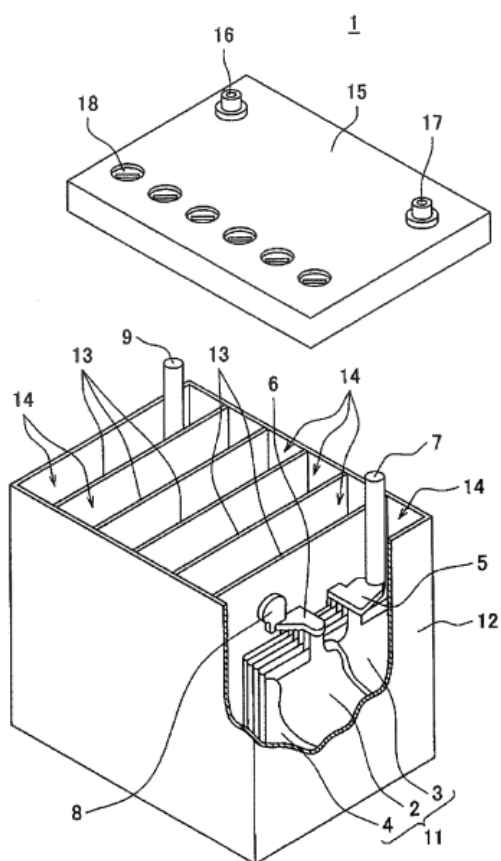
(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS
HANOI)

(54) ẮC QUY CHÌ-AXIT

(21) 1-2021-08210

(57) Sáng chế đề cập đến 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, và hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8 ppm trong sự dịch chuyển hóa học của phổ $^1\text{H-NMR}$. Ngoài ra, vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen. Tỷ lệ: C_n/S_n của hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm với diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$.

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 ô tô và công nghiệp. Các ắc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực âm, tấm điện cực dương, tấm phân tách (hoặc tấm lót), dung dịch điện phân, và các thứ tương tự. Chất phụ gia 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 đồng trùng hợp của propylen oxit và etylen oxit được thêm vào vật liệu hoạt tính tấm điện cực âm trong sự kết hợp với lignin sulfonat.

Tài liệu sáng chế 2 đề xuất ắc quy chì-axit trong đó chất hoạt tính chứa polyme hữu cơ được bao bọc trong hộp nhỏ kín có cơ chế phân cắt thành bình chứa, và hộp nhỏ kín được gắn vào bình chứa hoặc một phần nắp.

Tài liệu sáng chế 3 đề xuất tấm lót bằng sợi chứa nhiều sợi được phủ với thành phần kích thước, thành phần chất kết dính và một hoặc nhiều chất phụ gia, trong đó các chất phụ gia bao gồm một hoặc nhiều phụ gia cao su, dẫn xuất cao su, andehit, muối kim loại, chất đồng trùng hợp khối etylen-propylen oxit, este axit sulfuric, este axit sulfonic, este axit phosphoric, axit polyacrylic, rượu polyvinyl, lignin, nhựa phenol fomandehit, xenluloza, bột gỗ, v.v. và các chất phụ gia có thể hoạt động để làm giảm độ ẩm trong ắc quy chì-axit.

Tài liệu sáng chế 4 đề xuất sử dụng, trong việc điều chế công thức điện cực ắc quy chì, có thành phần lỏng, ổn định theo thời gian, bao gồm các bộ lọc nano gốc cacbon với lượng từ 0,2% trọng lượng đến 10% trọng lượng, ít nhất một polyme hòa tan trong nước và từ 0,01% trọng lượng đến 50% trọng lượng của ít nhất một thành phần cation được chọn từ các cation kim loại kiềm hoặc kim loại kiềm thổ và các ion amoni phân tán trong môi trường nước, các bộ lọc nano gốc cacbon là các ống nano cacbon, graphen hoặc hỗn hợp các ống nano cacbon và graphen ở tất cả các tỷ lệ, và polyme hòa tan trong

nước được chọn từ polysaccarid; polysaccarit biến tính, chẳng hạn như xenluloza biến tính; polyete, chẳng hạn như polyalkylen oxit hoặc polyalkylen glycol; lignosulphonat; polyacrylat; các sản phẩm gốc axit polycarboxylic, cụ thể là polyete polycarboxylat hoặc các chất đồng trùng hợp của chúng; naphtalensulphonat và các dẫn xuất của chúng; và các dung dịch nước tương ứng của chúng.

Khi bề mặt chì được bao phủ bởi chất phụ gia hữu cơ, phản ứng khử của các ion hydro hầu như không xảy ra, và do đó, lượng sạc quá mức có xu hướng giảm. Mặt khác, khi bề mặt chì được bao phủ bởi chất phụ gia hữu cơ, chì sulfat sinh ra trong quá trình xả hầu như không được rửa giải trong quá trình sạc, do đó khả năng chấp nhận sạc bị giảm sút. Do đó, khó có thể đạt được cả việc hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc và giảm lượng sạc quá mức.

Tài liệu tham khảo

Tài liệu sáng chế 1: JP-A-60-182662

Tài liệu sáng chế 2: JP-A-2000-149980

Tài liệu sáng chế 3: JP-W-2017-525092

Tài liệu sáng chế 4: JP-W-2018-508961

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,

hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8 ppm trong sự dịch chuyển hóa học của phổ $^1\text{H-NMR}$, và

tỷ lệ: C_n/S_n của hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm trên diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng 25 ppm·m²·g.

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,

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

tỷ lệ: C_n/S_n của hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm trên diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2}$. g.

Hiệu quả của sáng chế

Trong ắc quy chì-axit, có thể hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc trong khi giảm lượng sạc quá mức.

Mô tả văn tắt các hình vẽ

FIG.1 là hình chiếu phối cảnh chi tiết tháo rời cắt ngang một phần thể hiện hình dạng và cấu trúc bên trong của ắc quy chì-axit theo một khía cạnh của sáng chế.

FIG.2 là biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa tỷ lệ C_n/S_n và hiệu suất xả tốc độ cao (HR) ở nhiệt độ thấp trong Bảng 1.

FIG.3 là biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa tỷ lệ C_n/S_n và khả năng chấp nhận sạc trong Bảng 1.

FIG.4 là biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa lượng sạc quá mức và khả năng chấp nhận sạc trong Bảng 1.

Mô tả chi tiết sáng chế

Nói chung, khi chất phụ gia hữu cơ được chứa trong vật liệu điện cực âm của ắc quy chì-axit, chất phụ gia hữu cơ bám vào bề mặt của chì như vật liệu hoạt tính. Khi bề mặt chì được bao phủ bởi chất phụ gia hữu cơ, chì sulfat sinh ra trong quá trình xả hầu như không được rửa giải trong quá trình sạc, do đó khả năng chấp nhận sạc bị giảm sút.

Nói chung, trong ắc quy chì-axit, phản ứng trong quá trình sạc quá mức bị ảnh hưởng rất nhiều bởi phản ứng khử của các ion hydro tại mặt phân cách giữa chì và dung dịch điện phân. Khi bề mặt chì được bao phủ bởi chất phụ gia hữu cơ, phản ứng khử của

các ion hydro hầu như không xảy ra, và do đó, lượng sạc quá mức có xu hướng giảm. Do đó, việc hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc và giảm lượng sạc quá mức là mối quan hệ cân bằng và nó thường khó đạt được đồng thời cả hai. Ngoài ra, khi chất phụ gia hữu cơ phân bố không đều trong các lỗ chì, cần phải tăng hàm lượng chất phụ gia hữu cơ trong vật liệu điện cực âm để đảm bảo có đủ tác dụng giảm lượng sạc quá mức. Tuy nhiên, nói chung, khi hàm lượng chất phụ gia hữu cơ tăng lên, khả năng chấp nhận sạc bị giảm đi rất nhiều.

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

Khi chất phụ gia hữu cơ phân bố không đều trong các lỗ chì, chuyển động của các ion (như ion chì và ion sulfat) bị ngăn chặn bởi sự cản trở của chất phụ gia hữu cơ phân bố không đều. Do đó, phản ứng sạc-xả có thể bị ngăn chặn, và hiệu suất xả tốc độ cao (HR) ở nhiệt độ thấp cũng bị giảm sút. Khi hàm lượng của chất phụ gia hữu cơ được tăng lên để đảm bảo có đủ tác dụng làm giảm lượng sạc quá mức, chuyển động của các ion trong các lỗ xốp bị ngăn chặn hơn nữa, do đó phản ứng sạc-xả bị ngăn chặn hơn nữa và hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp cũng bị giảm sút.

Mặt khác, ắc quy chì-axit theo một khía cạnh của sáng chế 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 lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8 ppm trong sự dịch chuyển hóa học của phổ $^1\text{H-NMR}$. Tỷ lệ: C_n/S_n của hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm trên diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$.

Lưu ý rằng đỉnh xuất hiện trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8 ppm trong phổ $^1\text{H-NMR}$ có nguồn gốc từ đơn vị oxy C_{2-4} alkylen. Ở đây, phổ $^1\text{H-NMR}$ được đo bằng cách sử dụng clorofom được đơtêri hóa làm dung môi.

Ắc quy chì-axit theo khía cạnh khác của sáng chế bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm và dung dịch điện phân, và 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 C_{2-4} alkylen. Tỷ lệ: tỷ lệ C_n/S_n của hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm với diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$.

Nói chung, khi diện tích bề mặt cụ thể của vật liệu điện cực âm tăng lên, phản ứng phụ trong quá trình sạc quá mức có thể xảy ra, và lượng sạc quá mức có thể sẽ tăng lên. Mặt khác, trong ắc quy chì-axit theo khía cạnh này và khía cạnh khác của sáng chế, hợp chất polyme như mô tả ở trên được chứa trong vật liệu điện cực âm với tỷ lệ C_n/S_n lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$. Do đó, có thể hạn chế sự suy giảm của khả năng chấp nhận sạc trong khi giảm lượng sạc quá mức.

Lý do tại sao lượng sạc quá mức được giảm được coi là do bề mặt của chì trong vật liệu điện cực âm được bao phủ bởi hợp chất polyme, do đó quá áp hydro tăng lên và phản ứng phụ trong đó hydro được tạo ra từ các proton trong quá trình sạc quá mức bị ngăn chặn. Khi vật liệu cacbon được chứa trong vật liệu điện cực âm, bề mặt của vật liệu cacbon cũng được bao phủ bởi hợp chất polyme, và coi việc tạo ra hydro trên bề mặt của vật liệu cacbon cũng bị ngăn chặn.

Hợp chất polyme dễ dàng có cấu trúc tuyến tính do có các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen, và do đó, xem xét rằng hợp chất polyme hầu như không nằm lại trong vật liệu điện cực âm và dễ dàng khuếch tán vào dung dịch điện phân. Do đó, người ta mong đợi rằng hiệu quả giảm lượng sạc quá mức hầu như không thu được ngay cả khi hợp chất polyme được sử dụng. Tuy nhiên, trái với kỳ vọng đó, các tác giả sáng chế hiện nay đã thực sự phát hiện ra rằng ngay cả khi một lượng rất nhỏ hợp chất polyme được chứa trong vật liệu điện cực âm, vẫn có thể thu được hiệu quả giảm lượng sạc quá mức. Vì ngay cả một lượng rất nhỏ hợp chất polyme cũng có thể mang lại hiệu quả làm giảm lượng sạc quá mức, nên được coi là khi hợp chất polyme được chứa trong vật liệu điện cực âm, thì hợp

chất polyme có thể có mặt gần chì, nhờ đó hoạt động hấp phụ cao của đơn vị oxy C_{2-4} alkylen trên chì được thực hiện. Người ta còn xem xét thêm rằng hợp chất polyme trải mỏng trên bề mặt chì và phản ứng khử của các ion hydro trong vùng rộng của bề mặt vật liệu điện cực âm bị hạn chế. Điều này không mâu thuẫn với việc hợp chất polyme dễ dàng có cấu trúc tuyến tính. Theo khía cạnh này và khía cạnh khác của sáng chế, khi hợp chất polyme như vậy được chứa trong vật liệu điện cực âm theo tỷ lệ theo diện tích bề mặt cụ thể của vật liệu điện cực âm, thì phản ứng phụ trong quá trình sạc quá mức bị ngăn chặn, và lượng sạc quá mức có thể được giảm một cách hiệu quả. Vì việc hạn chế quá trình tạo hydro trong quá trình sạc quá mức có thể làm giảm sự giảm chất lỏng, nên nó có lợi cho việc kéo dài tuổi thọ của ắc quy chì-axit. Khi vật liệu cacbon được chứa trong vật liệu điện cực âm, xem xét rằng hợp chất polyme cũng trải mỏng trên bề mặt của vật liệu cacbon. Do đó, xem xét rằng phản ứng khử của các ion hydro trên bề mặt của vật liệu cacbon cũng bị hạn chế.

Vì hợp chất polyme bao phủ mỏng trên bề mặt chì, nên quá trình rửa giải chì sulfat, được tạo ra trong quá trình xả, trong quá trình sạc ít có khả năng bị hạn chế. Vì sự phân bố không đồng đều của hợp chất polyme trong các lỗ chì bị hạn chế, các ion dễ dàng di chuyển. Từ những điểm này, sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc có thể bị hạn chế.

Vì các ion dễ dàng di chuyển trong các lỗ chì, nên nó cũng có thể hạn chế sự suy giảm hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp. Ngoài ra, vì lượng sạc quá mức có thể được giảm bớt, sự thay đổi cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm do sự va chạm của khí hydro với vật liệu hoạt tính âm cũng có thể bị hạn chế. Do đó, ngay cả sau khi thử nghiệm tải nhẹ ở nhiệt độ cao, trong đó sự thay đổi cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm có thể xảy ra, hiệu quả hạn chế sự suy giảm của hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp có thể được tăng cường.

Theo khía cạnh này và khía cạnh khác của sáng chế, bằng cách kiểm soát tỷ lệ C_n/S_n , có thể dễ dàng cân bằng hiệu quả của việc giảm lượng sạc quá mức và hiệu quả hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc trong khi vẫn đảm bảo hiệu quả tuyệt vời của việc giảm lượng sạc quá mức.

Để thu được tác dụng của hợp chất polyme như đã trình bày ở trên, hợp chất polyme cần có mặt gần chì hoặc chì sulfat. Do đó, điều quan trọng là vật liệu điện cực

âm chứa hợp chất polyme bất kể thành phần của ắc quy chì-axit có chứa hợp chất polyme hay không. Bằng cách kiểm soát tỷ lệ C_n/S_n , quá áp hydro trong tấm điện cực âm có thể được tăng lên, do đó lượng sạc quá mức có thể được giảm bớt và sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc có thể bị hạn chế. Sự suy giảm của hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp sau khi thử nghiệm tải nhẹ ở nhiệt độ cao có thể bị hạn chế.

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

Diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm là diện tích bề mặt cụ thể BET ($m^2 \cdot g^{-1}$) được xác định bằng phương pháp hấp phụ khí sử dụng khí nitơ. Tỷ lệ C_n/S_n được xác định bằng cách chia hàm lượng C_n (ppm) của hợp chất polyme có trong vật liệu điện cực âm cho diện tích bề mặt cụ thể BET S_n ($m^2 \cdot g^{-1}$) của vật liệu điện cực âm. Hàm lượng C_n của hợp chất polyme được xác định bằng quy trình được mô tả sau đây.

Diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm và hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm được xác định đối với tấm điện cực âm của ắc quy chì-axit ở trạng thái sạc đầy.

Ắc quy axit chì có thể là ắc quy chì-axit được điều chỉnh van (kín) hoặc ắc quy chì-axit kiểu ngập nước (loại thông hơi).

Trong mô tả sáng chế, trạng thái được sạc đầy của ắc quy chì-axit kiểu ngập nước được xác định theo định nghĩa của JIS D 5301:2006. Cụ thể hơn, trạng thái sau được định nghĩa là trạng thái được sạc đầy: ắc quy chì-axit được sạc ở dòng điện (A) lớn gấp 0,2 lần giá trị số được mô tả là công suất định mức (Ah) cho đến khi điện áp đầu cuối trong quá trình sạc được đo sau mỗi 15 phút hoặc mật độ dung dịch điện phân được điều chỉnh nhiệt độ đến 20°C có giá trị không đổi ở ba chữ số có nghĩa liên tục ba lần. Trong trường hợp ắc quy chì-axit được điều chỉnh van, trạng thái sạc đầy là trạng thái trong đó ắc quy chì-axit phải chịu điện áp không đổi dòng điện không đổi là 2,23 V/bình điện ở

dòng điện (A) lớn gấp 0,2 lần giá trị số được mô tả là dung lượng định mức (Ah) trong bình chứa không khí ở $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ và quá trình sạc hoàn thành khi dòng điện sạc (A) trong quá trình sạc điện áp không đổi trở nên lớn gấp 0,005 lần giá trị số được mô tả trong công suất định mức (Ah). Lưu ý rằng giá trị số được mô tả là công suất định mức là giá trị số trong đó đơn vị là Ah. Đơn vị của cường độ dòng điện dựa trên giá trị số được biểu thị là công suất định mức là A.

Ắc quy chì-axit ở trạng thái sạc đầy là loại ắc quy có được bằng cách sạc đầy ắc quy chì-axit đã được tạo thành. Việc sạc 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 một khoảng thời gian kể từ khi tạo thành (ví dụ, ắc quy chì-axit đang được sử dụng (ưu tiên ở giai đoạn đầu sử dụng) sau khi tạo thành có thể được sạc đầy). Ắc quy ở giai đoạn đầu sử dụng đề cập đến ắc quy đã không được sử dụng trong một thời gian dài và hầu như không bị suy giảm chất lượng.

Trong ắc quy chì-axit theo một khía cạnh của sáng chế, 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. Trong phổ $^1\text{H-NMR}$, tỷ lệ giữa giá trị tích hợp của đỉnh nằm trong khoảng từ 3,2 ppm đến 3,8 ppm trên tổng giá trị tích hợp của đỉnh này, giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}_2-$ liên kết với nguyên tử oxy, và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}<$ liên kết với nguyên tử oxy tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 85%. Các hợp chất polyme như vậy chứa nhiều đơn vị oxy C_{2-4} alkylen trong phân tử. Do đó, xem xét rằng trở nên dễ hấp phụ lên chì, và dễ dàng phủ mỏng lên bề mặt chì bằng cách dễ dàng có cấu trúc tuyến tính. Do đó, lượng sạc quá mức có thể được giảm thiểu hiệu quả hơn. Hiệu quả của việc hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc có thể được nâng cao hơn nữa. Nó cũng có thể đảm bảo hiệu quả tuyệt vời trong việc hạn chế sự suy giảm của hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp.

Trong phổ $^1\text{H-NMR}$, hợp chất polyme có đỉnh trong năm 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 sử dụng hợp chất polyme có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen, xem xét rằng nó trở nên dễ hấp phụ lên chì hơn, và nó trở nên dễ dàng phủ mỏng bề mặt

chì bằng cách dễ dàng có cấu trúc tuyến tính. Do đó, hiệu quả của việc hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sặc có thể được tăng cường hơn nữa, và lượng sặc quá mức có thể được giảm hiệu quả hơn. Ngay cả sau khi thử nghiệm tải nhẹ ở nhiệt độ cao, hiệu quả hạn chế sự suy giảm của hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp có thể được tăng cường hơn nữa.

Trong mô tả sáng chế, hợp chất polyme dùng để chỉ hợp chất có đơn vị lặp lại của các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen và/hoặc có trọng lượng phân tử trung bình số (Mn) lớn hơn hoặc bằng 500.

Trong mô tả sáng chế, trọng lượng phân tử trung bình số Mn được xác định bằng sắc ký thẩm gel (gel permeation chromatography - GPC). Chất chuẩn dùng để xác định Mn là polyetylen glycol.

Lưu ý rằng đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen là đơn vị được biểu diễn bởi -O-R¹- (R¹ đại diện cho nhóm C₂₋₄ alkylen.).

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 C₂₋₄ alkylen và các sản phẩm este hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen. Ở đây, hợp chất hydroxy là ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm poly C₂₋₄ alkylen glycol, chất đồng trùng hợp chứa cấu trúc lặp lại của oxy C₂₋₄ alkylen và các sản phẩm cộng C₂₋₄ alkylen oxit của polyol. Khi hợp chất polyme như vậy được sử dụng, sự suy giảm khả năng chấp nhận sặc có thể bị hạn chế hơn nữa. Vì hiệu quả của việc giảm lượng sặc quá mức là cao, việc tạo ra khí hydro có thể bị hạn chế hiệu quả hơn và có thể đạt được hiệu quả hạn chế giảm lượng chất lỏng cao.

Cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen có thể chứa ít nhất cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxypropylen (-O-CH(-CH₃)-CH₂-). Hợp chất polyme như vậy dễ dàng trải mỏng trên bề mặt chì trong khi có độ hấp phụ cao lên chì và được coi là có sự cân bằng tuyệt vời giữa nó. Do đó, lượng sặc quá mức có thể được giảm thiểu hiệu quả hơn và có thể dễ dàng đảm bảo khả năng chấp nhận sặc cao hơn. Ngoài ra, hiệu quả hạn chế sự suy giảm của hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp có thể được tăng cường hơn nữa.

