



(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)



1-0043499

(51)<sup>2020.01</sup> H01M 4/73; H01M 4/68; H01M 10/06; (13) B  
H01M 4/14

---

(21) 1-2021-07548

(22) 29/05/2020

(86) PCT/JP2020/021480 29/05/2020

(87) WO2020/241883 03/12/2020

(30) JP2019-103303 31/05/2019 JP

(45) 25/02/2025 443

(43) 25/03/2022 408A

(73) GS Yuasa International Ltd. (JP)

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

(72) Yasunori MIZOGUCHI (JP); Hiroki KAGOHASHI (JP).

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

---

(54) ẮC QUY CHỈ-AXIT

(21) 1-2021-07548

(57) Sáng chế đề cập đến ắc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, dung dịch điện phân, và hợp chất polyme, trong đó tấm điện cực dương bao gồm bộ thu dòng dương và vật liệu điện cực dương, tấm điện cực âm bao gồm bộ thu dòng âm và vật liệu điện cực âm, hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương là nhỏ hơn hoặc bằng 0,13% theo khối lượng, và hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8ppm trong chuyển dịch hóa học của phổ  $^1\text{H-NMR}$ , hoặc hợp chất polyme chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy  $\text{C}_{2-4}$  ankylen.

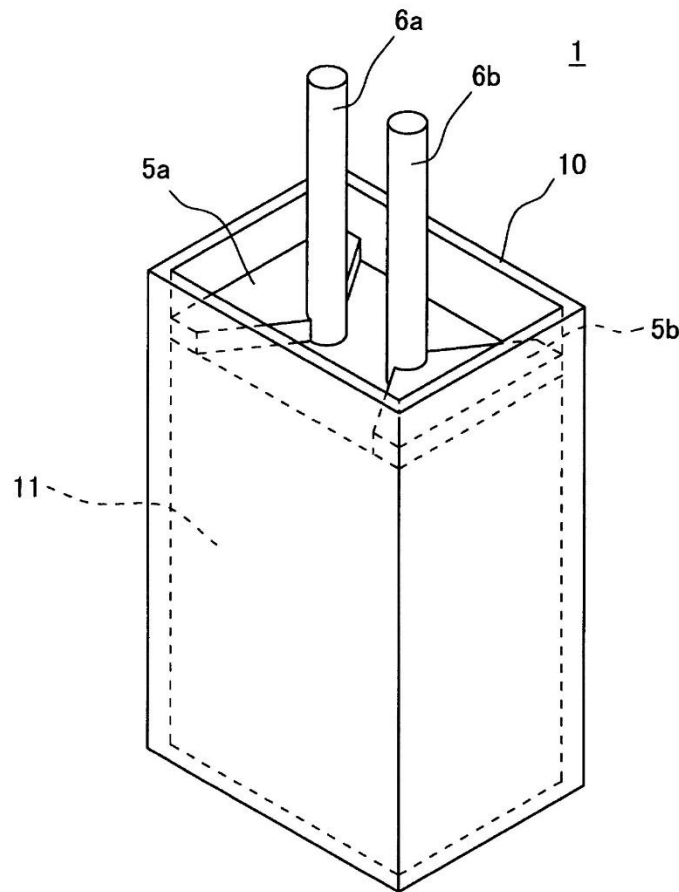


Fig. 1

### **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 nhiều ứng dụng khác nhau gồm các ứng dụng tự động và các ứng dụng công nghiệp. Ắc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực âm, tấm điện cực dương, phần phân cách (hoặc tấm lót), dung dịch điện phân, và tương tự. Chất độn có thể được thêm vào các bộ phận cấu thành của ắc quy chì-axit nhằm mang lại các chức năng khác nhau.

Tài liệu sáng chế 1: đề xuất ắc quy chì-axit trong đó copolyme của propylen oxit và etylen oxit được thêm vào vật liệu hoạt tính tấm điện cực âm trong tổ hợp với lignin sunfonat.

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

Tài liệu sáng chế 3: đề xuất tấm lót gắn sợi chứa nhiều sợi được phủ chế phẩm hồ, chế phẩm chất kết dính và một hoặc nhiều chất độn, trong đó các chất độn bao gồm một hoặc nhiều trong số chất độn cao su, dẫn xuất cao su, andehit, muối kim loại, copolyme khối etylen-propylen oxit, este axit sunfuric, este axit sunfonic, este axit photphoric, axit polyacrylic, rượu polyvinyl, lignin, nhựa phenol fomanđehit, xenluloza, bột gỗ, và tương tự, và các chất độn có thể có chức năng làm giảm sự tổn hao độ ẩm trong ắc quy chì-axit.