Như đã mô tả ở trên, vì hợp chất polyme có thể bao phủ mỏng bề mặt chì trong khi có độ hấp phụ cao đối với chì, ngay cả khi hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm tương đối nhỏ, lượng sạc quá mức có thể được giảm bớt. Vì có thể đảm bảo hiệu quả đủ để giảm lượng sạc quá mức ngay cả khi lượng là nhỏ, nên nó cũng có thể hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc. Ngoài ra, bằng cách kiểm soát tỷ lệ C_n/S_n , có thể dễ dàng cân bằng giữa tác dụng giảm lượng sạc quá mức và tác dụng hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc. Sự cản trở steric của hợp chất polyme trong các lỗ dẫn có thể được giảm bớt, và sự thay đổi cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm do sự va chạm của khí hydro cũng có thể bị hạn chế, do đó sự suy giảm của hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp có thể bị hạn chế ngay cả sau khi thử nghiệm tải nhẹ ở nhiệt độ cao.

Từ quan điểm đảm bảo khả năng chấp nhận sạc cao hơn, tỷ lệ C_n/S_n tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng $800 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$.

Tỷ lệ C_n/S_n ưu tiên nhỏ hơn hoặc bằng $450 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ theo quan điểm ngăn bề mặt chì bị bao phủ quá mức bằng hợp chất polyme và dễ dàng đảm bảo hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp cao ở mức cao.

Vật liệu điện cực âm có thể chứa vật liệu cacbon. Hàm lượng C_c của vật liệu cacbon trong vật liệu điện cực âm tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,45% khối lượng. Trong trường hợp này, hiệu quả hạn chế lượng sạc quá mức được tăng cường hơn nữa và có thể đạt được hiệu quả cao hơn trong việc hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc.

Hợp chất polyme tốt hơn là chứa ít nhất hợp chất có M_n lớn hơn hoặc bằng 1000. Trong trường hợp này, hợp chất polyme có xu hướng vẫn còn trong vật liệu điện cực âm, và ngoài ra, khả năng hấp phụ lên chì được tăng cường; do đó, hiệu quả của việc giảm lượng sạc quá mức được tăng cường hơn nữa. Bằng cách giảm lượng sạc quá mức, sự thay đổi cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm do sự va chạm của khí hydro với vật liệu điện cực âm cũng có thể bị hạn chế. Do đó, ngay cả sau khi thử nghiệm tải nhẹ ở nhiệt độ cao, trong đó sự thay đổi cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm có thể xảy ra, hiệu quả hạn chế sự suy giảm của hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp có thể được tăng cường.

Vật liệu điện cực âm có thể chứa thêm chất giãn nở hữu cơ (chất giãn nở hữu cơ thứ nhất) có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh lớn hơn hoặc bằng $2000 \text{ } \mu\text{mol/g}$. Khi chất giãn nở hữu cơ như vậy và hợp chất polyme được sử dụng kết hợp, sự suy giảm khả

năng chấp nhận sạc có thể bị hạn chế hơn nữa. Khả năng chấp nhận sạc được điều chỉnh bởi tốc độ hòa tan của sulfat chì trong quá trình sạc trong tấm điện cực âm. Trong trường hợp lượng xả là như nhau, khi chất giãn nở hữu cơ thứ nhất được sử dụng, kích thước hạt của chì sulfat tạo ra trong quá trình xả sẽ nhỏ hơn so với trường hợp khi chất giãn nở hữu cơ (chất giãn nở hữu cơ thứ hai) có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh nhỏ (ví dụ, nhỏ hơn 2000 $\mu\text{mol/g}$, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 1000 $\mu\text{mol/g}$) được sử dụng, và diện tích bề mặt cụ thể của chì sulfat tăng lên. Do đó, trong trường hợp sử dụng chất giãn nở hữu cơ thứ nhất, tỷ lệ bề mặt của chì sulfat được bao phủ bởi hợp chất polyme sẽ nhỏ hơn so với trường hợp sử dụng chất giãn nở hữu cơ thứ hai. Do đó, xem xét rằng sự hòa tan chì sulfat hầu như không bị ngăn chặn, và sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc bị hạn chế.

Vật liệu điện cực âm có thể chứa chất giãn nở hữu cơ thứ hai. Khi chất giãn nở hữu cơ thứ hai và hợp chất polyme được sử dụng kết hợp, kích thước hạt của chất keo có thể giảm xuống, do đó tác dụng hạn chế sự suy giảm hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp có thể được tăng cường hơn nữa.

Vật liệu điện cực âm có thể chứa chất giãn nở hữu cơ thứ hai ngoài chất giãn nở hữu cơ thứ nhất. Khi chất giãn nở hữu cơ thứ nhất và chất giãn nở hữu cơ thứ hai được sử dụng kết hợp với hợp chất polyme, tác dụng hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc có thể được tăng cường hiệp đồng, và chất giãn nở hữu cơ thứ nhất và chất giãn nở hữu cơ thứ hai tạo thành các loại keo khác nhau trong vật liệu điện cực âm. Tại ranh giới mà các loại keo khác nhau tiếp xúc với nhau, độ dính giữa các chất keo thấp hơn ở ranh giới mà các chất keo cùng loại tiếp xúc với nhau. Do đó, các ion chì dễ dàng đi qua ranh giới mà các loại keo khác nhau tiếp xúc với nhau. Do đó, quá trình hòa tan chì sulfat diễn ra dễ dàng. Kết quả là có thể thu được tác dụng hiệp đồng trong việc hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc.

Chất giãn 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 chứa, như đơn vị của hợp chất thơm, ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng. Phần 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 chứa

đơn vị của hợp chất hydroxyaren. Chất ngưng tụ như vậy có lợi hơn trong việc hạn chế sự suy giảm hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp sau thử nghiệm tải nhẹ ở nhiệt độ cao vì hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp không bị suy giảm ngay cả khi chất ngưng tụ gặp môi trường cao hơn nhiệt độ bình thường.

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

Sau đây, ác quy chì-axit theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả cho từng phần từ cấu thành chính, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở phương án sau.

Ác quy

Tấm điện cực âm

Tấm điện cực âm thường bao gồm bộ gom dòng điện âm ngoài vật liệu điện cực âm. Vật liệu điện cực âm được thu bằng cách tháo bộ gom dòng điện âm ra khỏi tấm điện cực âm. Lưu ý rằng chi tiết chẳng hạn như tấm lót hoặc giấy dán có thể bị dính vào tấm điện cực âm. Chi tiết như vậy (chi tiết dính) được sử dụng tích hợp với tấm điện cực âm và do đó được giả định là được bao gồm trong tấm điện cực âm. Ngoài ra, khi tấm điện cực âm bao gồm chi tiết như vậy, vật liệu điện cực âm loại trừ bộ gom dòng điện âm và chi tiết dính. Tuy nhiên, khi chi tiết dính ví dụ như tấm lót được gắn vào tấm phân tách, thì độ dày của chi tiết dính được bao gồm trong độ dày của tấm phân tách.

Bộ gom dòng điện 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 tấm chì hoặc tấm hợp kim chì. Ví dụ về phương pháp xử lý bao gồm gia công giãn nở và gia công đột dập. Tốt hơn là sử dụng lưới điện cực âm làm bộ gom dòng điện âm vì vật liệu điện cực âm được hỗ trợ dễ dàng.

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

một phần của bộ gom dòng điện âm. Lớp bề mặt có thể được tạo thành trong vầu của bộ gom dòng điện âm. Lớp bề mặt của vầu có thể chứa Sn hoặc hợp kim Sn.

Vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme ở trên. Vật liệu điện cực âm còn chứa vật liệu hoạt tính âm (chì hoặc chì sulfat) thể hiện công suất thông qua phản ứng oxy hóa khử. Vật liệu điện cực âm có thể chứa chất giãn nở, vật liệu cacbon và/hoặc các chất phụ gia khác. Ví dụ về chất phụ gia bao gồm bari sulfat, sợi (sợi nhựa và các loại tương tự), và các chất tương tự, nhưng không giới hạn ở đó. Lưu ý rằng vật liệu hoạt tính âm ở trạng thái sặc là chì xốp, nhưng tấm điện cực âm chưa được tạo thành thường được điều chế bằng cách sử dụng bột chì.

Diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm, ví dụ, là $0,3 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ hoặc hơn. Từ quan điểm dễ dàng đảm bảo hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp ở mức cao hơn, diện tích bề mặt cụ thể S_n tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, và tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $0,7 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$. Diện tích bề mặt cụ thể S_n , ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng $4 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$. Từ quan điểm tăng cường hơn nữa tác dụng hạn chế lượng sặc quá mức, diện tích bề mặt cụ thể S_n tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng $3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, và tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng $2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$. Từ quan điểm dễ dàng đảm bảo hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp ở mức cao hơn, diện tích bề mặt cụ thể S_n tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng $2 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ hoặc nhỏ hơn hoặc bằng $1,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

Diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm có thể là lớn hơn hoặc bằng $0,3 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $4 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng $3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng $0,3 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng $2 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng $0,3 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $1,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, lớn hơn hoặc bằng $0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $4 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng $3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng $0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng $2 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng $0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $1,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, lớn hơn hoặc bằng $0,7 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $4 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng $3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng $0,7 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ và $2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng $2 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), hoặc lớn hơn hoặc bằng $0,7 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $1,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

Diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm có thể được điều chỉnh, ví dụ, bằng cách điều chỉnh diện tích bề mặt cụ thể và/hoặc hàm lượng của các thành phần cấu tạo (cụ thể là vật liệu cacbon) của vật liệu điện cực âm.

Hợp chất polyme

Hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8 ppm trong sự dịch chuyển hóa học của phổ $^1\text{H-NMR}$. Các hợp chất polyme như vậy có các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen. Ví dụ về đơn vị oxy C_{2-4} 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, đơn vị oxy 1,3-butylen, và những chất tương tự. Hợp chất polyme có thể có một loại hoặc hai hoặc nhiều hơn hai loại đơn vị oxy C_{2-4} alkylen như vậy.

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.

Ví dụ về hợp chất polyme bao gồm các hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen (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 các sản phẩm tương tự), các sản phẩm ete hóa hoặc este hóa của các hợp chất hydroxy này, và các chất tương tự.

Ví dụ về chất đồng trùng hợp bao gồm chất đồng trùng hợp chứa các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen khác nhau, poly C_{2-4} alkylen glycol alkyl ete, poly C_{2-4} alkylen glycol este của các axit carboxylic, và các loại tương tự. Chất đồng trùng hợp có thể là chất đồng trùng hợp khối.

Polyol có thể là bất kỳ polyol nào trong số polyol béo, polyol vòng no, polyol thơm, polyol dị vòng, và các chất tương tự. Theo quan điểm cho rằng hợp chất polyme dễ dàng dàn trải mỏng trên bề mặt chì, các polyol béo, polyol vòng no (ví dụ, polyhydroxycyclohexan, polyhydroxynocbocnan, và các chất tương tự), và các chất tương tự được ưu tiên hơn, và trong số đó, các polyol béo được ưu tiên hơn. Các ví dụ

về polyol béo bao gồm diol béo và polyol từ triol trở lên (ví dụ, glycerin, trimethylolpropan, pentaerythritol, rượu đường, và các loại tương tự) và các loại tương tự. Ví dụ về diol béo bao gồm glycol alkylen có 5 nguyên tử cacbon trở lên. Ví dụ, glycol alkylen có thể là C_{5-14} alkylen glycol hoặc C_{5-10} alkylen glycol. Ví dụ về 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 một đơn vị oxy C_{2-4} alkylen của hợp chất polyme và chứa ít nhất C_{2-4} alkylen oxit. Từ quan điểm rằng hợp chất polyme dễ dàng có cấu trúc tuyến tính, polyol tốt hơn là diol.

Sản phẩm ete hóa có nhóm $-OR^2$ thu được bằng cách ete hóa các nhóm $-OH$ (nhóm $-OH$ bao gồm nguyên tử hydro của nhóm đầu cuối và nguyên tử oxy liên kết với nguyên tử hydro) tại ít nhất một phần của các đầu cuối của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen (trong đó R^2 là nhóm hữu cơ). Trong số các đầu cuối của hợp chất polyme, một số đầu cuối có thể được ete hóa, hoặc tất cả các đầu cuối có thể được ete hóa. Ví dụ, một đầu cuối của chuỗi chính của hợp chất polyme mạch thẳng có thể là nhóm $-OH$, và đầu cuối còn lại có thể là nhóm $-OR^2$.

Sản phẩm este hóa có nhóm $-O-C(=O)-R^3$ thu được bằng cách este hóa nhóm $-OH$ (nhóm $-OH$ bao gồm nguyên tử hydro của nhóm đầu cuối và nguyên tử oxy liên kết với nguyên tử hydro) tại ít nhất một phần của các đầu cuối của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen (trong đó R^3 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 chuỗi chính của hợp chất polyme mạch thẳng có thể là nhóm $-OH$, và đầu cuối còn lại có thể là nhóm $-O-C(=O)-R^3$.

Ví dụ về 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 carboxy, và các nhóm tương tự). Nhóm hydrocacbon có thể là bất kỳ nhóm nào trong số béo, vòng no và thơm. Nhóm hydrocacbon thơm và nhóm hydrocacbon vòng no có thể có nhóm hydrocacbon béo (ví dụ, nhóm alkyl, nhóm alkenyl, nhóm alkynyl hoặc tương tự) làm nhóm thế. Số nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon béo làm nhóm thế có thể, ví dụ, nằm trong khoảng từ 1 đến 20, từ 1 đến 10, từ 1 đến 6, hoặc từ 1 đến 4.

Ví dụ về nhóm hydrocacbon thơm bao gồm các nhóm hydrocacbon thơm có số nguyên tử cacbon nhỏ hơn hoặc bằng 24 (ví dụ, từ 6 đến 24). Số nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon thơm có thể nhỏ hơn hoặc bằng 20 (ví dụ, từ 6 đến 20), nhỏ hơn hoặc bằng 14 (ví dụ, từ 6 đến 14), hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 12 (ví dụ, từ 6 đến 12). Ví dụ về nhóm hydrocacbon thơm bao gồm nhóm aryl, nhóm bisaryl, và tương tự. Ví dụ về nhóm aryl bao gồm nhóm phenyl, nhóm naphtyl, và tương tự. Ví dụ về nhóm bisaryl bao gồm các nhóm đơn hóa trị tương ứng với bisaren. Ví dụ về bisaren bao gồm biphenyl và các bisarylalkan (ví dụ, bis C₆₋₁₀ aryl C₁₋₄ alkan (chẳng hạn như 2,2-bisphenylpropan), và tương tự).

Ví dụ về nhóm hydrocacbon vòng no bao gồm các nhóm hydrocacbon vòng no có số nguyên tử cacbon nhỏ hơn hoặc bằng 16. Nhóm hydrocacbon vòng no có thể là nhóm hydrocacbon mạch vòng có cầu nối. Số nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon vòng no có thể nhỏ hơn hoặc bằng 10 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 8. Ví dụ, số nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon vòng no là lớn hơn hoặc bằng 5 và có thể lớn hơn hoặc bằng 6.

Số nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon vòng no có thể lớn hơn hoặc bằng 5 (hoặc 6) và nhỏ hơn hoặc bằng 16, lớn hơn hoặc bằng 5 (hoặc 6) và nhỏ hơn hoặc bằng 10, hoặc lớn hơn hoặc bằng 5 (hoặc 6) và nhỏ hơn hoặc bằng 8.

Ví dụ về nhóm hydrocacbon vòng no bao gồm các nhóm xycloalkyl (nhóm xyclopentyl, nhóm xyclohexyl, nhóm xyclooctyl và tương tự), nhóm xycloalkenyl (nhóm xyclohexenyl, nhóm xyclooctenyl, và tương tự), và tương tự. Nhóm hydrocacbon vòng no cũng bao gồm các sản phẩm hidro hoá của nhóm hydrocacbon thơm.

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

Ví dụ, số nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon béo là nhỏ hơn hoặc bằng 30 và có thể nhỏ hơn hoặc bằng 26 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 22, nhỏ hơn hoặc bằng 20 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 16, nhỏ hơn hoặc bằng 14 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 10 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 8 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 6. Giới hạn dưới của số nguyên tử cacbon là lớn

hơn hoặc bằng 1 đối với nhóm alkyl, lớn hơn hoặc bằng 2 đối với nhóm alkenyl và nhóm alkynyl, và lớn hơn hoặc bằng 3 đối với nhóm dienyl, tùy thuộc vào loại của nhóm hydrocacbon béo. Trong số đó, nhóm alkyl và nhóm alkenyl được ưu tiên hơn vì hợp chất polyme dễ dàng bám mỏng trên bề mặt chì.

Các ví dụ cụ thể về 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 về nhóm alkenyl bao gồm vinyl, 1-propenyl, allyl, palmitoleyl, oleyl, và tương tự. Nhóm alkenyl có thể là, ví dụ, nhóm C₂₋₃₀ alkenyl hoặc nhóm C₂₋₂₆ alkenyl, nhóm C₂₋₂₂ alkenyl hoặc nhóm C₂₋₂₀ alkenyl, hoặc nhóm C₁₀₋₂₀ alkenyl.

Khi sản phẩm ete hóa của hợp chất hydro có cấu trúc lặp lại của đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen và/hoặc sản phẩm este hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C₂₋₄ alkylen được sử dụng trong số các hợp chất polyme, nó được ưu tiên hơn vì tác dụng hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc có thể được nâng cao hơn nữa. Ngay cả khi các hợp chất polyme này được sử dụng, vẫn có thể đảm bảo hiệu quả hạn chế sự giảm chất lỏng cao.

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

Từ quan điểm tăng cường hơn nữa hiệu quả của việc giảm lượng sạc quá mức và tăng cường hiệu quả hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc và/hoặc hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp, tốt hơn là cấu trúc lặp lại của oxy C₂₋₄ alkylen bao gồm ít nhất là cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxypropylen. Hợp chất polyme chứa đơn vị oxypropylen có các đỉnh xuất phát từ -CH< và -CH₂- của đơn vị oxypropylen trong khoảng từ 3,2 ppm đến 3,8 ppm trong sự dịch chuyển hóa học của phổ ¹H-NMR. Vì 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 như vậy có các đỉnh, ví dụ, trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,42 ppm và phạm vi lớn hơn 3,42 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8 ppm trong sự dịch chuyển hóa học của phổ ¹H-NMR. Đỉnh nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,42 ppm xuất phát từ -CH₂- và đỉnh

nằm trong khoảng lớn hơn 3,42 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8 ppm xuất phát từ $-\text{CH}<$ và $-\text{CH}_2-$.

Ví dụ về hợp chất polyme như vậy bao gồm polypropylen glycol, chất đồng trùng hợp chứa cấu trúc lặp lại của oxypropylen, sản phẩm cộng propylen oxit của polyol, các sản phẩm ete hóa hoặc este hóa của chúng, và tương tự. Ví dụ về chất đồng trùng hợp bao gồm chất đồng trùng hợp oxypropylen-oxyalkylen (với điều kiện oxyalkylen là C_{2-4} alkylen khác với oxypropylen), polypropylen glycol alkyl ete, polypropylen glycol este của axit carboxylic, và tương tự. Ví dụ về 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, lớn hơn hoặc bằng 5 %mol và có thể là lớn hơn hoặc bằng 10 %mol hoặc lớn hơn hoặc bằng 20 %mol.

Tốt hơn là hợp chất polyme chứa một lượng lớn đơn vị oxy C_{2-4} alkylen theo quan điểm tăng cường khả năng hấp phụ lên chì và dễ dàng có cấu trúc tuyến tính. Hợp chất polyme như vậy 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 ^1H -NMR của hợp chất polyme, tỷ lệ giữa giá trị tích hợp của đỉnh nằm trong khoảng từ 3,2 ppm đến 3,8 ppm trên tổng giá trị tích hợp của đỉnh này, giá trị tích hợp của đỉnh của các nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}_2-$, và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}<$ tăng lên. Ví dụ, tỷ lệ này là lớn hơn hoặc bằng 50%, và có thể là lớn hơn hoặc bằng 80%. Từ quan điểm tăng cường hơn nữa hiệu quả của việc giảm lượng sọc quá mức và tăng cường hơn nữa tác dụng hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sọc và/hoặc hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp, tỷ lệ trên tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 85%, và tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 90%. Ví dụ, khi hợp chất polyme có nhóm $-\text{OH}$ ở đầu cuối và cũng có nhóm $-\text{CH}_2-$ hoặc nhóm $-\text{CH}<$ được liên kết với nguyên tử oxy của nhóm $-\text{OH}$, trong phổ ^1H -NMR, các đỉnh của các nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}_2-$ và $-\text{CH}<$ có sự chuyển dịch hóa học trong khoảng lớn hơn 3,8 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 4,0 ppm.

Hợp chất polyme có thể chứa hợp chất có Mn lớn hơn hoặc bằng 500, hợp chất có Mn lớn hơn hoặc bằng 600 hoặc hợp chất có Mn lớn hơn hoặc bằng 1000. Mn của hợp chất như vậy, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 20000, và có thể nhỏ hơn hoặc bằng 15000 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 10000. Mn của hợp chất tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 5000 và có thể nhỏ hơn hoặc bằng 4000 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 3000, theo quan điểm dễ dàng giữ lại hợp chất trong vật liệu điện cực âm và dễ dàng trải mỏng hợp chất hơn trên bề mặt chì.

Mn của hợp chất có thể lớn hơn hoặc bằng 500 (hoặc lớn hơn hoặc bằng 600) và nhỏ hơn hoặc bằng 20000, lớn hơn hoặc bằng 500 (hoặc lớn hơn hoặc bằng 600) và nhỏ hơn hoặc bằng 15000, lớn hơn hoặc bằng 500 (hoặc lớn hơn hoặc bằng 600) và nhỏ hơn hoặc bằng 10000, lớn hơn hoặc bằng 500 (hoặc lớn hơn hoặc bằng 600) và nhỏ hơn hoặc bằng 5000, lớn hơn hoặc bằng 500 (hoặc lớn hơn hoặc bằng 600) và nhỏ hơn hoặc bằng 4000, lớn hơn hoặc bằng 500 (hoặc lớn hơn hoặc bằng 600) và nhỏ hơn hoặc bằng 3000, lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 20000 (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 15000), lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 10000 (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 5000), hoặc lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 4000 (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 3000).

Hợp chất polyme tốt hơn là chứa ít nhất hợp chất có Mn lớn hơn hoặc bằng 1000. Mn của hợp chất như vậy có thể lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 20000, lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 15000, hoặc lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 10000. Mn của hợp chất tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 5000, và có thể lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 4000, hoặc lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 3000, theo quan điểm 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 như vậy được sử dụng, lượng sạc quá mức có thể được giảm dễ dàng hơn. Bằng cách giảm lượng sạc quá mức, sự thay đổi cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm do va chạm của khí hydro với vật liệu hoạt tính âm cũng có thể bị hạn chế. Do đó, hiệu quả của việc hạn chế sự suy giảm của hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp sau khi thử nghiệm tải nhẹ ở nhiệt độ cao có thể được nâng cao. Vì hợp chất có Mn như được mô tả ở trên dễ dàng di chuyển vào vật liệu điện cực âm ngay cả khi hợp chất được chứa trong dung dịch điện phân, hợp chất có thể được bổ sung vào vật liệu điện cực âm, và từ quan điểm

đó, hợp chất dễ dàng được giữ lại trong vật liệu điện cực âm. Là hợp chất polyme, hai hoặc nhiều hơn hai hợp chất có Mn khác nhau có thể được sử dụng. Nghĩa là, hợp chất polyme có thể có nhiều đỉnh của Mn trong sự phân bố của khối lượng phân tử.

Tỷ lệ C_n/S_n là lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng $26 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, và có thể là lớn hơn hoặc bằng $50 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ hoặc lớn hơn hoặc bằng $90 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$. Khi tỷ lệ C_n/S_n nằm trong khoảng như vậy, có thể hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc trong khi giảm lượng sạc quá mức. Dễ dàng đảm bảo hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp ở mức cao (cụ thể là hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp sau khi thử nghiệm tải nhẹ ở nhiệt độ cao). Tỷ lệ C_n/S_n tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng $800 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng $730 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ hoặc nhỏ hơn hoặc bằng $600 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$. Khi tỷ lệ C_n/S_n nằm trong khoảng như vậy, sẽ dễ dàng đảm bảo khả năng chấp nhận sạc cao hơn. Tỷ lệ C_n/S_n tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng $450 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng $410 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ theo quan điểm tăng cường hiệu quả hạn chế sự suy giảm của hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp sau kiểm tra tải nhẹ nhiệt độ cao.

Tỷ lệ C_n/S_n có thể là lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ (hoặc lớn hơn hoặc bằng $26 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$) và nhỏ hơn hoặc bằng $800 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ (hoặc lớn hơn hoặc bằng $26 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$) và nhỏ hơn hoặc bằng $730 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ (hoặc lớn hơn hoặc bằng $26 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$) và nhỏ hơn hoặc bằng $600 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ (hoặc lớn hơn hoặc bằng $26 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$) và nhỏ hơn hoặc bằng $450 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ (hoặc lớn hơn hoặc bằng $26 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$) và nhỏ hơn hoặc bằng $410 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, lớn hơn hoặc bằng $50 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ (hoặc lớn hơn hoặc bằng $90 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$) và nhỏ hơn hoặc bằng $800 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, lớn hơn hoặc bằng $50 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ (hoặc lớn hơn hoặc bằng $90 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$) và nhỏ hơn hoặc bằng $730 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, lớn hơn hoặc bằng $50 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ (hoặc lớn hơn hoặc bằng $90 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$) và nhỏ hơn hoặc bằng $600 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, lớn hơn hoặc bằng $50 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ (hoặc lớn hơn hoặc bằng $90 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$) và nhỏ hơn hoặc bằng $450 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, hoặc lớn hơn hoặc bằng $50 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ (hoặc lớn hơn hoặc bằng $90 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$) và nhỏ hơn hoặc bằng $410 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$.

Hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm, ví dụ, lớn hơn 8 ppm, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 10 ppm hoặc lớn hơn hoặc bằng 13 ppm, tốt hơn nữa

là lớn hơn hoặc bằng 15 ppm, và có thể là lớn hơn hoặc bằng 30 ppm hoặc lớn hơn hoặc bằng 40 ppm trên cơ sở khối lượng. Khi hàm lượng C_n của hợp chất polyme nằm trong khoảng như vậy, điện áp tạo hydro có thể dễ dàng tăng lên hơn, và tác dụng giảm lượng sục quá mức có thể được tăng cường hơn nữa. Từ quan điểm dễ dàng đảm bảo hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp ở mức cao hơn, hàm lượng C_n (trên cơ sở khối lượng) của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm có thể là lớn hơn hoặc bằng 50 ppm hoặc lớn hơn hoặc bằng 80 ppm và có thể là lớn hơn hoặc bằng 100 ppm. Hàm lượng C_n (trên cơ sở khối lượng) của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm là, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 3000 ppm, và có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 2500 ppm hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 2000 ppm. Từ quan điểm hạn chế bề mặt chì bị bao phủ quá mức bằng hợp chất polyme và do đó hạn chế sự suy giảm hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp một cách hiệu quả và dễ dàng, hàm lượng C_n (trên cơ sở khối lượng) của hợp chất polyme tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 1000 ppm, tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 600 ppm hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 500 ppm, và có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 300 ppm hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 200 ppm. Các giá trị giới hạn dưới và các giá trị giới hạn trên này có thể được kết hợp tùy ý.

Hàm lượng C_n (trên cơ sở khối lượng) của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm có thể lớn hơn 8 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 10 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 3000 ppm, lớn hơn 8 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 10 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 2500 ppm, lớn hơn 8 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 10 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 2000 ppm, lớn hơn 8 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 10 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 1000 ppm, lớn hơn 8 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 10 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 600 ppm, lớn hơn 8 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 10 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 500 ppm, lớn hơn 8 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 10 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 300 ppm, lớn hơn 8 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 10 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 200 ppm, lớn hơn hoặc bằng 13 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 15 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 3000 ppm, lớn hơn hoặc bằng 13 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 15 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 2500 ppm, lớn hơn hoặc bằng 13 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 15 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 2000 ppm, lớn hơn hoặc bằng 13 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 15 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 1000 ppm, lớn hơn hoặc bằng 13 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 15 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 600 ppm, lớn hơn hoặc bằng 13 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 15 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 500 ppm, lớn hơn hoặc bằng 13 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 15

ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 300 ppm, lớn hơn hoặc bằng 13 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 15 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 200 ppm, lớn hơn hoặc bằng 30 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 40 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 3000 ppm, lớn hơn hoặc bằng 30 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 40 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 2500 ppm, lớn hơn hoặc bằng 30 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 40 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 2000 ppm, lớn hơn hoặc bằng 30 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 40 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 1000 ppm, lớn hơn hoặc bằng 30 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 40 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 600 ppm, lớn hơn hoặc bằng 30 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 40 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 500 ppm, lớn hơn hoặc bằng 30 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 40 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 300 ppm, lớn hơn hoặc bằng 30 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 40 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 200 ppm, lớn hơn hoặc bằng 50 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 80 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 3000 ppm, lớn hơn hoặc bằng 50 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 80 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 2500 ppm, lớn hơn hoặc bằng 50 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 80 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 2000 ppm, lớn hơn hoặc bằng 50 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 80 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 1000 ppm, lớn hơn hoặc bằng 50 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 80 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 600 ppm, lớn hơn hoặc bằng 50 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 80 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 500 ppm, lớn hơn hoặc bằng 50 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 80 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 300 ppm, lớn hơn hoặc bằng 50 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 80 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 200 ppm, lớn hơn hoặc bằng 100 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3000 ppm (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 2500 ppm), lớn hơn hoặc bằng 100 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 2000 ppm (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 1000 ppm), lớn hơn hoặc bằng 100 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 600 ppm (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 500 ppm), hoặc lớn hơn hoặc bằng 100 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 300 ppm (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 200 ppm).

Vật liệu cacbon

Ví dụ về vật liệu cacbon bao gồm muội than, graphit, cacbon cứng, cacbon mềm và tương tự. Ví dụ về muội than bao gồm muội acetylen, muội Ketjen, muội lò, muội đèn, và tương tự. Graphit có thể là vật liệu cacbon bao gồm cấu trúc tinh thể kiểu graphit và có thể là graphit nhân tạo hoặc graphit tự nhiên. Một loại vật liệu cacbon có thể được sử dụng đơn lẻ, hoặc hai hoặc nhiều hơn hai loại của chúng có thể được sử dụng kết hợp.

Trong số các vật liệu cacbon, vật liệu cacbon trong đó tỷ lệ cường độ I_D/I_G của đỉnh (dải D) xuất hiện trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 1300 cm^{-1} và nhỏ hơn hoặc bằng 1350 cm^{-1} trong phổ Raman đến đỉnh (dải G) xuất hiện trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 1550 cm^{-1} và nhỏ hơn hoặc bằng 1600 cm^{-1} là lớn hơn hoặc bằng 0 và nhỏ hơn hoặc bằng 0,9 được gọi là graphit. Graphit có thể là graphit nhân tạo hoặc graphit tự nhiên.

Vì hợp chất polyme cũng bao phủ bề mặt của vật liệu cacbon nên lượng lớp phủ lên chì hoặc chì sulfat cũng bị ảnh hưởng bởi diện tích bề mặt cụ thể và lượng của vật liệu cacbon.

Diện tích bề mặt cụ thể S_c của vật liệu cacbon, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng $0,5\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, và có thể, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng $0,8\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng $1\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng $2\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng $20\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng $25\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng $50\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng $70\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng $100\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, hoặc lớn hơn hoặc bằng $130\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$. Khi diện tích bề mặt cụ thể S_c nằm trong khoảng như vậy, có thể dễ dàng hạn chế sự gia tăng quá mức hàm lượng của hợp chất polyme và đảm bảo khả năng chấp nhận sạc ở mức cao. Diện tích bề mặt cụ thể S_c có thể là, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng $1500\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, nhỏ hơn hoặc bằng $1000\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, nhỏ hơn hoặc bằng $700\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng $650\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, và có thể nhỏ hơn hoặc bằng $200\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, nhỏ hơn hoặc bằng $150\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng $130\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$. Khi diện tích bề mặt cụ thể S_c nằm trong khoảng như vậy, sự sinh khí trên bề mặt vật liệu cacbon có xu hướng đáng chú ý; tuy nhiên, ngay cả trong trường hợp như vậy, việc tạo khí có thể bị hạn chế bằng cách kết hợp với hợp chất polyme.

Diện tích bề mặt cụ thể S_c của vật liệu cacbon có thể lớn hơn hoặc bằng $0,5$ (hoặc $0,8$) $\text{(m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $1500\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng $0,5$ (hoặc $0,8$) $\text{(m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $1000\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng $0,5$ (hoặc $0,8$) $\text{(m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $700\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng $0,5$ (hoặc $0,8$) $\text{(m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $650\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng $0,5$ (hoặc $0,8$) $\text{(m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $200\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng $0,5$ (hoặc $0,8$) $\text{(m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $150\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng $0,5$ (hoặc $0,8$) $\text{(m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $130\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng 1 (hoặc 2) $\text{(m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $1500\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng 1 (hoặc 2) $\text{(m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $1000\text{ (m}^2\cdot\text{g}^{-1}\text{)}$, lớn hơn hoặc bằng 1 (hoặc

2) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 700 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 1 (hoặc 2) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 650 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 1 (hoặc 2) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 200 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 1 (hoặc 2) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 150 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 1 (hoặc 2) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 130 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 20 (hoặc 25) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 1500 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 20 (hoặc 25) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 1000 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 20 (hoặc 25) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 700 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 20 (hoặc 25) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 650 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 20 (hoặc 25) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 200 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 20 (hoặc 25) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 150 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 20 (hoặc 25) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 130 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 50 (hoặc 70) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 1500 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 50 (hoặc 70) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 1000 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 50 (hoặc 70) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 700 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 50 (hoặc 70) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 650 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 50 (hoặc 70) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 200 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 50 (hoặc 70) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 150 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 50 (hoặc 70) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 130 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 100 (hoặc 130) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 1500 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 100 (hoặc 130) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 1000 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 100 (hoặc 130) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 700 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 100 (hoặc 130) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 650 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), lớn hơn hoặc bằng 100 (hoặc 130) ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 200 ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)).

Diện tích bề mặt cụ thể S_c của vật liệu cacbon là diện tích bề mặt cụ thể BET được xác định bằng phương pháp hấp phụ khí sử dụng khí nitơ.

Vật liệu cacbon có thể bao gồm vật liệu cacbon thứ nhất có kích thước hạt lớn hơn hoặc bằng 32 μm , và có thể bao gồm vật liệu cacbon thứ hai có kích thước hạt nhỏ hơn 32 μm . Vật liệu cacbon có thể bao gồm cả vật liệu cacbon thứ nhất và vật liệu cacbon thứ hai. Vật liệu cacbon thứ nhất và vật liệu cacbon thứ hai được tách biệt và phân biệt bằng quy trình được mô tả sau đây.

Ví dụ về vật liệu cacbon thứ nhất bao gồm ít nhất một vật liệu được chọn từ nhóm bao gồm graphit, cacbon cứng và cacbon mềm. Trong số đó, tốt hơn là vật liệu cacbon thứ nhất chứa ít nhất là graphit. Bằng cách sử dụng graphit, có thể đảm bảo hiệu suất tuổi thọ PSOC cao hơn. Tốt hơn là vật liệu cacbon thứ hai chứa ít nhất muối than.

Khi vật liệu cacbon chứa vật liệu cacbon thứ hai, tỷ lệ của vật liệu cacbon thứ hai trong toàn bộ vật liệu cacbon là, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 10% khối lượng, có thể là lớn hơn hoặc bằng 40% khối lượng, và có thể là lớn hơn hoặc bằng 50% khối lượng hoặc lớn hơn hoặc bằng 60% khối lượng. Khi tỷ lệ của vật liệu cacbon thứ hai nằm trong khoảng như vậy, nó sẽ có lợi trong việc đảm bảo khả năng chấp nhận sạc cao hơn. Ví dụ, tỷ lệ của vật liệu cacbon thứ hai trong toàn bộ vật liệu cacbon là nhỏ hơn hoặc bằng 100% khối lượng. Từ quan điểm dễ dàng đảm bảo hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp ở mức cao hơn, tỷ lệ của vật liệu cacbon thứ hai có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 90% khối lượng.

Tỷ lệ của vật liệu cacbon thứ hai trong toàn bộ vật liệu cacbon có thể là lớn hơn hoặc bằng 10% khối lượng (hoặc lớn hơn hoặc bằng 40% khối lượng) và nhỏ hơn hoặc bằng 100% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 10% khối lượng (hoặc lớn hơn hoặc bằng 40% khối lượng) và nhỏ hơn hoặc bằng 90% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 50% khối lượng (hoặc lớn hơn hoặc bằng 60% khối lượng) và nhỏ hơn hoặc bằng 100% khối lượng, hoặc lớn hơn hoặc bằng 50% khối lượng (hoặc lớn hơn hoặc bằng 60% khối lượng) và nhỏ hơn hoặc bằng 90% khối lượng.

Ví dụ, hàm lượng C_c của vật liệu cacbon trong vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng 0,01% khối lượng và có thể là lớn hơn hoặc bằng 0,1% khối lượng. Hàm lượng C_c tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 0,2% khối lượng hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,3% khối lượng theo quan điểm dễ dàng đảm bảo khả năng chấp nhận sạc ở mức cao hơn. Tốt hơn là hàm lượng C_c lớn hơn hoặc bằng 0,45% khối lượng theo quan điểm tăng cường hơn nữa tác dụng hạn chế lượng sạc quá mức và thu được hiệu quả cao hơn trong việc hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc. Ví dụ, hàm lượng C_c là nhỏ hơn hoặc bằng 5% khối lượng và có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 3,5% khối lượng. Theo quan điểm dễ dàng đảm bảo lượng sạc quá mức ở mức lớn hơn, hàm lượng C_c tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 3% khối lượng.

Hàm lượng C_c của vật liệu cacbon có thể lớn hơn hoặc bằng 0,01% khối lượng (hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,1% khối lượng) và nhỏ hơn hoặc bằng 5% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 0,01% khối lượng (hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,1% khối lượng) và nhỏ hơn hoặc bằng 3,5% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 0,01% khối lượng (hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,1% khối lượng) và nhỏ hơn hoặc bằng 3% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 0,2% khối lượng (hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,3% khối lượng) và nhỏ hơn hoặc bằng 5% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 0,2% khối lượng (hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,3% khối lượng) và nhỏ hơn hoặc bằng 3,5% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 0,2% khối lượng (hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,3% khối lượng) và nhỏ hơn hoặc bằng 3% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 0,45% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 5% khối lượng (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 3,5% khối lượng), hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,45% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 3% khối lượng.

Chất giãn nở

Vật liệu điện cực âm có thể chứa chất giãn nở. Như chất giãn nở, chất giãn nở hữu cơ được ưu tiên. Như chất giãn nở hữu cơ, các lignin và/hoặc chất giãn nở hữu cơ tổng hợp có thể được sử dụng. Ví dụ về các lignin bao gồm lignin, các dẫn xuất của lignin, và tương tự. Ví dụ về dẫn xuất lignin bao gồm axit lignin sulfonic hoặc các muối của nó (chẳng hạn như muối kim loại kiềm (muối natri và tương tự)), và tương tự. Các chất giãn nở hữu cơ thường được phân loại chung thành lignin và chất giãn nở hữu cơ tổng hợp. Cũng có thể nói rằng chất giãn nở hữu cơ tổng hợp là chất giãn nở hữu cơ khác với lignin. Chất giãn nở hữu cơ tổng hợp là polyme hữu cơ chứa nguyên tố lưu huỳnh, và thường chứa nhiều vòng thơm trong phân tử và nguyên tố lưu huỳnh là nhóm chứa lưu huỳnh. Trong số các nhóm chứa lưu huỳnh, nhóm axit sulfonic hoặc nhóm sulfonyl 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 giãn nở.

Như chất giãn nở hữu cơ, nên sử dụng chất ngưng tụ chứa ít nhất đơn vị hợp chất thơm. Ví dụ về chất ngưng tụ như vậy bao gồm chất ngưng tụ của hợp chất thơm với hợp chất andehit (andehit (ví dụ, fomanđehit) và/hoặc chất ngưng tụ của chúng, và tương

tự). Chất giãn nở hữu cơ có thể chứa đơn vị của một loại hợp chất thơm hoặc đơn vị của hai hoặc nhiều hơn hai loại hợp chất thơm.

Lưu ý rằng đơn vị của hợp chất thơm dùng để chỉ đơn vị có nguồn gốc từ hợp chất thơm được kết hợp trong chất ngưng tụ.

Ví dụ về vòng thơm của hợp chất thơm bao gồm vòng benzen, vòng naphtalen, và tương tự. Khi hợp chất thơm có nhiều vòng thơm, nhiều vòng thơm có thể được liên kết bằng liên kết trực tiếp, nhóm liên kết (ví dụ, nhóm alkylen (bao gồm nhóm alkyliden), một nhóm sulfon, và tương tự), hoặc tương tự. Ví dụ về cấu trúc như vậy bao gồm cấu trúc bisaren (biphenyl, bisphenylalkan, bisphenylsulfon, và tương tự). Ví dụ về hợp chất thơm bao gồm các hợp chất có vòng thơm và nhóm hydroxy và/hoặc nhóm amin. Nhóm hydroxy hoặc nhóm amin có thể được liên kết trực tiếp với vòng thơm, hoặc có thể được liên kết dưới dạng chuỗi alkyl có nhóm hydroxy hoặc nhóm amin. Lưu ý rằng nhóm hydroxy cũng bao gồm các muối của nhóm hydroxy (-OMe). Nhóm amin cũng bao gồm các muối của nhóm amin (muối với anion). Ví dụ về 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 tương tự.