Mặt khác, tài liệu sáng chế 4 đề xuất ắc quy chì-axit kiểu có van điều chỉnh bao gồm bộ thu dòng dương và vật liệu hoạt tính dương, bộ thu dòng âm và vật liệu hoạt tính âm và thân giữ chất lỏng, trong đó bộ thu dòng dương là bộ thu dòng đục lỗ thu được bằng cách đục lỗ tấm được cân bằng hợp kim chì, và khoảng cách xen kẽ trung bình của cấu trúc bộ thu dòng phân lớp trong mặt cắt ngang của bộ thu dòng theo

hướng chiều dày là lớn hơn hoặc bằng  $25\mu\text{m}$  và nhỏ hơn hoặc bằng  $180\mu\text{m}$ , bộ thu dòng dương được làm bằng hợp kim Pb-Ca-Sn, và khi hàm lượng Ca là  $x$  và hàm lượng Sn là  $y$  tính theo phần trăm (%) theo đơn vị khối lượng,  $0,03 \leq x \leq 0,09$  và  $9,16x + 0,525 \leq y \leq 2,0$  là thỏa mãn.

Trong ắc quy chì-axit, độ kháng ăn mòn của bộ thu dòng dương có ảnh hưởng lớn đến tuổi thọ trong quá trình nạp thả nổi. Ví dụ, khi ắc quy chì-axit được sử dụng cho nguồn cấp điện dự phòng, vì ắc quy chì-axit dự phòng được nạp liên tục ở điện áp không đổi, điện cực dương có khả năng tiếp xúc với điện thế cao và có thể xảy ra hiện tượng ăn mòn bộ thu dòng dương.

Ở đây, được coi là khi độ kháng ăn mòn của bộ thu dòng dương được nâng cao, có thể mong đợi sự cải thiện đáng kể về tuổi thọ của ắc quy trong quá trình nạp thả nổi. Tuy nhiên, trong thực tế, ngay cả khi độ kháng ăn mòn của bộ thu dòng dương được cải thiện, ảnh hưởng của sự giảm lượng dung dịch điện phân trở nên rõ ràng, và khó khăn để cải thiện đáng kể tuổi thọ của ắc quy. Cụ thể, trong trường hợp ắc quy chì-axit kiểu có van điều chỉnh, trước khi sự ăn mòn của bộ thu dòng dương đạt đến mức tuổi thọ ắc quy, sự cố tiếp xúc giữa tấm điện cực và dung dịch điện phân có thể xảy ra do lượng dung dịch điện phân giảm, dung lượng ắc quy có thể giảm và ắc quy có thể đạt đến tuổi thọ.

#### Tài liệu tham khảo

Tài liệu sáng chế 1: JP-A-1985-182662

Tài liệu sáng chế 2: JP-A-2000-149980

Tài liệu sáng chế 3: JP-W-2017-525092

Tài liệu sáng chế 4: WO 2015/056417 A

#### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Như được mô tả ở trên, trong ắc quy chì-axit, đã được xem xét là sự cải thiện độ kháng ăn mòn của bộ thu dòng dương ảnh hưởng đến tuổi thọ trong quá trình nạp thả nổi, nhưng trong thực tế, nó có ý nghĩa để đạt được cân bằng giữa độ kháng ăn mòn

của bộ thu dòng dương và ngăn chặn sự giảm lượng dung dịch điện phân.

Một khía cạnh của sáng chế liên quan đến ắc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, dung dịch điện phân, và hợp chất polyme, trong đó tấm điện cực dương bao gồm bộ thu dòng dương và vật liệu điện cực dương, tấm điện cực âm bao gồm bộ thu dòng âm và vật liệu điện cực âm, hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương là nhỏ hơn hoặc bằng 0,13% theo khối lượng, và hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8ppm trong chuyển dịch hóa học của phổ  $^1\text{H-NMR}$ .

Khía cạnh khác của sáng chế liên quan đến ắc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, dung dịch điện phân, và hợp chất polyme, trong đó tấm điện cực dương bao gồm bộ thu dòng dương và vật liệu điện cực dương, tấm điện cực âm bao gồm bộ thu dòng âm và vật liệu điện cực âm, hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương là nhỏ hơn hoặc bằng 0,13% theo khối lượng, và hợp chất polyme chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy  $\text{C}_{2-4}$  ankylen.