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

Chất ngưng tụ tốt hơn là chứa đơn vị hợp chất thơm có ít nhất nhóm chứa lưu huỳnh. Đặc biệt, khi sử dụng chất ngưng tụ chứa ít nhất đơn vị hợp chất bisphenol có nhóm chứa lưu huỳnh, có thể tăng cường tác dụng hạn chế sự suy giảm hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp sau thử nghiệm tải nhẹ ở nhiệt độ cao. Theo quan điểm để tăng cường tác dụng hạn chế sự giảm chất lỏng, tốt hơn là sử dụng chất ngưng tụ của hợp chất

naphtalen có nhóm chứa lưu huỳnh và có nhóm hydroxy và/hoặc nhóm amin với hợp chất andehit.

Nhóm chứa lưu huỳnh có thể được liên kết trực tiếp với vòng thơm có trong hợp chất, và ví dụ, có thể được liên kết với vòng thơm dưới dạng chuỗi alkyl có nhóm chứa lưu huỳnh. Nhóm chứa lưu huỳnh không bị giới hạn cụ thể, và các ví dụ về chúng bao gồm nhóm sulfonyl, nhóm axit sulfonic hoặc muối của chúng, và tương tự.

Ngoài ra, như chất giãn nở hữu cơ, ví dụ, ít nhất chất ngưng tụ chứa ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao 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 giãn 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). Ví dụ về chất ngưng tụ như vậy bao gồm chất ngưng tụ của hợp chất bisaren và hợp chất thơm đơn vòng với hợp chất andehit. Như hợp chất hydroxyaren, hợp chất axit phenol sulfonic (axit phenol sulfonic, sản phẩm thế của chúng, hoặc tương tự) được ưu tiên hơn. Như hợp chất aminoaren, aminobenzensulfonic axit, alkylaminobenzensulfonic axit, và những loại tương tự được ưu tiên hơn. Như hợp chất thơm đơn vòng, hợp chất hydroxyaren được ưu tiên hơn.

Vật liệu điện cực âm có thể chứa, ví dụ, chất giãn nở hữu cơ thứ nhất có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh lớn hơn hoặc bằng 2000 $\mu\text{mol/g}$ trong số các chất giãn nở hữu cơ. Ví dụ về chất giãn nở hữu cơ thứ nhất bao gồm chất giãn nở hữu cơ tổng hợp được mô tả ở trên (chẳng hạn như chất ngưng tụ).

Hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh của chất giãn nở hữu cơ thứ nhất có thể lớn hơn hoặc bằng 2000 $\mu\text{mol/g}$, và tốt hơn lớn hơn hoặc bằng 3000 $\mu\text{mol/g}$. Giới hạn trên của hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh của chất giãn nở hữu cơ không bị giới hạn cụ thể, và tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 9000 $\mu\text{mol/g}$, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 8000 $\mu\text{mol/g}$ hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 7000 $\mu\text{mol/g}$ theo quan điểm tăng cường thêm tác dụng hạn chế 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 giãn nở hữu cơ với hợp chất polyme như vậy, sự hòa tan của chì sulfat trong quá trình sạc ít có khả năng bị ngăn chặn, do đó sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc có thể bị hạn chế hơn nữa.

Hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh của chất giãn nở hữu cơ thứ nhất có thể là, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 2000 $\mu\text{mol/g}$ (hoặc lớn hơn hoặc bằng 3000 $\mu\text{mol/g}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 9000 $\mu\text{mol/g}$, lớn hơn hoặc bằng 2000 $\mu\text{mol/g}$ (hoặc lớn hơn hoặc bằng 3000 $\mu\text{mol/g}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 8000 $\mu\text{mol/g}$, hoặc lớn hơn hoặc bằng 2000 $\mu\text{mol/g}$ (hoặc lớn hơn hoặc bằng 3000 $\mu\text{mol/g}$) và nhỏ hơn hoặc bằng 7000 $\mu\text{mol/g}$.

Tốt hơn là trọng lượng phân tử trung bình số (M_w) của chất giãn nở hữu cơ thứ nhất, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 7000. Ví dụ, M_w của chất giãn nở hữu cơ thứ nhất là nhỏ hơn hoặc bằng 100000 và có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 20000.

Trong mô tả sáng chế, M_w của chất giãn nở hữu cơ được xác định bởi GPC. Chất chuẩn được sử dụng để xác định M_w là natri polystyren sulfonat.

M_w được đo trong các điều kiện sau đây bằng cách sử dụng thiết bị sau đây.

Thiết bị GPC: Hệ thống GPC xây dựng SD-8022/DP-8020/AS-8020/CO-8020/UV-8020 (do Tosoh Corporation sản xuất)

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

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

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

Tốc độ dòng: 1 mL/phút.

Nồng độ: 10 mg/mL

Lượng phun: 10 μL

Chất chuẩn: Na polystyren sulfonat ($M_w = 275000, 35000, 12500, 7500, 5200, 1680$)

Vật liệu điện cực âm có thể chứa, ví dụ, chất giãn nở hữu cơ thứ hai có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh nhỏ hơn 2000 $\mu\text{mol/g}$. Ví dụ về chất giãn nở hữu cơ thứ hai bao gồm lignin và chất giãn nở hữu cơ tổng hợp (cụ thể, các lignin) trong số các chất giãn nở hữu cơ được mô tả ở trên. Hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh của chất giãn nở hữu cơ thứ hai tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 1000 $\mu\text{mol/g}$, và có thể nhỏ hơn hoặc bằng 800

$\mu\text{mol/g}$. Giới hạn dưới của hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh trong chất giãn nở hữu cơ thứ hai không bị giới hạn cụ thể, và là, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng $400 \mu\text{mol/g}$. Khi chất giãn nở hữu cơ thứ hai và hợp chất polyme được sử dụng kết hợp, kích thước hạt của chất keo có thể được giảm xuống, do đó tác dụng hạn chế sự suy giảm hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp có thể được tăng cường hơn nữa.

Ví dụ, Mw của chất giãn nở hữu cơ thứ hai nhỏ hơn 7000. Ví dụ, Mw của chất giãn nở hữu cơ thứ hai là lớn hơn hoặc bằng 3000.

Khi chất giãn nở hữu cơ thứ nhất và chất giãn nở hữu cơ thứ hai được sử dụng kết hợp, tỷ lệ khối lượng của chúng có thể được lựa chọn tùy ý. Từ quan điểm dễ dàng đảm bảo hiệu ứng hiệp đồng trong việc hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc, tỷ lệ của chất giãn nở hữu cơ thứ nhất so với tổng lượng chất giãn nở hữu cơ thứ nhất và chất giãn nở hữu cơ thứ hai tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 20% khối lượng, và có thể lớn hơn hoặc bằng 25% khối lượng. Theo quan điểm tương tự, tỷ lệ của chất giãn nở hữu cơ thứ nhất trên tổng lượng chất giãn nở hữu cơ thứ nhất và chất giãn nở hữu cơ thứ hai tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 80% khối lượng, và có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 75% khối lượng.

Tỷ lệ của chất giãn nở hữu cơ thứ nhất với tổng lượng chất giãn nở hữu cơ thứ nhất và chất giãn nở hữu cơ thứ hai có thể là lớn hơn hoặc bằng 20% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 80% khối lượng (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 75% khối lượng), hoặc lớn hơn hoặc bằng 25% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 80% khối lượng (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 75% khối lượng).

Ví dụ, hàm lượng của chất giãn nở hữu cơ có trong vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng 0,01% khối lượng và có thể là lớn hơn hoặc bằng 0,05% khối lượng. Ví dụ, hàm lượng của chất giãn nở hữu cơ là nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% khối lượng và có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 0,5% khối lượng. 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 giãn nở hữu cơ có trong vật liệu điện cực âm có thể lớn hơn hoặc bằng 0,01% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 0,05% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 0,01%

khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 0,5 % khối lượng hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,05% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 0,5% khối lượng.

Bari sulfat

Ví dụ, hàm lượng bari sulfat trong vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng 0,05% khối lượng và có thể lớn hơn hoặc bằng 0,10% khối lượng. Hàm lượng bari sulfat trong vật liệu điện cực âm là nhỏ hơn hoặc bằng 3% khối lượng và có thể nhỏ hơn hoặc bằng 2% khối lượng. Các giá trị giới hạn dưới và các giá trị giới hạn trên này có thể được kết hợp tùy ý.

Hàm lượng bari sulfat trong vật liệu điện cực âm có thể lớn hơn hoặc bằng 0,05% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 3% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 0,05% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 2% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 0,10% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 3% khối lượng, hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,10% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 2% khối lượng.

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

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 sạc đầy và sau đó được tháo rời để thu được tấm điện cực âm cần phân tích. Tấm điện cực âm thu được được rửa bằng nước để loại bỏ axit sulfuric trên tấm điện cực âm. Việc rửa bằng nước được thực hiện cho đến khi xác nhận rằng màu của giấy thử pH không thay đổi bằng cách ấn giấy thử pH lên bề mặt của tấm điện cực âm đã được rửa bằng nước. Tuy nhiên, việc rửa bằng nước được thực hiện trong vòng hai giờ. Tấm điện cực âm được rửa bằng nước được làm khô ở $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$ trong môi trường áp suất giảm trong khoảng sáu giờ. Khi chi tiết dính kèm được bao gồm sau khi làm khô, chi tiết dính kèm được lấy ra khỏi tấm điện cực âm bằng cách bóc. Tiếp theo, vật liệu điện cực âm được tách ra khỏi tấm điện cực âm để thu được mẫu (sau đây gọi là mẫu A). Mẫu A được nghiền nếu cần và được 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 20 $\pm$ 5°C trong 16 giờ để chiết tách 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 tách được hòa tan hoặc hợp chất polyme thu được bằng cách làm khô dung dịch clorofom, thông tin thu được từ phổ hồng ngoại, phổ hấp thụ nhìn thấy được tia cực tím, phổ NMR, LC-MS và/hoặc GC-MS nhiệt phân, 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 cách chiết tách được hòa tan để thu hồi thành phần hòa tan trong clorofom. Thành phần hòa tan trong clorofom được hòa tan trong clorofom được đơtêr hóa, và phổ ^1H -NMR được đo trong các điều kiện sau. Từ phổ ^1H -NMR này, đỉnh có độ dịch chuyển hóa học trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8 ppm được xác nhận. Ngoài ra, từ đỉnh nằm trong khoảng này, loại đơn vị oxy C_{2-4} alkylen được định rõ.

Thiết bị: máy phổ cộng hưởng từ hạt nhân loại AL400, do JEOL Ltd. sản xuất.

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)

Đối chiếu: 7,24 ppm

Đường kính ống mẫu: 5 mm

Từ phổ ^1H -NMR, giá trị tích hợp (V_1) của đỉnh mà tại đó sự dịch chuyển hóa học có mặt trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8 ppm được xác định. Ngoài ra, đối với mỗi nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}_2-$ và $-\text{CH}<$ liên kết với nguyên tử oxy liên kết với nhóm đầu cuối của hợp chất polyme, tổng (V_2) của các giá trị tích hợp của các đỉnh trong phổ ^1H -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 được xác định để kẹp lấy đỉnh tương ứng trong phổ $^1\text{H-NMR}$ và mỗi giá trị tích hợp được tính bằng cách sử dụng đường thẳng nối hai điểm làm đường cơ sở. Ví dụ, đối với đỉnh mà sự dịch chuyển hóa học có mặt trong khoảng từ 3,2 ppm đến 3,8 ppm, đường thẳng nối hai điểm 3,2 ppm và 3,8 ppm trong phổ được sử dụng làm đường cơ sở. Ví dụ, đối với đỉnh mà sự dịch chuyển hóa học có mặt trong khoảng lớn hơn 3,8 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 4,0 ppm, đường thẳng nối 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 của thành phần hòa tan clorofom được hòa tan trong clorofom được đơtêr hóa với tetrachloroetan (TCE) của m_r (g) được đo với độ chính xác $\pm 0,0001$ g và phổ $^1\text{H-NMR}$ được đo. Giá trị tích hợp (S_a) của đỉnh trong đó độ dịch chuyển hóa học có mặt trong khoảng từ 3,2ppm đến 3,8 ppm và giá trị tích hợp (S_r) của đỉnh thu được 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.

$$C_n = S_a/S_r \times N_r/N_a \times M_a/M_r \times m_r/m \times 1000000$$

(trong đó M_a là trọng lượng phân tử của cấu trúc thể hiện đỉnh nằm trong khoảng dịch chuyển hóa học từ 3,2 ppm đến 3,8 ppm (cụ thể hơn là trọng lượng phân tử của cấu trúc lặp lại của đơn vị oxy C_{2-4} alkylen), và N_a là số nguyên tử hydro liên kết với nguyên tử cacbon của chuỗi chính của cấu trúc lặp lại. N_r và M_r lần lượt là số hydro có trong phân tử của chất chuẩn và trọng lượng phân tử của chất chuẩn, và m (g) là khối lượng của vật liệu làm điện cực âm được sử dụng để chiết tách.)

Vì chất chuẩn 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. Khi hợp chất polyme là polyetylen glycol, M_a là 44 và N_a là 4. Trong trường hợp đồng trùng hợp, N_a là giá trị thu được bằng tính trung bình các giá trị N_a của mỗi đơn vị monome sử dụng tỷ lệ mol (%mol) của mỗi đơn vị monome 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 bằng phần mềm xử lý dữ liệu “ALICE” do JEOL Ltd. sản xuất.

(1-3) Phép đo M_n của hợp chất polyme

Phép đo GPC của hợp chất polyme được thực hiện bằng thiết bị sau đây trong các điều kiện sau. Một cách riêng biệt, đường cong hiệu chuẩn (đường chuẩn) được lập từ đồ thị M_n của chất chuẩn và thời gian rửa giải. M_n của hợp chất polyme được tính toán dựa trên đường chuẩn và kết quả đo GPC của hợp chất polyme.

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

Cột: hai cột GPC KF-805L (do Shodex sản xuất) mắc nối tiếp

Nhiệt độ cột: 30°C

Pha động: tetrahydrofuran

Tốc độ dòng: 1 mL/phút.

Nồng độ: 0,20% khối lượng

Lượng phun: 10 μL

Chất chuẩn: polyetylen glycol ($M_n = 2000000, 200000, 20000, 2000, 200$)

Bộ phát hiện: bộ phát hiện chỉ số khúc xạ vi sai (Shodex RI-201H, do Shodex sản xuất)

(2) Phân tích vật liệu cacbon

(2-1) Phân tách và xác định định lượng vật liệu cacbon

Ắc quy chì-axit ở trạng thái đã được sạc đầy được tháo rời, tấm điện cực âm đã tạo thành được đưa ra ngoài, axit sulfuric được loại bỏ bằng cách rửa bằng nước và tấm điện cực âm được làm khô trong chân không hoặc trong môi trường khí trơ. Tiếp theo, vật liệu điện cực âm được thu từ tấm điện cực âm đã được làm khô và nghiền thành bột. 30 mL dung dịch axit nitric có nồng độ 60% khối lượng được thêm vào mỗi 5 g mẫu nghiền và hỗn hợp này được đun nóng ở 70°C . 10 g dinatri etylendiaminetetraacetat, 30 mL nước amoniac có nồng độ 28% khối lượng, và 100 mL nước được thêm vào mỗi 5 g mẫu đã nghiền, và tiếp tục đun nóng để hòa tan thành phần hòa tan. Do đó, mẫu đã

được xử lý trước được thu thập bằng cách lọc. Mẫu đã thu thập được đưa qua sàng có lỗ 500 μm để loại bỏ các thành phần có kích thước lớn như vật liệu gia cố và các thành phần lọt qua sàng được thu thập như vật liệu cacbon.

Hàm lượng C_c của vật liệu cacbon trong vật liệu điện cực âm được xác định bằng cách đo khối lượng của từng vật liệu cacbon được phân tách theo quy trình trên và tính tỷ lệ (% khối lượng) của tổng khối lượng trong mẫu nghiên.

Khi vật liệu cacbon thứ nhất và vật liệu cacbon thứ hai được tách ra, việc tách được thực hiện theo quy trình sau.

Khi vật liệu cacbon thu được được sàng theo phương pháp ướt sử dụng sàng có lỗ 32 μm , vật liệu cacbon còn lại trên sàng mà không lọt qua lưới sàng được xác định là vật liệu cacbon thứ nhất và vật liệu cacbon lọt qua lưới sàng được xác định là vật liệu cacbon thứ hai. Có nghĩa là, kích thước hạt của mỗi vật liệu cacbon dựa trên kích thước của lỗ lưới của sàng. Đối với sàng ướt, có thể tham khảo JIS Z 8815: 1994.

Cụ thể, vật liệu cacbon được đặt trên sàng có lỗ 32 μm và được sàng bằng cách lắc nhẹ sàng trong 5 phút trong khi tưới nước trao đổi ion. Vật liệu cacbon thứ nhất còn lại trên sàng được thu thập từ sàng bằng cách đổ nước trao đổi ion qua sàng, và tách khỏi nước trao đổi ion bằng cách lọc. Vật liệu cacbon thứ hai đã đi qua rây được thu thập bằng cách lọc sử dụng màng lọc (lỗ 0,1 μm) làm bằng nitroxenluloza. Vật liệu cacbon thứ nhất thu được và vật liệu cacbon thứ hai thu được đều được làm khô ở nhiệt độ 100°C trong 2 giờ. Vì sàng có lỗ 32 μm , nên sử dụng sàng có lưới sàng có lỗ định mức 32 μm , được xác định trong JIS Z 8801-1: 2006, được sử dụng.

Tỷ lệ của vật liệu cacbon thứ hai trong toàn bộ vật liệu cacbon được xác định bằng cách tính tỷ lệ (% khối lượng) của khối lượng đo được của vật liệu cacbon thứ hai trong khối lượng của vật liệu cacbon.

(2-2) Diện tích bề mặt cụ thể BET S_c của vật liệu cacbon

Diện tích bề mặt cụ thể BET S_c của vật liệu cacbon được xác định bằng phương trình BET bằng phương pháp hấp phụ khí sử dụng vật liệu cacbon được phân tách theo quy trình (2-1) được mô tả ở trên. Vật liệu cacbon được xử lý trước bằng cách nung ở nhiệt độ 150°C trong 1 giờ trong dòng nitơ để loại bỏ độ ẩm. Sử dụng vật liệu cacbon

đã được xử lý trước, diện tích bề mặt cụ thể BET của vật liệu cacbon được xác định bằng thiết bị sau đây trong các điều kiện sau.

Thiết bị đo: TriStar 3000 do Micromeritics Instrument Corp sản xuất.

Khí hấp phụ: khí nitơ có độ tinh khiết lớn hơn hoặc bằng 99,99%

Nhiệt độ hấp phụ: nhiệt độ điểm sôi nitơ lỏng (77 K)

Phương pháp tính toán diện tích bề mặt cụ thể của BET: theo 7.2 của JIS Z 8830: 2013

(3) Diện tích bề mặt cụ thể BET S_n của vật liệu điện cực âm

Diện tích bề mặt cụ thể BET S_n của vật liệu điện cực âm được xác định bằng phương trình BET theo phương pháp hấp phụ khí sử dụng mẫu A. Vật liệu điện cực âm được xử lý trước bằng cách nung nóng ở nhiệt độ 150°C trong 1 giờ trong dòng nitơ. Sử dụng vật liệu điện cực âm đã được xử lý trước, diện tích bề mặt cụ thể BET S_n của vật liệu điện cực âm được xác định bằng cách sử dụng thiết bị và các điều kiện tương tự như trong (2-2).

(4) Phân tích chất giãn nở hữu cơ

(4-1) Phân tích định tính chất giãn nở hữu cơ trong vật liệu điện cực âm

Mẫu A được ngâm trong dung dịch nước natri hydroxit (NaOH) 1 mol/L để chiết tách chất giãn nở hữu cơ. Tiếp theo, chất giãn nở hữu cơ thứ nhất và chất giãn nở hữu cơ thứ hai được tách ra khỏi dịch chiết. Đối với mỗi vật liệu được tách chứa mỗi chất giãn 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 cô đặc và làm khô. Quá trình 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 nhúng dung dịch vào nước cất. Dung dịch được làm khô để thu được mẫu bột (sau đây, còn được gọi là mẫu bột B) của chất giãn nở hữu cơ.

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

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

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

(4-2) Xác định định lượng hàm lượng chất giãn nở hữu cơ trong vật liệu điện cực âm

Tương tự như (4-1) ở trên, đối với mỗi vật liệu được tách chứa chất giãn nở hữu cơ, dung dịch được thu sau khi loại bỏ thành phần không hòa tan bằng cách lọc. Đo phổ hấp thụ tử ngoại nhìn thấy được của mỗi dung dịch thu được. Hàm lượng của mỗi chất giãn nở hữu cơ trong vật liệu điện cực âm được xác định bằng cách sử dụng cường độ của đỉnh đặc trưng của mỗi chất giãn nở hữu cơ và đường cong hiệu chuẩn được chuẩn bị trước.

Khi ắc quy chì-axit, trong đó hàm lượng của chất giãn nở hữu cơ là không xác định được thu và hàm lượng của chất giãn nở hữu cơ được đo, công thức cấu tạo của chất giãn nở hữu cơ không thể được định rõ, do đó cùng một chất giãn nở hữu cơ có thể

không được sử dụng cho đường cong hiệu chuẩn. Trong trường hợp này, hàm lượng của chất giãn nở hữu cơ được đo bằng cách sử dụng phổ hấp thụ tử ngoại nhìn thấy được bằng cách tạo đường cong hiệu chuẩn sử dụng chất giãn nở hữu cơ được chiết tách 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 hồng ngoại, phổ NMR, và các loại tương tự thể hiện hình dạng tương tự.

(4-3) Hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh trong chất giãn nở hữu cơ

Tương tự như (4-1) ở trên, sau khi thu được mẫu bột của chất giãn nở hữu cơ, nguyên tố lưu huỳnh trong 0,1 g chất giãn nở hữu cơ được chuyển thành axit sulfuric bằng phương pháp bình đốt oxy. Lúc này, mẫu bột được đốt trong bình chứa chất hấp phụ để thu được dịch rửa giải trong đó các ion sulfat được hòa tan trong chất hấp phụ. Tiếp theo, dịch rửa giải 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 giãn nở hữu cơ. Tiếp theo, C1 được nhân với 10 để tính hàm lượng ($\mu\text{mol/g}$) của nguyên tố lưu huỳnh trong chất giãn nở hữu cơ trên 1 g.

(5) Định lượng bari sulfat

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

Chất rắn thu được được phân tán trong nước để tạo thành hệ 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 hệ phân tán bằng cách sử dụng rây. Tiếp theo, hệ phân tán được trải qua quá trình lọc hút bằng cách sử dụng bộ lọc màng với khối lượng của nó được đo trước, và bộ lọc màng được làm khô với mẫu đã lọc trong máy sấy ở $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Mẫu được lọc là mẫu hỗn hợp của vật liệu cacbon và bari sulfat. Khối lượng của mẫu hỗn hợp được đo bằng cách lấy tổng khối lượng của mẫu hỗn hợp đã làm khô và bộ lọc màng trừ đi khối lượng của màng lọc. Sau đó, mẫu hỗn hợp đã sấy khô được cho vào chén nung cùng với màng lọc và được đốt và thiêu ở nhiệt độ 700°C hoặc cao hơn. Phần dư còn lại

là bari oxit. Khối lượng của bari sulfat được xác định bằng cách chuyển khối lượng của bari oxit thành khối lượng của bari sulfat.

Thành phần khác

Tấm điện cực âm có thể được tạo thành theo cách mà bộ gom dòng điện âm được phủ hoặc lấp đầy bằng bột nhão điện cực âm, sau đó được đóng rắn và làm khô để chuẩn bị tấm điện cực âm chưa được tạo thành, và sau đó, tấm điện cực âm chưa được tạo thành được tạo thành. Bột nhão điện cực âm được chuẩn bị bằng cách thêm nước và axit sulfuric vào bột chì và chất giãn nở hữu cơ, và các chất phụ gia khác nếu cần, và nhào trộn hỗn hợp. Tại thời điểm đóng rắn, tốt hơn là nên đóng rắn tấm điện cực âm chưa được tạo thành ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ phòng và độ ẩm cao.

Quá trình tạo thành có thể được thực hiện bằng cách sạc phân tử ở trạng thái mà phân tử bao gồm tấm điện cực âm chưa được tạo thành được ngâm trong dung dịch điện phân chứa axit sulfuric trong bình chứa của ắc quy chì-axit. Tuy nhiên, quá trình tạo thành có thể được thực hiện trước khi ắc quy chì-axit hoặc phân tử 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 dán, loại bọc và tương tự. Tấm điện cực dương loại dán bao gồm bộ gom dòng điện dương và vật liệu điện cực dương. Vật liệu điện cực dương được giữ bởi bộ gom dòng điện dương. Trong tấm điện cực dương loại dán, vật liệu điện cực dương thu được bằng cách tháo bộ gom dòng điện dương ra khỏi tấm điện cực dương. Bộ gom dòng điện 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 tấm chì hoặc tấm hợp kim chì. Ví dụ về phương pháp xử lý bao gồm gia công giãn nở và gia công đột dập. Nên sử dụng bộ gom dòng dạng lưới làm bộ gom dòng điện dương vì vật liệu điện cực dương được hỗ trợ dễ dàng. Tấm điện cực dương kiểu bọc bao gồm nhiều ống xốp, cạnh sắc được chèn vào mỗi ống, bộ gom dòng điện kết hợp nhiều cạnh sắc, vật liệu điện cực dương mà ống chèn cạnh sắc được lấp đầy, và khớp mà ghép cặp nhiều ống. Trong tấm vật liệu điện cực dương loại bọc, vật liệu điện cực dương là vật liệu thu được bằng cách loại bỏ ống, cạnh sắc, bộ gom dòng và khớp.

Trong tấm điện cực dương kiểu bọc, cạnh sắc và bộ gom dòng điện có thể được gọi chung là bộ gom dòng điện dương.

Chi tiết chẳng hạn như tấm lót hoặc giấy dán có thể bị dính vào tấm điện cực dương. Chi tiết như vậy (chi tiết dính) được sử dụng tích hợp với tấm điện cực dương và do đó được giả định là được bao gồm trong tấm điện cực dương. Ngoài ra, khi tấm điện cực dương bao gồm chi tiết như vậy, vật liệu điện cực dương thu được bằng cách tháo bộ gom dòng điện dương và chi tiết dính ra khỏi tấm điện cực dương trong tấm điện cực dương loại dán.

Như hợp kim chì được sử dụng cho bộ gom dòng điện dương, hợp kim Pb-Sb, hợp kim Pb-Ca hoặc hợp kim Pb-Ca-Sn được ưa chuộng hơn về khả năng chống ăn mòn và độ bền cơ học. Bộ gom dòng điện dương có thể bao gồm lớp bề mặt. Lớp bề mặt và lớp bên trong của bộ gom dòng điện dương có thể có các thành phần khác nhau. Lớp bề mặt có thể được tạo thành trong một phần của bộ gom dòng điện dương. Lớp bề mặt có thể chỉ được tạo thành trên phần lưới, chỉ trên phần vấu, hoặc chỉ trên phần sườn khung của bộ gom dòng điện dương.

Vật liệu điện cực dương chứa trong tấm điện cực dương chứa vật liệu hoạt tính dương (chì dioxit hoặc chì sulfat) thể hiện công suất thông qua phản ứng oxy hóa khử. Vật liệu điện cực dương có thể chứa một chất phụ gia khác tùy ý.

Một tấm điện cực dương loại dán chưa được tạo thành được thu bằng cách lấp đầy bộ gom điện cực dương với bột nhão điện cực dương, và đóng rắn và làm khô bột nhão. Bột nhão điện cực dương được chuẩn bị bằng cách nhào bột chì, chất phụ gia, nước và axit sulfuric. Tấm điện cực dương loại phủ chưa được tạo thành được tạo thành bằng cách lấp đầy ống xóp, trong đó cạnh sắc được nối bằng bộ gom dòng điện được chèn bằng bột chì hoặc bột chì dạng sền sệt, và nối nhiều ống bằng khớp nối. Sau đó, tấm điện cực dương thu được bằng cách tạo thành các tấm điện cực dương chưa được tạo thành. Quá trình tạo thành có thể được thực hiện bằng cách sạc phần tử ở trạng thái trong đó phần tử bao gồm tấm điện cực dương chưa được tạo thành được ngâm trong dung dịch điện phân chứa axit sulfuric trong bình chứa của ắc quy chì-axit. Tuy nhiên, quá trình tạo thành có thể được thực hiện trước khi ắc quy chì-axit hoặc phần tử được lắp ráp.

Quá trình tạo thành có thể được thực hiện bằng cách sạc phần tử ở trạng thái trong đó phần tử bao gồm tấm điện cực dương chưa được tạo thành được ngâm trong dung dịch điện phân chứa axit sulfuric trong bình chứa của ác quy chì-axit. Tuy nhiên, quá trình tạo thành có thể được thực hiện trước khi ác quy chì-axit hoặc phần tử được lắp ráp.

Tấm phân tách

Tấm phân tách có thể được bố trí giữa tấm điện cực âm và tấm điện cực dương. Như tấm phân tách, vải không dệt, màng vi xốp và/hoặc những thứ tương tự được sử dụng. Độ dày và số lượng tấm phân tách đặt giữa tấm điện cực âm và tấm điện cực dương có thể được chọn phù hợp với khoảng cách giữa các điện cực.

Vải không dệt là tấm lót trong đó các sợi đan xen vào nhau mà không phải dệt và chủ yếu được tạo thành từ các sợi. Ví dụ, đối với vải không dệt, 60% khối lượng hoặc lớn hơn 60% khối lượng vải không dệt được tạo thành từ các sợi. Như các sợi, có thể sử dụng sợi thủy tinh, sợi polyme (sợi polyolefin, sợi acrylic, sợi polyester như sợi polyetylen terephthalat, v.v.), sợi bột giấy, và tương tự. Trong số đó, sợi thủy tinh được ưu tiên hơn. Vải không dệt có thể chứa các thành phần ngoài các sợi, chẳng hạn như bột vô cơ kháng axit, polyme làm chất kết dính, và tương tự.

Mặt khác, màng vi xốp là tấm xốp chủ yếu được làm từ các thành phần ngoại trừ các thành phần sợi và được thu bằng cách, ví dụ, ép đùn chế phẩm chứa, ví dụ, phụ gia tạo lỗ (bột polyme, dầu và/hoặc tương tự) thành dạng tấm rồi loại bỏ phụ gia tạo lỗ để tạo thành các lỗ. Tốt hơn là màng vi xốp được làm bằng vật liệu có khả năng kháng axit và tốt hơn là được cấu tạo chủ yếu từ thành phần polyme. Như thành phần polyme, polyolefin chẳng hạn như polyetylen hoặc polypropylen được ưu tiên.

Ví dụ, tấm phân tách có thể chỉ được làm bằng vải không dệt hoặc chỉ được làm bằng màng vi xốp. Khi được yêu cầu, tấm phân tách có thể là tấm dát mỏng của vải không dệt và màng vi xốp, tấm dát mỏng của các vật liệu khác nhau hoặc cùng loại, hoặc tấm dát mỏng của các vật liệu khác nhau hoặc cùng loại, trong đó các rãnh lõm và phần nhô ra được khớp vào nhau.

Tấm phân tách có thể có hình dạng tấm hoặc có thể được tạo thành ở hình dạng túi. Một tấm phân tách dạng tấm có thể được bố trí giữa tấm điện cực dương và tấm điện cực âm. Hơn nữa, tấm điện cực có thể được bố trí để được kẹp bởi một tấm phân tách dạng tấm ở trạng thái gấp lại. Trong trường hợp này, tấm điện cực dương được kẹp bởi tấm phân tách dạng tấm gấp và tấm điện cực âm được kẹp bởi tấm phân tách dạng tấm gấp có thể được chồng lên nhau, hoặc một trong số tấm điện cực dương và tấm điện cực âm có thể được kẹp bởi tấm phân tách dạng tấm gấp và chồng lên tấm điện cực khác. Ngoài ra, tấm phân tách dạng tấm có thể được gấp lại thành hình ống thổi, và tấm điện cực dương và tấm điện cực âm có thể được kẹp bởi tấm phân tách hình ống thổi sao cho tấm phân tách được xen vào giữa. Khi tấm phân tách được gấp lại theo hình ống thổi được sử dụng, tấm phân tách có thể được bố trí sao cho phần gấp nằm dọc theo hướng ngang của trục quy chi-axit (ví dụ, sao cho phần uốn cong có thể song song với hướng ngang), và tấm phân tách có thể được bố trí sao cho phần gấp nằm dọc theo hướng dọc (ví dụ, sao cho phần uốn cong song song với hướng dọc). Trong tấm phân tách được gấp lại theo hình ống thổi, các rãnh lõm được tạo thành xen kẽ trên cả hai phía bề mặt chính của tấm phân tách. Vì các vấu thường được tạo thành ở phần phía trên của tấm điện cực dương và tấm điện cực âm, khi tấm phân tách được bố trí sao cho các phần gấp nằm dọc theo hướng ngang của trục quy chi-axit, mỗi tấm điện cực dương và tấm điện cực âm chỉ được bố trí trong rãnh lõm trên một phía bề mặt chính của tấm phân tách (tức là, tấm phân tách kép được đặt xen kẽ giữa các tấm âm và dương liền kề). Khi tấm phân tách được bố trí sao cho phần gấp nằm dọc theo hướng dọc của trục quy chi-axit, tấm điện cực dương có thể được đặt trong rãnh lõm trên một phía bề mặt chính và tấm điện cực âm có thể được đặt trong rãnh lõm trên phía bề mặt chính khác (nghĩa là, tấm phân tách có thể được xen kẽ đơn lẻ giữa các tấm âm và dương liền kề). Khi tấm phân tách hình túi được sử dụng, tấm phân tách hình túi có thể chứa tấm điện cực dương hoặc có thể chứa tấm điện cực âm.

Trong mô tả sáng chế, hướng lên-xuống của tấm có nghĩa là hướng lên-xuống của trục quy chi-axit theo hướng thẳng đứng.

Dung dịch điện phân

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

Hợp chất polyme có thể được chứa trong dung dịch điện phân. Tương tự như trường hợp của vật liệu điện cực âm, nguồn của hợp chất polyme chứa trong dung dịch điện phân không bị giới hạn cụ thể.

Ví dụ, nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 500 ppm, nhỏ hơn hoặc bằng 300 ppm, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 200 ppm trên cơ sở khối lượng. Như đã mô tả ở trên, ngay cả khi lượng hợp chất polyme có trong dung dịch điện phân nhỏ, lượng sạc quá mức có thể được giảm bớt, đồng thời có thể hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc và hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp. Nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể lớn hơn hoặc bằng 1 ppm hoặc lớn hơn hoặc bằng 5 ppm trên cơ sở khối lượng. Các giá trị giới hạn trên và các giá trị giới hạn dưới này có thể được kết hợp tùy ý.

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

Cũng ưu tiên rằng nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân là lớn hơn hoặc bằng 100 ppm. Tại thời điểm này, hợp chất polyme tốt hơn là chứa ít nhất hợp chất có Mn lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 5000. Vì hợp chất polyme có Mn nhỏ hơn hoặc bằng 5000 dễ dàng hòa tan trong dung dịch điện phân và dễ dàng di chuyển trong dung dịch điện phân, nên hợp chất polyme di chuyển vào vật liệu điện cực âm và có thể nâng cao hơn nữa tác dụng giảm lượng sạc quá mức. Vì sự thay đổi cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm do khí hydro cũng bị hạn chế, nên cũng có thể hạn chế sự suy giảm hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp sau thử nghiệm tải nhẹ ở nhiệt độ cao. Trong hợp chất polyme có Mn lớn hơn hoặc bằng 1000, xem xét rằng khả năng hấp phụ lên chỉ được tăng cường hơn nữa, và hiệu quả của việc giảm lượng sạc quá mức có thể được tăng cường hơn nữa. Khi axit quy chì-axit được sử dụng trong một thời gian dài, sự

thay đổi cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm dần dần diễn ra, và hợp chất polyme có xu hướng dễ bị rửa giải khỏi tấm điện cực âm. Tuy nhiên, khi dung dịch điện phân chứa một số nồng độ hợp chất polyme, quá trình rửa giải hợp chất polyme từ tấm điện cực âm có thể bị hạn chế, hợp chất polyme có thể được giữ lại trong vật liệu điện cực âm và hợp chất polyme có thể được bổ sung từ dung dịch điện phân đến tấm điện cực âm.

Nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể là, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 100 ppm, có thể là lớn hơn hoặc bằng 200 ppm hoặc lớn hơn hoặc bằng 500 ppm, có thể lớn hơn 500 ppm, hoặc có thể là lớn hơn hoặc bằng 600 ppm trên cơ sở khối lượng. Hợp chất polyme tốt hơn là chứa ít nhất hợp chất có Mn lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 5000 (ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 4000 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 3000). Khi hợp chất polyme được chứa trong vật liệu điện cực âm và dung dịch điện phân chứa một số nồng độ hợp chất polyme, quá trình rửa giải hợp chất polyme từ tấm điện cực âm có thể bị hạn chế và hợp chất polyme có thể được bổ sung từ dung dịch điện phân sang tấm điện cực âm.

Nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể là, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 5000 ppm, nhỏ hơn hoặc bằng 4000 ppm, nhỏ hơn hoặc bằng 3000 ppm, nhỏ hơn hoặc bằng 2500 ppm, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 2400 ppm trên cơ sở khối lượng.

Nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân trên cơ sở khối lượng có thể là lớn hơn hoặc bằng 100 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 200 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 5000 ppm, lớn hơn hoặc bằng 100 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 200 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 4000 ppm, lớn hơn hoặc bằng 100 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 200 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 3000 ppm, lớn hơn hoặc bằng 100 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 200 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 2500 ppm, lớn hơn hoặc bằng 100 ppm (hoặc lớn hơn hoặc bằng 200 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 2400 ppm, lớn hơn hoặc bằng 500 ppm (hoặc lớn hơn 500 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 5000 ppm, lớn hơn hoặc bằng 500 ppm (hoặc lớn hơn 500 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 4000 ppm, lớn hơn hoặc bằng 500 ppm (hoặc lớn hơn 500 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 3000 ppm, lớn hơn hoặc bằng 500 ppm (hoặc lớn hơn 500 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 2500 ppm, lớn hơn hoặc bằng 500 ppm (hoặc lớn hơn 500 ppm) và nhỏ hơn hoặc bằng 2400 ppm, lớn hơn hoặc bằng 600 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 5000 ppm (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 4000 ppm), lớn hơn

hoặc bằng 600 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3000 ppm (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 2500 ppm), hoặc lớn hơn hoặc bằng 600 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 2400 ppm.

Nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân được xác định đối với ắc quy chì-axit ở trạng thái sạc đầy.

Về nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân, clorofom được thêm vào và trộn với một lượng xác định trước (m_1 (g)) của dung dịch điện phân được lấy ra từ ắc quy chì-axit được tạo thành ở trạng thái sạc đầy, hỗn hợp được để yên để tách 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 hàm lượng clorofom hòa tan. Một lượng thích hợp của thành phần hòa tan clorofom được hòa tan trong clorofom được đơteri hóa cùng với $0,0212 \pm 0,0001$ g TCE, và phổ $^1\text{H-NMR}$ được đo. Giá trị tích hợp (S_a) của đỉnh trong đó độ dịch chuyển hóa học nằm trong khoảng từ 3,2 ppm đến 3,8 ppm và giá trị tích hợp (S_r) của đỉnh có nguồn gốc từ TCE được xác định và hàm lượng C_e của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân được xác định từ công thức sau đây.

$$C_e = S_a/S_r \times N_r/N_a \times M_a/M_r \times m_r/m_1 \times 1.000.000$$

(trong đó M_a và N_a giống như mô tả ở trên)

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 khác với anion sulfat chẳng hạn như ion phosphat) nếu cần.

Ví dụ, tỷ trọng của dung dịch điện phân trong ắc quy chì-axit ở trạng thái sạc đầy ở 20°C là lớn hơn hoặc bằng 1,20 và có thể là lớn hơn hoặc bằng 1,25. Tỷ trọng của dung dịch điện phân ở 20°C là nhỏ hơn hoặc bằng 1,35 và tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 1,32. Các giá trị giới hạn dưới và các giá trị giới hạn trên này có thể được kết hợp tùy ý. Tỷ trọng của dung dịch điện phân ở 20°C có thể lớn hơn hoặc bằng 1,20 và nhỏ hơn hoặc bằng 1,35, lớn hơn hoặc bằng 1,20 và nhỏ hơn hoặc bằng 1,32, lớn hơn hoặc bằng 1,25 và nhỏ hơn hoặc bằng 1,35, hoặc lớn hơn hoặc bằng 1,25 và nhỏ hơn hoặc bằng 1,32.

Ắc quy chì-axit có thể được thu 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 bình chứa. Trong quá trình lắp ráp ắc quy chì-axit, tấm phân tách thường được bố trí để nằm xen kẽ giữa tấm điện cực dương và tấm điện cực âm. Quá trình lắp ráp ắc quy chì-axit có thể bao gồm bước tạo tấm điện cực dương và/hoặc tấm điện cực âm nếu cần sau bước đặt tấm điện cực dương, tấm điện cực âm và dung dịch điện phân trong bình chứa. Mỗi tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, dung dịch điện phân và tấm phân tách đều được chuẩn bị trước khi được cho vào bình chứa.

FIG.1 thể hiện sự xuất hiện của ví dụ về ắc quy chì-axit theo phương án của sáng chế.

Ắc quy chì-axit 1 bao gồm bình chứa 12 chứa phần 11 và dung dịch điện phân (không được thể hiện). Bên trong bình chứa 12 được ngăn bởi các vách ngăn 13 thành nhiều ngăn ô 14. Mỗi ngăn trong số các ngăn ô 14 chứa phần tử 11. Lỗ hở của bình chứa 12 được đóng bằng nắp 15 có đầu cuối điện cực âm 16 và đầu cuối điện cực dương 17. Nắp 15 được cung cấp nút thông hơi 18 cho mỗi ngăn ô. Tại thời điểm bổ sung nước, nút thông hơi 18 được tháo ra để cấp chất lỏng bổ sung nước. Nút thông hơi 18 có thể có chức năng xả khí sinh ra trong ngăn ô 14 ra bên ngoài ắc quy.

Phần tử 11 được tạo kết cấu bằng cách ghép nhiều tấm điện cực âm 2 và tấm điện cực dương 3 với tấm phân tách 4 được đặt xen kẽ giữa chúng. Ở đây, tấm phân tách hình túi 4 chứa tấm điện cực âm 2 được thể hiện, nhưng hình dạng của tấm phân tách không bị giới hạn cụ thể. Trong ngăn ô 14 nằm ở một đầu của bình chứa 12, phần giá đỡ điện cực âm 6 để kết nối song song nhiều tấm điện cực âm 2 được kết nối với thân kết nối xuyên thấu 8, và phần giá đỡ điện cực dương 5 để kết nối song song nhiều tấm điện cực dương 3 được kết nối với cực dương 7. Cực dương 7 được kết nối với đầu cuối điện cực dương 17 bên ngoài nắp 15. Trong ngăn ô 14 nằm ở đầu kia của bình chứa 12, cực âm 9 được kết nối với phần giá đỡ điện cực âm 6 và thân kết nối xuyên thấu 8 được kết nối với phần giá đỡ điện cực dương 5. Cực âm 9 được kết nối với đầu cuối điện cực âm 16 bên ngoài nắp 15. Mỗi trong số các thân kết nối xuyên thấu 8 đi qua lỗ xuyên được cung cấp trong vách ngăn 13 để kết nối các phần tử 11 của các ngăn ô liền kề 14 theo chuỗi.

Phần giá đỡ điện cực dương 5 được tạo thành bằng cách hàn các vấu, được cung cấp ở phần phía trên của các tấm điện cực dương 3 tương ứng, với nhau bằng phương pháp đúc trên dây đeo hoặc phương pháp đốt. Phần giá đỡ điện cực âm 6 cũng được tạo ra bằng cách hàn các vấu, được cung cấp trên các phần phía trên của các tấm điện cực âm 2 tương ứng, với nhau phù hợp với trường hợp của phần giá đỡ điện cực dương 5.

Nắp 15 của ắc quy chì-axit có cấu trúc đơn (nắp đơn), nhưng không giới hạn ở các ví dụ minh họa. Ví dụ, nắp 15 có thể có cấu trúc kép bao gồm nắp bên trong và nắp bên ngoài (hoặc nắp phía trên). Nắp có cấu trúc kép có thể có cấu trúc hồi lưu giữa nắp bên trong và nắp bên ngoài để quay trở lại dung dịch điện phân vào ắc quy (bên trong nắp bên trong) thông qua cổng hồi lưu được cung cấp ở nắp bên trong.

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

(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,

hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8 ppm trong sự dịch chuyển hóa học của phổ $^1\text{H-NMR}$, và

tỷ lệ: C_n/S_n của hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm với diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{g}$.

(2) Trong mục (1) ở trên, 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 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 của nhóm $-\text{CH}_2-$ và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}<$ nhóm có thể lớn hơn hoặc bằng 50%, lớn hơn hoặc bằng 80%, lớn hơn hoặc bằng 85%, hoặc lớn hơn hoặc bằng 90%.

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

(4) 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

tỷ lệ: C_n/S_n của hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm với diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng 25 ppm·m²·g.

(5) Trong mục (3) hoặc (4) ở trên, 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 có thể 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 oxy C₂₋₄ alkylen, và sản phẩm cộng C₂₋₄ alkylen oxit 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,

tỷ lệ: C_n/S_n của hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm với diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng 25 ppm·m²·g,

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 C₂₋₄ alkylen oxit của polyol.

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

- (8) Trong mục (5) hoặc (6) ở trên, sản phẩm este hóa có thể có nhóm -OC(=O)-R^3 (trong đó R^3 là nhóm hữu cơ) trong đó nhóm -OH ở đầu cuối của ít nhất một phần của hợp chất hydroxy được este hóa, và nhóm hữu cơ R^3 có thể là nhóm hydrocacbon.
- (9) Trong mục (7) hoặc (8) ở trên, nhóm hydrocacbon có thể là nhóm hydrocacbon béo.
- (10) Trong mục (9) ở trên, nhóm hydrocacbon béo có thể là mạch thẳng hoặc mạch nhánh.
- (11) Trong mục (9) hoặc (10) ở trên, số nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon béo là, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 30, và có thể từ nhỏ hơn hoặc bằng 26 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 22, nhỏ hơn hoặc bằng 20 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 16, nhỏ hơn hoặc bằng 14 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 10, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 8 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 6.
- (12) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (9) đến (11) ở trên, nhóm hydrocacbon béo có thể là nhóm alkyl hoặc nhóm ankenyl.
- (13) Trong mục (12) ở trên, số nguyên tử cacbon của nhóm alkyl có thể là lớn hơn hoặc bằng 1, và số nguyên tử cacbon của nhóm ankenyl có thể là lớn hơn hoặc bằng 2.
- (14) Trong mục (12) hoặc (13) ở trên, nhóm alkyl có thể là ít nhất một loại được chọn từ nhóm 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 và behenyl.
- (15) Trong mục (12) hoặc (13) ở trên, 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), (13) hoặc (15) ở trên, nhóm alkenyl có thể là ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm vinyl, 1-propenyl, allyl, palmitoleyl và oleyl.
- (17) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (3) đến (16) ở trên, cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C_{2-4} alkylen có thể chứa ít nhất cấu trúc lặp lại của đơn vị oxypropylen.
- (18) Trong mục (17) ở trên, tỷ lệ của đơn vị oxypropylen trong hợp chất polyme (1 phân tử) có thể là lớn hơn hoặc bằng 5 %mol, lớn hơn hoặc bằng 10 %mol hoặc lớn hơn hoặc bằng 20 %mol.

(19) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (18) ở trên, hợp chất polyme có thể chứa hợp chất có Mn lớn hơn hoặc bằng 500, hợp chất có Mn lớn hơn hoặc bằng 600 hoặc hợp chất có Mn lớn hơn hoặc bằng 1000.

(20) Trong mục (19) ở trên, Mn của hợp chất có thể nhỏ hơn hoặc bằng 20000, nhỏ hơn hoặc bằng 15000, nhỏ hơn hoặc bằng 10000, nhỏ hơn hoặc bằng 5000, nhỏ hơn hoặc bằng 4000, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 3000.

(21) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (18) ở trên, hợp chất polyme có thể chứa ít nhất hợp chất có Mn lớn hơn hoặc bằng 1000.

(22) Trong mục (21) ở trên, Mn của hợp chất có thể lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 20000, lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 15000, lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 10000, lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 5000, lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 4000, hoặc lớn hơn hoặc bằng 1000 và nhỏ hơn hoặc bằng 3000.

(23) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (22) ở trên, tỷ lệ C_n/S_n là lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, lớn hơn hoặc bằng $26 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, lớn hơn hoặc bằng $50 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, hoặc lớn hơn hoặc bằng $90 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$.

(24) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (23) ở trên, tỷ lệ C_n/S_n có thể là nhỏ hơn hoặc bằng $800 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, nhỏ hơn hoặc bằng $730 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, nhỏ hơn hoặc bằng $600 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, nhỏ hơn hoặc bằng $450 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ hoặc nhỏ hơn hoặc bằng $410 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$.

(25) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (24) ở trên, hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm có thể lớn hơn 8 ppm, và có thể lớn hơn hoặc bằng 10 ppm, lớn hơn hoặc bằng 13 ppm, lớn hơn hoặc bằng 15 ppm, lớn hơn hoặc bằng 30 ppm, lớn hơn hoặc bằng 40 ppm, lớn hơn hoặc bằng 50 ppm, lớn hơn hoặc bằng 80 ppm hoặc lớn hơn hoặc bằng 100 ppm trên cơ sở khối lượng.

(26) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (25) ở trên, hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm có thể nhỏ hơn hoặc bằng 3000 ppm, nhỏ hơn hoặc bằng 2500 ppm, nhỏ hơn hoặc bằng 2000 ppm, nhỏ hơn hoặc bằng 1000 ppm, nhỏ

hơn hoặc bằng 600 ppm, nhỏ hơn hoặc bằng 500 ppm, nhỏ hơn hoặc bằng 300 ppm hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 200 ppm.

(27) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (26) ở trên, diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm có thể là lớn hơn hoặc bằng $0,3 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, lớn hơn hoặc bằng $0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, hoặc lớn hơn hoặc bằng $0,7 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

(28) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (27) ở trên, diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm có thể là nhỏ hơn hoặc bằng $4 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, nhỏ hơn hoặc bằng $3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, nhỏ hơn hoặc bằng $2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, nhỏ hơn hoặc bằng $2 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng $1,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

(29) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (28) ở trên, vật liệu điện cực âm có thể chứa vật liệu cacbon.

(30) Trong mục (29) ở trên, hàm lượng C_c của vật liệu cacbon trong vật liệu điện cực âm có thể lớn hơn hoặc bằng 0,01% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 0,1% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 0,2% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 0,3% khối lượng, hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,45% khối lượng.

(31) Trong mục (29) hoặc (30) ở trên, hàm lượng C_c của vật liệu cacbon trong vật liệu điện cực âm có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 5% khối lượng, nhỏ hơn hoặc bằng 3,5% khối lượng, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 3% khối lượng.

(32) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (29) đến (31) ở trên, vật liệu cacbon có thể bao gồm vật liệu cacbon thứ hai có kích thước hạt nhỏ hơn $32 \text{ }\mu\text{m}$.

(33) Trong mục (32) ở trên, tỷ lệ của vật liệu cacbon thứ hai trong toàn bộ vật liệu cacbon có thể là lớn hơn hoặc bằng 10% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 40% khối lượng, lớn hơn hoặc bằng 50% khối lượng, hoặc lớn hơn hoặc bằng 60% khối lượng.

(34) Trong mục (32) hoặc (33) ở trên, tỷ lệ của vật liệu cacbon thứ hai trong toàn bộ vật liệu cacbon có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 100% khối lượng hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 90% khối lượng.

(35) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (34) ở trên, vật liệu điện cực âm có thể chứa thêm chất giãn nở hữu cơ.

(36) Trong mục (35) ở trên, chất giãn nở hữu cơ (hoặc vật liệu điện cực âm) có thể chứa chất giãn nở hữu cơ thứ nhất có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh lớn hơn hoặc bằng 2000 $\mu\text{mol/g}$ hoặc lớn hơn hoặc bằng 3000 $\mu\text{mol/g}$.

(37) Trong mục (36) ở trên, hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh của chất giãn nở hữu cơ thứ nhất có thể nhỏ hơn hoặc bằng 9000 $\mu\text{mol/g}$, nhỏ hơn hoặc bằng 8000 $\mu\text{mol/g}$ hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 7000 $\mu\text{mol/g}$.

(38) Trong mục (36) hoặc (37) ở trên, chất giãn 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 chứa, như đơn vị của hợp chất thơm, ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng.

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

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

(41) Trong mục (38) ở trên, nhóm chứa lưu huỳnh có thể chứa ít nhất một nhóm được chọn từ nhóm bao gồm nhóm axit sulfonic và nhóm sulfonyl.

(42) Trong mục (35) ở trên, chất giãn nở hữu cơ (hoặc vật liệu điện cực âm) có thể chứa chất giãn nở hữu cơ thứ hai có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh nhỏ hơn 2000 $\mu\text{mol/g}$ (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 1000 $\mu\text{mol/g}$ hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 800 $\mu\text{mol/g}$).

(43) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (36) đến (41) ở trên, chất giãn nở hữu cơ (hoặc vật liệu điện cực âm) có thể chứa thêm chất giãn nở hữu cơ thứ hai có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh nhỏ hơn 2000 $\mu\text{mol/g}$ (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 1000 $\mu\text{mol/g}$ hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 800 $\mu\text{mol/g}$).

(44) Trong mục (42) hoặc (43) ở trên, hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh của chất giãn nở hữu cơ thứ hai có thể lớn hơn hoặc bằng 400 $\mu\text{mol/g}$.

(45) Trong mục (43) ở trên, tỷ lệ của chất giãn nở hữu cơ thứ nhất với tổng lượng chất giãn nở hữu cơ thứ nhất và chất giãn nở ra hữu cơ thứ hai có thể là lớn hơn hoặc bằng 20% khối lượng hoặc lớn hơn hoặc bằng 25% khối lượng.

(46) Trong mục (43) hoặc (45) ở trên, tỷ lệ của chất giãn nở hữu cơ thứ nhất với tổng lượng chất giãn nở hữu cơ thứ nhất và chất giãn nở hữu cơ thứ hai có thể nhỏ hơn hoặc bằng 80% khối lượng hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 75% khối lượng.

(47) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (35) đến (46) ở trên, hàm lượng của chất giãn nở hữu cơ có trong vật liệu điện cực âm có thể lớn hơn hoặc bằng 0,01% khối lượng hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,05% khối lượng.

(48) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (35) đến (47) ở trên, hàm lượng chất giãn nở hữu cơ có trong vật liệu điện cực âm có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% khối lượng hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 0,5% khối lượng.

(49) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (48) trên, dung dịch sau điện phân có thể chứa hợp chất polyme.

(50) Trong mục (49) ở trên, nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể là nhỏ hơn hoặc bằng 500 ppm, nhỏ hơn hoặc bằng 300 ppm, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 200 ppm trên cơ sở khối lượng.

(51) Trong mục (49) hoặc (50) ở trên, nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể là lớn hơn hoặc bằng 1 ppm, hoặc lớn hơn hoặc bằng 5 ppm trên cơ sở khối lượng.

(52) Trong mục (49) ở trên, nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể lớn hơn hoặc bằng 100 ppm, có thể lớn hơn hoặc bằng 200 ppm hoặc lớn hơn hoặc bằng 500 ppm, có thể lớn hơn 500 ppm, hoặc có thể lớn hơn hoặc bằng 600 ppm trên cơ sở khối lượng.

(53) Trong mục (52) ở trên, nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể nhỏ hơn hoặc bằng 5000 ppm, nhỏ hơn hoặc bằng 4000 ppm, nhỏ hơn hoặc bằng 3000 ppm, nhỏ hơn hoặc bằng 2500 ppm hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 2400 ppm trên cơ sở khối lượng.

(54) Trong mục (52) hoặc (53) ở trên, hợp chất polyme có thể chứa ít nhất hợp chất có Mn lớn hơn hoặc bằng 500 (hoặc lớn hơn hoặc bằng 600, tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1000).

(55) Trong mục (54) ở trên, Mn của hợp chất có thể nhỏ hơn hoặc bằng 5000, nhỏ hơn hoặc bằng 4000, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 3000.

(56) Trong mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (55) ở trên, vật liệu điện cực âm có thể chứa bari sulfat.

(57) Trong mục (56) ở trên, hàm lượng bari sulfat trong vật liệu điện cực âm có thể lớn hơn hoặc bằng 0,05% khối lượng hoặc lớn hơn hoặc bằng 0,10% khối lượng.

(58) Trong mục (56) hoặc (57) ở trên, hàm lượng bari sulfat trong vật liệu điện cực âm có thể nhỏ hơn hoặc bằng 3% khối lượng hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 2% khối lượng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

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

Ắc quy chì-axit E1 đến E12 và R1

(1) Điều chế ắc quy chì-axit

(a) Chuẩn bị tấm điện cực âm

Bột chì làm vật liệu thô, bari sulfat, vật liệu cacbon, hợp chất polyme (polypropylen glycol, Mn = 2000), và chất giãn nở hữu cơ e1 được trộn với một lượng thích hợp của dung dịch nước axit sulfuric để thu được bột nhão điện cực âm. Tại thời điểm này, các thành phần được trộn sao cho tỷ lệ C_n/S_n và hàm lượng C_c của vật liệu cacbon trong vật liệu điện cực âm, mà được xác định theo quy trình mô tả ở trên, là giá trị được nêu trong Bảng 1, hàm lượng bari sulfat là 0,6% khối lượng, và hàm lượng của chất giãn nở hữu cơ là 0,1% khối lượng. Tỷ lệ C_n/S_n được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm và hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm, mà được xác định theo quy trình mô tả ở trên. Phần lưới của lưới giãn nở làm bằng hợp kim Pb-Ca-Sn được lấp đầy bởi bột nhão điện cực âm được thu, sau đó được đóng rắn và làm khô để thu được tấm điện cực âm chưa được tạo thành. Khi chất giãn nở hữu cơ e1, chất ngưng tụ của hợp chất bisphenol có nhóm axit sulfonic được đưa vào và formandehit (hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh: 5000 $\mu\text{mol/g}$, Mw = 9600) được sử dụng. Trong ắc quy chì-axit R1, tấm điện cực âm được

điều chế mà không sử dụng hợp chất polyme, và trong ắc quy chì-axit E12, tấm điện cực âm được điều chế mà không sử dụng vật liệu cacbon.

(b) Chuẩn bị tấm điện cực dương

Bột chì làm vật liệu thô được trộn với dung dịch nước axit sulfuric để thu được bột nhão điện cực dương. Phần lưới của lưới giãn nở làm bằng hợp kim Pb-Ca-Sn được lấp đầy bởi bột nhão điện cực dương, sau đó được đóng rắn và làm khô để thu được tấm điện cực dương chưa được tạo thành.

(c) Chuẩn bị ắc quy thử nghiệm

Ắc quy thử nghiệm có điện áp định mức là 2 V và dung lượng định mức trong 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 đặt trong tấm phân tách hình túi được tạo thành từ màng vi xốp polyetylen, và được xếp xen kẽ với tấm điện cực dương để tạo thành phần tử. Phần tử được đặt trong bình chứa polypropylen cùng với dung dịch điện phân (dung dịch nước axit sulfuric), và được tạo thành trong bình chứa để điều chế ắc quy chì-axit kiểu ngập nước. Tỷ trọng của dung dịch điện phân sau khi tạo thành là 1,28 (tính theo 20°C). Trong ắc quy chì-axit từ E1 đến E11, nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân được xác định theo quy trình được mô tả ở trên là nhỏ hơn hoặc bằng 300 ppm.

Trong phổ $^1\text{H-NMR}$ của hợp chất polyme được đo bằng quy trình được mô tả ở trên, đỉnh có nguồn gốc từ $-\text{CH}_2-$ của đơn vị oxypropylen được quan sát trong khoảng dịch chuyển hóa học lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,42 ppm, và đỉnh có nguồn gốc từ $-\text{CH}<$ và $-\text{CH}_2-$ của đơn vị oxypropylen được quan sát trong phạm vi dịch chuyển hóa học lớn hơn 3,42 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8 ppm. Ngoài ra, trong phổ $^1\text{H-NMR}$, tỷ lệ giữa giá trị tích hợp của đỉnh nằm trong khoảng từ 3,2 ppm đến 3,8 ppm trên tổng giá trị tích hợp của đỉnh này, giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}_2-$ liên kết với nguyên tử oxy, và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}<$ liên kết với nguyên tử oxy là 98,1%.

(2) Đánh giá

(a) Lượng sạc quá mức

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

Để thiết lập điều kiện sạc quá mức hơn bình thường 4-10 phút thử nghiệm quy định trong JIS D 5301, thử nghiệm 1 phút xả và 10 phút sạc (thử nghiệm 1-10 phút) được thực hiện ở $75^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ (thử nghiệm tải nhẹ ở nhiệt độ cao). Thử nghiệm tải nhẹ ở nhiệt độ cao được thực hiện bằng cách lặp lại 1220 chu kỳ sạc và xả trong thử nghiệm tải nhẹ nhiệt độ cao. Tổng lượng sạc quá mức (lượng công suất sạc-xả) trong mỗi chu kỳ lên đến 1220 chu kỳ được tổng hợp và tính trung bình để thu được lượng sạc quá mức (Ah) trên mỗi chu kỳ. Lượng sạc quá mức được đánh giá bằng tỷ lệ (%) khi lượng sạc quá mức (Ah) trên mỗi chu kỳ của ắc quy chì-axit R1 là 100.

Xả: 25 A, 1 phút

Sạc: 2,47 V/bình điện, 25 A, 10 phút

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

(b) Khả năng chấp nhận sạc

Điện lượng 10 giây được đo bằng ắc quy thử nghiệm sau khi sạc đầy. Cụ thể, ắc quy thử nghiệm được xả ở mức 6,4 A trong 30 phút và để trong 16 giờ. Sau đó, ắc quy thử nghiệm được sạc ở điện áp không đổi là 2,42 V/bình điện trong khi giới hạn trên của dòng điện là 200 A, và điện lượng tích hợp trong 10 giây (điện lượng 10 giây) tại thời điểm này được đo. Cả hai hoạt động đều được thực hiện trong bể nước ở 25°C .

(c) Hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp sau khi thử nghiệm tải nhẹ

Ắc quy thử nghiệm sau khi sạc đầy sau thử nghiệm tải nhẹ nhiệt độ cao ở (a) ở trên được xả ở dòng xả 150 A ở $-15^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ cho đến khi điện áp đầu cuối đạt 1,0 V/bình điện và thời gian xả (thời gian xả HR ở nhiệt độ thấp sau khi thử nghiệm tải nhẹ) (s) tại thời điểm này. Thời gian xả càng dài thì hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp càng tốt. Hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp của mỗi ắc quy được đánh giá bằng tỷ lệ (%) khi thời gian xả của ắc quy chì-axit R1 là 100.

Kết quả của ắc quy chì-axit E1 đến E12 và R1 được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1

Ắc quy số	Vật liệu carbon		Diện tích bề mặt cụ thể Sn của vật liệu điện cực âm ($\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$)	Hợp chất polyme		Lượng sạc quá mức (%)	Khả năng chấp nhận sạc (%)	Hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp (%)
	Diện tích bề mặt cụ thể Sc ($\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$)	Hàm lượng trong vật liệu điện cực âm (% khối lượng)		Hàm lượng Cu trong vật liệu điện cực âm (khối lượng ppm)	Tỷ lệ Cu/Sn (khối lượng ppm·m ⁻² ·g)			
R1	70	0,3	0,71	0	0	100	100	100
E1	70	0,3	0,71	200	282	62	84	125
E2	70	0,6	0,92	200	217	68	95	127
E3	2	0,3	0,506	50	99	87	93	123
E4	2	1	0,52	200	385	49	87	113
E5	130	0,3	0,89	100	112	81	92	125
E6	130	0,5	1,15	500	435	41	85	104
E7	25	0,3	0,575	15	26	95	97	107
E8	25	0,8	0,7	200	286	55	91	121
E9	650	0,3	2,45	1000	408	44	77	110
E10	650	0,45	3,425	2000	584	36	83	88
E11	650	0,45	3,425	2500	730	31	81	16
E12	-	0	0,5	20	40	90	93	112

Như được thể hiện trong Bảng 1, khi vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme và tỷ lệ C_n/S_n là lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{g}$, có thể hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc trong khi giảm lượng sạc quá mức. Ngay cả khi lượng sạc quá mức được giảm xuống cấp 30% hoặc cấp 40%, khả năng chấp nhận sạc cao lớn hơn hoặc bằng 77% vẫn có thể được đảm bảo. Xem xét rằng lượng sạc quá mức là do bề mặt chì bị bao phủ bởi sự hấp phụ của hợp chất polyme, do đó hiệu điện thế hydro trong tấm điện cực âm tăng lên. Xem xét rằng sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc bị hạn chế bởi vì bề mặt chì được bao phủ mỏng bởi hợp chất polyme, do đó quá trình rửa giải chì sulfat hầu như không bị ngăn chặn. Xem xét rằng sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc cũng bị hạn chế bởi thực tế là sự phân bố không đồng đều của hợp chất polyme trong các lỗ chì bị hạn chế và các ion dễ dàng di chuyển.

Mối quan hệ giữa tỷ lệ C_n/S_n và hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp trong Bảng 1 được thể hiện trên FIG.2. Như được thể hiện trong Bảng 1 và FIG.2, trong ắc quy chì-axit E1 đến E9, bất ngờ hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp thu được mặc dù vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme. Điều này được coi là do sự phân bố không đồng đều của hợp chất polyme trong các lỗ bị hạn chế, do đó các ion dễ dàng di chuyển, việc tạo ra khí hydro trong quá trình sạc quá mức bị hạn chế, và sự thay đổi cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm do va chạm của khí hydro được giảm xuống. Khi bề mặt chì được bao phủ quá mức bằng hợp chất polyme, hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp có xu hướng bị giảm

sút. Vì vậy, tỷ lệ C_n/S_n tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng $450 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng $410 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ theo quan điểm đảm bảo hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp ở mức cao hơn.

Mối quan hệ giữa tỷ lệ C_n/S_n và khả năng chấp nhận sạc trong Bảng 1 được thể hiện trên FIG.3. Mối quan hệ giữa lượng sạc quá mức và khả năng chấp nhận sạc trong Bảng 1 được thể hiện trên FIG.4. Trên FIG.3 và FIG.4, trường hợp hàm lượng C_c của vật liệu cacbon trong vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng 0,45% khối lượng và trường hợp hàm lượng C_c nhỏ hơn 0,45% khối lượng được thể hiện riêng biệt. Như thể hiện trên FIG.3, khi hàm lượng của vật liệu cacbon là lớn hơn hoặc bằng 0,45% khối lượng, tác dụng hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc được tăng cường đáng kể so với trường hợp hàm lượng nhỏ hơn 0,45% khối lượng. Trên FIG.4, có thể thấy rằng khi hàm lượng của vật liệu cacbon là lớn hơn hoặc bằng 0,45% khối lượng, khả năng chấp nhận sạc cao hơn đạt được trong khi vẫn duy trì lượng sạc quá mức nhỏ so với trường hợp hàm lượng của vật liệu cacbon nhỏ hơn 0,45% khối lượng. Hiệu ứng như vậy được coi là do hợp chất polyme dễ dàng bao phủ mỏng bề mặt chỉ được chứa trong vật liệu điện cực âm và tỷ lệ C_n/S_n được kiểm soát để dễ dàng cân bằng cả hai đặc tính.

<< Ấc quy chì-axit E13-1 đến E16-1, E13-2 đến E16-2 và E15-3 đến E15-5 >>

Một hợp chất polyme (polypropylen glycol) có Mn được thể hiện trong Bảng 2 được sử dụng. Các thành phần cấu tạo của bột nhão điện cực âm được trộn để hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm được xác định theo quy trình được mô tả ở trên là giá trị được thể hiện trong Bảng 2. Ngoại trừ những điều này, ắc quy thử nghiệm được chuẩn bị và đánh giá tương tự với ắc quy chì-axit E1. Các hợp chất polyme được sử dụng trong E13-2 đến E16-2 tương tự các hợp chất polyme được sử dụng trong E13-1 đến E16-1, tương ứng. Các hợp chất polyme được sử dụng trong E15-3 đến E15-5 tương tự các hợp chất polyme được sử dụng trong E15-1 và E15-2.

Đối với hợp chất polyme, trong phổ $^1\text{H-NMR}$, tỷ lệ giữa giá trị tích hợp của đỉnh nằm trong khoảng từ 3,2 ppm đến 3,8 ppm trên tổng giá trị tích hợp của đỉnh này, giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}_2-$ liên kết với nguyên tử oxy, và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}<$ liên kết với nguyên tử oxy nằm trong khoảng từ 90,8% đến 98,7%.

Kết quả của ắc quy chì-axit E13-1 đến E16-1, E13-2 đến E16-2, và E15-3 đến E15-5 được thể hiện trong Bảng 2. Kết quả của ắc quy chì-axit R1 cũng được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2

	R1	E13-1	E14-1	E15-1	E16-1	E13-2	E14-2	E15-2	E16-2	E15-3	E15-4	E15-5
Hàm lượng Cn của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm (khối lượng ppm)	—	82				350				800		
Tỷ lệ Cu/Sn (khối lượng ppm·m ² ·g)	—	117				493				1127	327	114
Mn của hợp chất polyme	—	400	1000	2000	3000	400	1000	2000	3000	2000		
Lượng sạc quá mức (%)	100	95	81	76	74	57	51	48	45	25	58	80
Khả năng chấp nhận sạc (%)	100	96	94	92	91	58	57	55	54	30	77	105
Hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp (%) sau thử nghiệm tải nhẹ	100	101	123	131	134	82	90	94	96	8	113	128

Như được thể hiện trong Bảng 2, khi Mn của hợp chất polyme lớn hơn hoặc bằng 1000, tác dụng giảm lượng sạc quá mức được tăng cường. Điều này được coi là do hợp chất polyme có xu hướng vẫn còn trong vật liệu điện cực âm. Ngoài ra, khi Mn lớn hơn hoặc bằng 1000, có thể đảm bảo hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp tuyệt vời sau thử nghiệm tải nhẹ ở nhiệt độ cao. Điều này được coi là do bằng cách giảm lượng sạc quá mức, sự thay đổi cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm do sự va chạm của khí hydro với vật liệu hoạt tính âm sẽ bị hạn chế.

Ắc quy chì-axit E17-1 đến E20-1 và E17-2 đến E20-2

Hợp chất polyme (polypropylen glycol) có Mn được thể hiện trong Bảng 3 được thêm vào vật liệu điện cực âm và dung dịch điện phân. Thành phần của bột nhão điện cực âm được điều chỉnh sao cho hàm lượng Cn của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm được xác định theo quy trình được mô tả ở trên là giá trị được thể hiện trong Bảng 3. Hợp chất polyme được thêm vào dung dịch điện phân sao cho nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân được xác định theo quy trình được mô tả ở trên là giá trị được nêu trong Bảng 3. Ngoại trừ các giá trị này, ắc quy thử nghiệm được chuẩn bị theo cách tương tự như trong ắc quy chì-axit E1, và lượng sạc quá mức được đánh giá. Các hợp chất polyme được sử dụng trong E17-1 đến E20-1 tương tự các hợp chất polyme được sử dụng trong E13-1 đến E16-1, tương ứng. Các hợp chất polyme được sử dụng trong E17-2 đến E20-2 tương tự như các hợp chất polyme được sử dụng trong E13-1 đến E16-1, tương ứng.

Kết quả của ắc quy chì-axit E17-1 đến E20-1 và E17-2 đến E20-2 được thể hiện trong Bảng 3. Kết quả của ắc quy chì-axit R1 cũng được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3

	R1	E17-1	E18-1	E19-1	E20-1	E17-2	E18-2	E19-2	E20-2
Hàm lượng Cn của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm (khối lượng ppm)	—	31				62			
Tỷ lệ Cn/Sn (khối lượng ppm·m ⁻² ·g)	—	44				44			
Nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân (khối lượng ppm)	—	1200				2400			
Mn của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm và trong dung dịch điện phân	—	400	1000	2000	3000	400	1000	2000	3000
Lượng sạc quá mức (%)	100	96	77	85	83	83	77	79	51

Như được thể hiện trong Bảng 3, khi Mn của hợp chất polyme lớn hơn hoặc bằng 1000, tác dụng giảm lượng sạc quá mức được tăng cường đáng kể. Điều này được coi là do khả năng hấp phụ lên chì được tăng cường. Ngoài ra, xem xét rằng khi hợp chất polyme được chứa trong dung dịch điện phân ở nồng độ nhất định, sự rửa giải của hợp chất polyme ra khỏi tấm điện cực âm cũng bị hạn chế.

Ắc quy chì-axit E21 đến E23 và R2 đến R4

Chất giãn nở hữu cơ có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh (S) được thể hiện trong Bảng 4 được sử dụng. Các thành phần cấu tạo của bột nhão điện cực âm được trộn để hàm lượng Cn của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm được xác định theo quy trình được mô tả ở trên là giá trị được nêu trong Bảng 4. Ngoài trừ những điều này, ắc quy thử nghiệm được chuẩn bị theo cách giống như trong ắc quy chì-axit E1, và lượng sạc quá mức và khả năng chấp nhận sạc được đánh giá. Hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp ban đầu được đánh giá theo quy trình sau (d) sử dụng ắc quy chì-axit.

Như chất giãn nở hữu cơ, các chất giãn nở sau được sử dụng.

(e2): Lignin sulfonat (hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh: 600 µmol/g, Mw = 5500)

(e3): Chất ngưng tụ của hợp chất bisphenol có nhóm axit sulfonic và fomandehit (hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh: 3000 µmol/g, Mw = 9000)

(e4): Chất ngưng tụ của hợp chất bisphenol có nhóm axit sulfonic và fomandehit (hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh: 7000 µmol/g, Mw = 9000)

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

(d) Hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp ban đầu

Ắc quy thử nghiệm sau khi sạc đầy được xả ở dòng xả 150 A ở $-15^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ cho đến khi điện áp đầu cuối đạt 1,0 V/bình điện, và thời gian xả (thời gian xả HR ở nhiệt độ thấp ban đầu) (s) tại thời điểm này được thu. Thời gian xả càng dài thì hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp càng tốt.

Hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp ban đầu và khả năng chấp nhận sạc của ắc quy chì-axit R1 và E15-1 cũng được đánh giá theo bên trên.

Lượng sạc quá mức và hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp ban đầu của mỗi ắc quy chì-axit E21, E22, E15-1 và E23 được đánh giá bằng tỷ lệ (%) khi dữ liệu của từng ắc quy chì-axit R2, R3, R1 và R4 sử dụng chất giãn nở hữu cơ có cùng hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh là 100.

Khả năng chấp nhận sạc của mỗi ắc quy chì-axit E21, E22, E15-1 và E23 được đánh giá bằng tỷ lệ (%) khi điện lượng 10 giây của mỗi ắc quy chì-axit R2, R3, R1, và R4 sử dụng chất giãn nở hữu cơ có cùng hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh là 100.

Kết quả của ắc quy chì-axit E21 đến E23 và R2 đến R4 được thể hiện trong Bảng 4. Kết quả của ắc quy chì-axit R1 và E15-1 cũng được thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4

	R2	E21	R3	E22	R1	E15-1	R4	E23
Hàm lượng Cn của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm (khối lượng ppm)	0	82	0	82	0	82	0	82
Tỷ lệ Cn/Sn (khối lượng ppm·m ² ·g)	0	117	0	117	0	117	0	117
Chất giãn nở hữu cơ	e2		e3		e1		e4	
Hàm lượng nguyên tố S của chất giãn nở hữu cơ ($\mu\text{mol/g}$)	600		3000		5000		7000	
Lượng sạc quá mức (%)	100	75	100	75	100	76	100	75
Khả năng chấp nhận sạc (%)	100	85	100	92	100	92	100	95
Hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp ban đầu (%)	100	113	100	107	100	105	100	104

Như được thể hiện trong Bảng 4, khi hợp chất polyme và chất giãn nở hữu cơ thứ nhất (tốt hơn là chất giãn nở hữu cơ có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh lớn hơn hoặc bằng 3000 $\mu\text{mol/g}$) được sử dụng kết hợp, thì sự suy giảm khả năng chấp nhận sục càng bị hạn chế. Khi sử dụng chất giãn nở hữu cơ thứ nhất, kích thước hạt của chì sulfat tạo ra trong quá trình xả là nhỏ và diện tích bề mặt cụ thể lớn hơn so với trường hợp sử dụng chất giãn nở hữu cơ có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh nhỏ, do đó chì sulfat ít có khả năng bị phủ bởi hợp chất polyme hơn. Kết quả là, trong trường hợp sử dụng chất giãn nở hữu cơ thứ nhất, sự suy giảm khả năng chấp nhận sục bị hạn chế so với trường hợp sử dụng chất giãn nở hữu cơ có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh nhỏ.

Khi chất giãn nở hữu cơ thứ hai có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh nhỏ chẳng hạn như lignin sulfonat được sử dụng kết hợp với hợp chất polyme, hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp ban đầu được cải thiện đáng kể. Điều này được coi là do kích thước hạt của chất keo được tạo thành trong axit sulfuric bởi chất giãn nở hữu cơ thứ hai bị giảm do tác dụng hoạt tính bề mặt của hợp chất polyme so với trường hợp không sử dụng hợp chất polyme, do đó phản ứng xả dễ dàng tiến hành. Mặt khác, trong chất giãn nở hữu cơ thứ nhất có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh cao, ngay cả khi không sử dụng hợp chất polyme, kích thước hạt của chất keo được tạo ra là nhỏ, và do đó, kích thước hạt thay đổi do bổ sung hợp chất polyme nhỏ. Do đó, tác động của việc cải thiện hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp bị giảm đi.

Ấc quy chì-axit E24 đến E28

Chất giãn nở hữu cơ thứ nhất và/hoặc chất giãn nở hữu cơ thứ hai có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh (S) được thể hiện trong Bảng 5 được trộn để hàm lượng của mỗi chất giãn nở hữu cơ được xác định theo quy trình được mô tả ở trên là giá trị được thể hiện trong Bảng 5. Ngoại trừ những điều này, ắc quy thử nghiệm được chuẩn bị tương tự như ắc quy chì-axit E1, và khả năng chấp nhận sục được đánh giá. Như chất giãn nở hữu cơ thứ nhất, (e1) tương tự như trong ắc quy chì-axit E1 được sử dụng, và như chất giãn nở hữu cơ thứ hai, lignin sulfonat (e2) tương tự như trong ắc quy chì-axit E20 được sử dụng. Đối với hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh ($\mu\text{mol/g}$) trong chất giãn nở hữu cơ, về cơ bản không có sự khác biệt giữa giá trị trước khi chuẩn bị vật liệu điện cực âm và

giá trị được đo bằng cách tháo rời ắc quy chì-axit và chiết tách từng chất giãn nở hữu cơ.

Khả năng chấp nhận sạc của ắc quy chì-axit E24 đến E28 được đánh giá bằng tỷ lệ (%) khi điện lượng 10 giây của ắc quy chì-axit E24 là 100.

Kết quả của ắc quy chì-axit từ E24 đến E28 được thể hiện trong Bảng 5.

Bảng 5

	E24	E25	E26	E27	E28
Hàm lượng Cn của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm (khối lượng ppm)	82				
Tỷ lệ Cn/Sn (khối lượng ppm·m ² ·g)	117				
Chất giãn nở hữu cơ thứ nhất (hàm lượng nguyên tố S: 5000 μmol/g) (% khối lượng)	0	0,05	0,1	0,15	0,2
Chất giãn nở hữu cơ thứ hai (hàm lượng nguyên tố S: 600 μmol/g) (% khối lượng)	0,2	0,15	0,1	0,05	0
Khả năng chấp nhận sạc (%)	100	105	111	108	103

Như được thể hiện trong Bảng 5, khi sử dụng hợp chất polyme, khả năng chấp nhận sạc ở mức cao đạt được bằng cách sử dụng kết hợp cả hai chất giãn nở hữu cơ. Kết quả khi chất giãn nở hữu cơ thứ nhất và chất giãn nở hữu cơ thứ hai được sử dụng kết hợp là cao hơn giá trị của khả năng chấp nhận sạc giả định khi mỗi chất giãn nở hữu cơ được sử dụng đơn lẻ. Từ đó có thể nói rằng khi sử dụng hợp chất polyme, thì khi sử dụng chất giãn nở hữu cơ thứ nhất và chất giãn nở hữu cơ thứ hai sẽ thu được tác dụng hiệp đồng.

Ắc quy chì-axit E29

Chất giãn nở hữu cơ e5 (chất ngưng tụ của hợp chất bisphenol S có nhóm axit sulfonic và axit phenol sulfonic với fomandehit (hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh: 4000 μmol/g, Mw = 8000)) được sử dụng. Ngoại trừ điều này, ắc quy thử nghiệm được chuẩn bị và đánh giá tương tự như ắc quy chì-axit E15-1.

Ắc quy chì-axit R5-1, R5-2, R6-1 và R6-2

Khi trộn lẫn các thành phần cấu tạo của bột nhão điện cực âm, lignin sulfonat (hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh là 600 μmol/g, Mw = 5500) hoặc dầu được thêm vào thay cho hợp chất polyme để hàm lượng trong vật liệu điện cực âm là giá trị được thể

hiện trong Bảng 6. Ngoài trừ điều này, ắc quy thử nghiệm được chuẩn bị và đánh giá tương tự như ắc quy chì-axit E15-1. Như dầu, loại dầu gốc parafin được sử dụng. Dầu gốc parafin và lignin sulfonat đều không có đỉnh nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8 ppm trong độ dịch chuyển hóa học của phổ $^1\text{H-NMR}$ được đo bằng cách sử dụng clorofom được đơtêr hóa làm dung môi.

Kết quả của ắc quy chì-axit E29, R5-1, R5-2, R6-1 và R6-2 được thể hiện trong Bảng 6. Kết quả của ắc quy chì-axit R1 và E15-1 cũng được thể hiện trong Bảng 6.

Bảng 6

	R1	E15-1	E29	R5-1	R5-2	R6-1	R6-2
Hàm lượng Cn của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm (khối lượng ppm)	0	82	82	0		0	
Tỷ lệ Cn/Sn (khối lượng ppm·m ⁻² ·g)	0	117	117	0		0	
Chất giãn nở hữu cơ (hàm lượng trong vật liệu điện cực âm (% khối lượng))	e1 (0,1)	e1 (0,1)	e5 (0,1)	e1 (0,1)		e1 (0,1)	
Chất phụ gia (hàm lượng trong vật liệu điện cực âm)	-	-	-	Lignin sulfonat		Dầu	
				82 ppm khối lượng	0,1% khối lượng	82 ppm khối lượng	0,1% khối lượng
Lượng sạc quá mức (%)	100	76	74	100	86	101	82
Khả năng chấp nhận sạc (%)	100	92	93	100	87	99	90
Hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp (%) sau thử nghiệm tải nhẹ	100	131	128	-	136	-	109

Như được thể hiện trong Bảng 6, trong ắc quy chì-axit E15-1 và E29, lượng sạc quá mức có thể được giảm thiểu một cách hiệu quả ngay cả khi hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm rất nhỏ đến 82 ppm. Mặt khác, trong ắc quy chì-axit R5-1 hoặc R6-1 sử dụng lignin sulfonat hoặc dầu, không giống như ắc quy chì-axit E15-1 và E29 sử dụng hợp chất polyme, hiệu quả của việc giảm lượng phụ tải quá mức hoàn toàn không được quan sát thấy. Từ đó có thể coi rằng hợp chất polyme ở trạng thái trong đó tương tác chẳng hạn như tác dụng hấp phụ lên chì hoặc chì sulfat khác với tương tác của lignin sulfonat hoặc dầu trong vật liệu điện cực âm. Như đã mô tả ở trên, ngay cả khi chất phụ gia hữu cơ thông thường (cụ thể là chất phụ gia hữu cơ không có đỉnh nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8 ppm trong độ dịch chuyển hóa học của phổ $^1\text{H-NMR}$) được sử dụng thay cho hợp chất polyme, không thể thu được tác dụng giảm lượng sạc quá mức. Do đó, trong ắc quy chì-axit R5-1 và R6-1,

tác dụng hạn chế sự tạo hydro trong quá trình sạc quá mức là nhỏ, và tác dụng hạn chế giảm chất lỏng là nhỏ.

Như được chỉ ra bởi R5-2 và R6-2, ngay cả trong trường hợp sử dụng lignin sulfonat hoặc dầu, khi hàm lượng trong vật liệu điện cực âm lớn, có thể đạt được tác dụng giảm lượng sạc quá mức ở một mức độ nào đó. Tuy nhiên, khi lignin sulfonat hoặc dầu được thêm vào đến mức đạt được tác dụng giảm lượng sạc quá mức, thì khả năng chấp nhận sạc cũng bị giảm sút. Nghĩa là, với chất phụ gia hữu cơ thông thường, rất khó để hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc trong khi giảm lượng sạc quá mức. Mặt khác, trong các quy chỉ-axit E15-1 và E29, mặc dù đạt được hiệu quả cao trong việc giảm lượng sạc quá mức, sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc bị hạn chế và có thể đảm bảo khả năng chấp nhận sạc cao. Từ đó có thể coi rằng trong vật liệu điện cực âm, hầu hết bề mặt của chì hoặc sulfat chì được phủ mỏng bằng hợp chất polyme, và quá áp hydro trong tấm điện cực âm tăng lên. Xem xét rằng vì bề mặt chì được phủ mỏng bằng hợp chất polyme, nên việc rửa giải chì sulfat ít có khả năng bị ngăn chặn, và do đó, sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc bị hạn chế trong các quy chỉ-axit E15-1 và E29. Do đó, so với trường hợp sử dụng các chất phụ gia hữu cơ khác như lignin sulfonat và dầu, có thể nói rằng tác dụng của việc đồng thời đạt được tác dụng giảm lượng sạc quá mức và tác dụng hạn chế sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc được nâng cao trong trường hợp sử dụng hợp chất polyme.

Trong các quy chỉ-axit E15-1 và E29, so với các quy chỉ-axit R1, hiệu suất xả HR ở nhiệt độ thấp ở mức cao có thể được đảm bảo ngay cả sau khi thử nghiệm tải nhẹ ở nhiệt độ cao. Điều này được coi là do sự phân bố không đồng đều của hợp chất polyme trong các lỗ chì bị hạn chế, do đó các ion dễ dàng di chuyển, việc tạo ra khí hydro trong quá trình sạc quá mức bị hạn chế, và sự thay đổi cấu trúc của vật liệu hoạt tính âm do va chạm của khí hydro được giảm.

Từ kết quả của Bảng 4, có thể thấy rằng hiệu ứng tương tự như của các quy chỉ-axit E15-1 và E29 cũng có thể thu được trong trường hợp sử dụng các chất giãn nở hữu cơ e2 đến e4.

Các quy chỉ-axit E30 đến E36

Là hợp chất polyme, hợp chất polyme trong Bảng 7 được sử dụng. Các thành phần cấu tạo của bột nhão điện cực âm được trộn lẫn để hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm được xác định theo quy trình được mô tả ở trên là giá trị nêu trong Bảng 7. Ngoại trừ điều này, ắc quy thử nghiệm được chuẩn bị và đánh giá tương tự như ắc quy chì-axit E1. Đối với hợp chất polyme, trong phổ $^1\text{H-NMR}$, tỷ lệ giữa giá trị tích hợp của đỉnh nằm trong khoảng từ 3,2 ppm đến 3,8 ppm trên tổng giá trị tích hợp của đỉnh này, giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của $-\text{CH}_2-$ liên kết với nguyên tử oxy, và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm $-\text{CH}<$ liên kết với nguyên tử oxy nằm trong khoảng từ 97,6% đến 99,7%.

Kết quả của ắc quy chì-axit từ E30 đến E36 được thể hiện trong Bảng 7. Kết quả của ắc quy chì-axit R1 cũng được thể hiện trong Bảng 7.

Bảng 7

	Hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm (khối lượng ppm)	Tỷ lệ C_n/Sn (khối lượng ppm·m ² ·g)	Hợp chất polyme		Lượng sạc quá mức (%)	Khả năng chấp nhận sạc (%)
			Loại	Mn		
R1	0	282	-	-	100	100
E30	300		Polypropylen glycol	2000	44	58
E31	300		Polyoxyetylen polyoxypropylen butyl ete (đơn vị oxypropylen 43 %mol)	1800	44	81
E32	300		Polyoxypropylen butyl ete	2390	55	85
E33	300		Polyoxyetylen polyoxypropylen hexylen glycol ete (đơn vị oxypropylen 20 %mol)	14000	37	54
E34	300		Polyoxypropylen metyl ete	1800	45	78
E35	300		Polyoxypropylen etyl ete	2200	45	77
E36	300		Polyoxypropylen axetat	1900	45	76

Như được thể hiện trong Bảng 7, ngay cả 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 được sử dụng, sự suy giảm khả năng chấp nhận sạc bị hạn chế đồng thời giảm lượng sạc quá mức.

Khả năng áp dụng công nghiệp

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

Các ký hiệu tham chiếu

- 1: ắc quy chì-axit
- 2: tấm điện cực âm
- 3: tấm điện cực dương
- 4: tấm phân tách
- 5: phần giá đỡ điện cực dương
- 6: phần giá đỡ điện cực âm
- 7: cực dương
- 8: thân kết nối xuyên thấu
- 9: cực âm
- 11: phần tử
- 12: bình chứa
- 13: vách ngăn
- 14: ngăn ô
- 15: nắp
- 16: đầu cuối điện cực âm
- 17: đầu cuối điện cực dương
- 18: nút thông hơi

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. 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 lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8 ppm trong sự dịch chuyển hóa học của phổ $^1\text{H-NMR}$, và

tỷ lệ: C_n/S_n của hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm với diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{g}$.

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 lớn hơn hoặc bằng 85%.

3. Ấc quy chì-axit theo điểm 1 hoặc 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 C_{2-4} alkylen, và sản phẩm cộng C_{2-4} alkylen oxit của polyol.

5. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 3 đến 4, 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.

6. Ấc quy chì-axit theo điểm 5, trong đó hợp chất polyme chứa ít nhất hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình số lớn hơn hoặc bằng 1000.
7. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó tỷ lệ C_n/S_n là nhỏ hơn hoặc bằng $800 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$.
8. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó tỷ lệ C_n/S_n là nhỏ hơn hoặc bằng $450 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$.
9. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó tỷ lệ C_n/S_n là lớn hơn hoặc bằng $90 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $410 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$.
10. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó diện tích bề mặt cụ thể S_n là lớn hơn hoặc bằng $0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.
11. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó vật liệu điện cực âm chứa vật liệu cacbon, và
hàm lượng C_c của vật liệu cacbon trong vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng 0,45% khối lượng.
12. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, trong đó vật liệu điện cực âm còn chứa chất giãn nở hữu cơ thứ nhất có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh lớn hơn hoặc bằng $2000 \text{ } \mu\text{mol/g}$.
13. Ấc quy chì-axit theo điểm 12, trong đó chất giãn 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 đơn vị của hợp chất thơm, ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng.
14. Ấc quy chì-axit theo điểm 13, trong đó chất ngưng tụ chứa đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng.
15. Ấc quy chì-axit theo điểm 13 hoặc 14, trong đó đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng bao gồm đơn vị của hợp chất hydroxyaren.
16. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 15, trong đó vật liệu điện cực âm còn chứa chất giãn nở hữu cơ thứ hai có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh nhỏ hơn $2000 \text{ } \mu\text{mol/g}$.

17. 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 C_{2-4} alkylen, và

tỷ lệ: C_n/S_n của hàm lượng C_n của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm với diện tích bề mặt cụ thể S_n của vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng $25 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$.

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 C_{2-4} alkylen oxit của polyol.

19. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 17 đến 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 điểm 19, trong đó hợp chất polyme chứa ít nhất hợp chất có trọng lượng phân tử trung bình số lớn hơn hoặc bằng 1000.

21. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 17 đến 20, trong đó tỷ lệ C_n/S_n là nhỏ hơn hoặc bằng $800 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$.

22. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 17 đến 21, trong đó tỷ lệ C_n/S_n là nhỏ hơn hoặc bằng $450 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$.

23. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 17 đến 22, trong đó tỷ lệ C_n/S_n là lớn hơn hoặc bằng $90 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $410 \text{ ppm} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{g}$.

24. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 17 đến 23, trong đó diện tích bề mặt cụ thể S_n là lớn hơn hoặc bằng $0,5 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

25. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 17 đến 24, trong đó vật liệu điện cực âm chứa vật liệu cacbon, và

hàm lượng C_c của vật liệu cacbon trong vật liệu điện cực âm là lớn hơn hoặc bằng 0,45% khối lượng.

26. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 17 đến 25, trong đó vật liệu điện cực âm còn chứa chất giãn nở hữu cơ thứ nhất có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh lớn hơn hoặc bằng 2000 $\mu\text{mol/g}$.

27. Ấc quy chì-axit theo điểm 26, trong đó chất giãn 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 đơn vị của hợp chất thơm, ít nhất một loại được chọn từ nhóm bao gồm đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng.

28. Ấc quy chì-axit theo điểm 27, trong đó chất ngưng tụ chứa đơn vị của hợp chất bisaren và đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng.

29. Ấc quy chì-axit theo điểm 27 hoặc 28, trong đó đơn vị của hợp chất thơm đơn vòng bao gồm đơn vị của hợp chất hydroxyaren.

30. Ấc quy chì-axit theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 17 đến 29, trong đó vật liệu điện cực âm còn chứa chất giãn nở hữu cơ thứ hai có hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh nhỏ hơn 2000 $\mu\text{mol/g}$.

Fig. 1

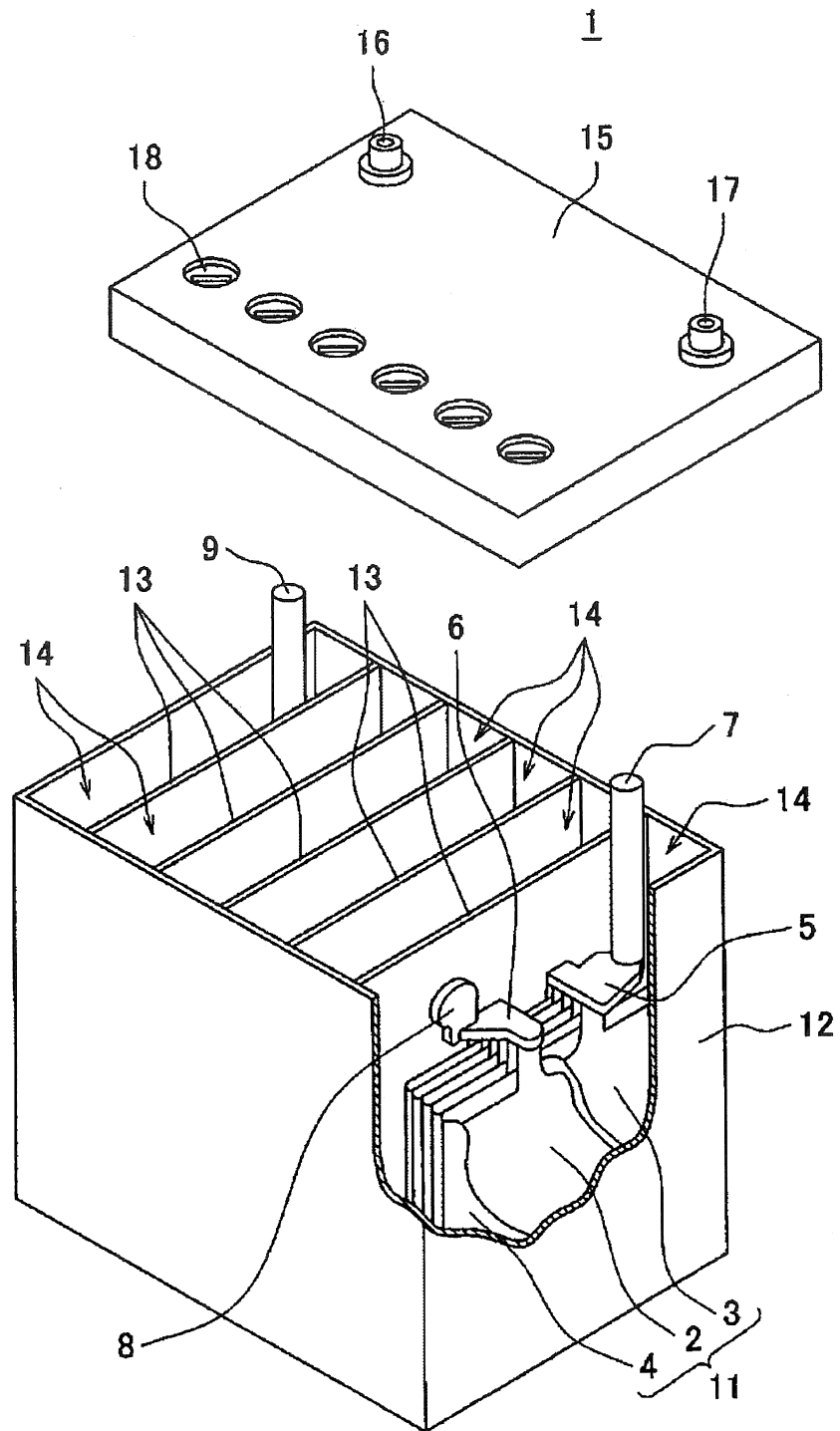


Fig. 2

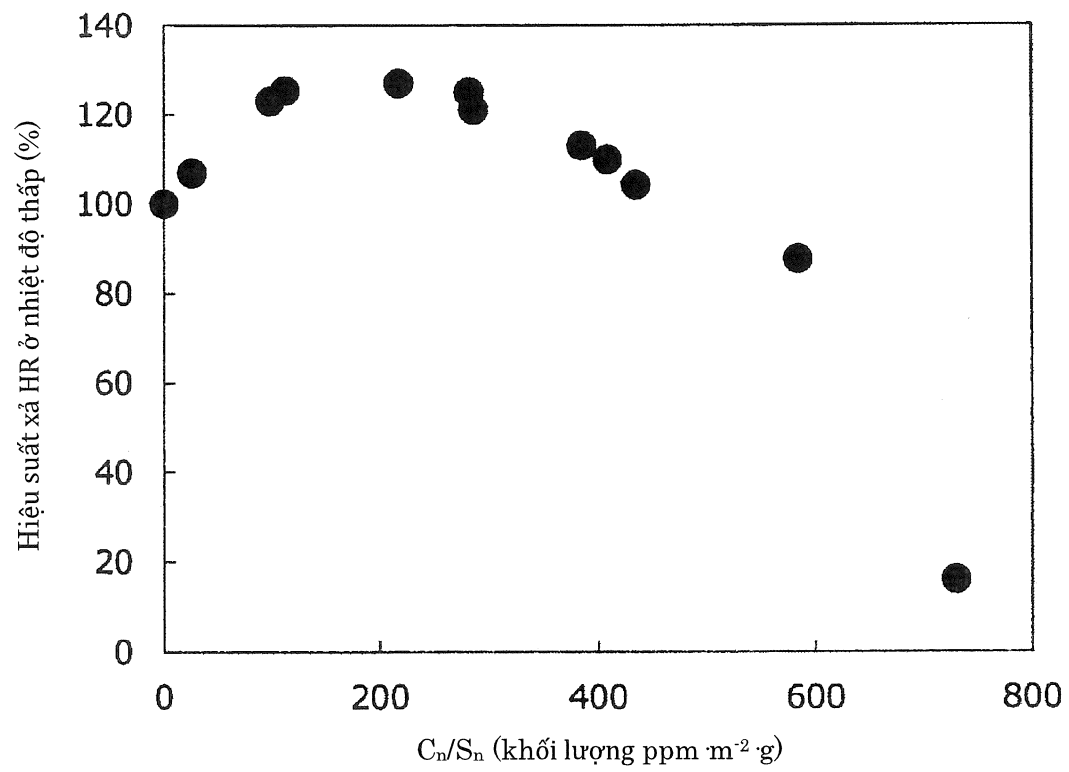


Fig. 3

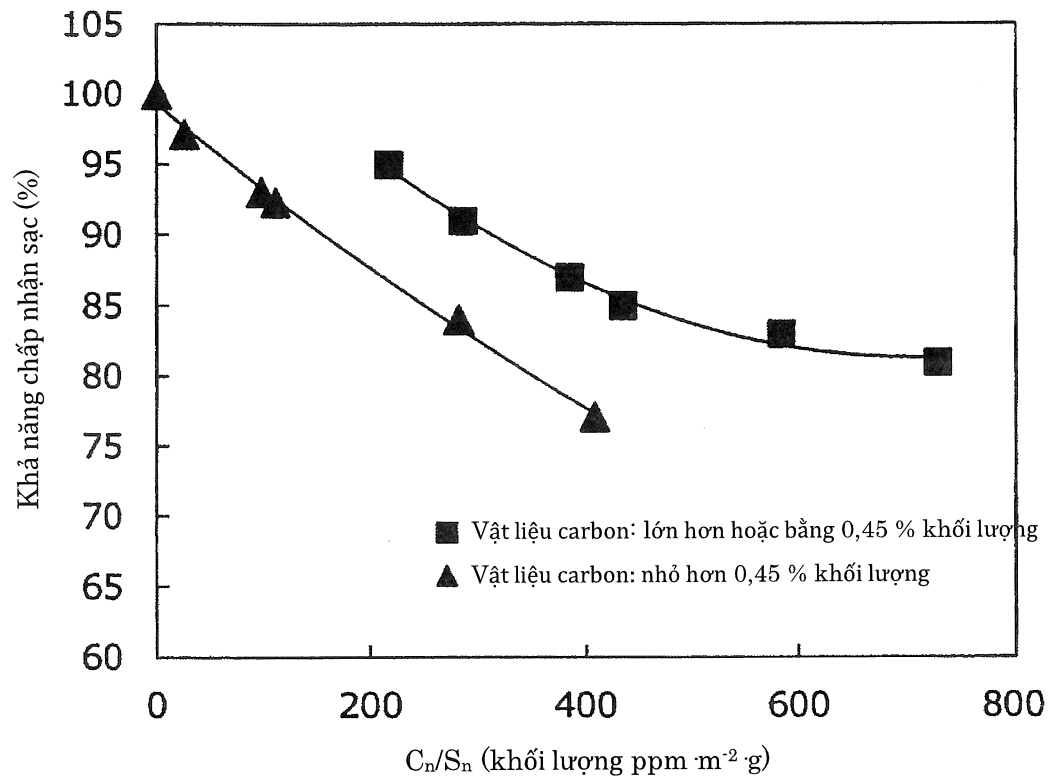


Fig. 4