Hiệu quả của sáng chế

Tuổi thọ của ắc quy chì-axit trong suốt quá trình nạp thả nổi được cải thiện.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Fig.1 là hình phối cảnh giảm lược thể hiện trạng thái trong đó nắp của ắc quy chì-axit theo một khía cạnh của sáng chế được loại bỏ.

Fig.2A là hình chiếu phía trước của ắc quy chì-axit trên Fig.1.

Fig.2B là hình mặt cắt ngang dọc theo đường IIB-IIB' của ắc quy chì-axit trên Fig.2A.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Ắc quy chì-axit

Ắc quy chì-axit theo phương án của sáng chế bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, dung dịch điện phân, và hợp chất polyme. Tấm điện cực dương gồm bộ thu dòng dương và vật liệu điện cực dương. Tấm điện cực âm gồm bộ thu dòng âm và

vật liệu điện cực âm. Ở đây, hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương nhỏ hơn hoặc bằng 0,13% theo khối lượng.

Hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8ppm trong chuyển dịch hóa học của phổ  $^1\text{H-NMR}$ . Theo cách khác, hợp chất polyme chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy  $\text{C}_{2-4}$  ankylen. Lưu ý là đỉnh xuất hiện trong phạm vi lớn hơn hoặc bằng 3,2ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8ppm trong phổ  $^1\text{H-NMR}$  được suy ra từ đơn vị oxy  $\text{C}_{2-4}$  ankylen. Sau đây, các hợp chất polyme này được viện dẫn chung một cách đơn giản là “các hợp chất polyme”. Ở đây, phổ  $^1\text{H-NMR}$  được đo sử dụng clorofom được đơteri hóa làm dung môi.

Khi hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương nhỏ hơn hoặc bằng 0,13% theo khối lượng, và ắc quy chì-axit chứa hợp chất polyme, tuổi thọ ắc quy trong quá trình nạp thả nổi được cải thiện đáng kể.

Sự cải thiện đáng kể về độ bền được coi là do cơ chế sau.

Trước hết, hợp chất polyme có tác dụng làm tăng sự quá áp hydro trong tấm điện cực âm và ngăn chặn phản ứng phân hủy của nước trong quá trình nạp thả nổi. Ngoài ra, khi sự quá áp hydro trong tấm điện cực âm tăng, thế điện cực dương trong quá trình nạp thả nổi dịch chuyển sang thấp. Do đó, có lợi ích để ngăn chặn sự ăn mòn của bộ thu dòng dương. Ngoài ra, khi hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương bằng 0,13% theo khối lượng, sự ăn mòn của bộ thu dòng dương được ngăn chặn thêm. Ở đây, lý do tại sao tuổi thọ của pin trong quá trình nạp thả nổi được cải thiện đáng kể được cho là do ảnh hưởng của sự ăn mòn của bộ thu dòng dương giảm và ảnh hưởng của việc giảm lượng dung dịch điện phân tương đối tăng lên trong số các ảnh hưởng đến tuổi thọ của ắc quy. Ví dụ, trong ắc quy chì-axit kiểu có van điều chỉnh, sự giảm lượng dung dịch điện phân thường diễn ra chậm. Ngoài ra, do sự có mặt của hợp chất polyme, phản ứng phân hủy của nước trong tấm điện cực âm được ngăn chặn, sao cho sự giảm lượng dung dịch điện phân dần dần hơn. Như được mô tả ở trên, được coi là tuổi thọ ắc quy chủ yếu gây ra bởi sự giảm lượng dung dịch điện phân không dễ dàng

đạt được. Tức là, ngay cả khi sử dụng cùng tấm điện cực dương, tuổi thọ của ắc quy chì-axit chứa hợp chất polyme được cải thiện đáng kể khi so sánh với ắc quy chì-axit không chứa hợp chất polyme.

Khi giảm hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương, độ kháng ăn mòn của bộ thu dòng dương có xu hướng được cải thiện. Cụ thể, khi hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương nhỏ hơn hoặc bằng 0,07% theo khối lượng, tác dụng tổng hợp của việc cải thiện độ kháng ăn mòn của bộ thu dòng dương và ngăn chặn sự giảm lượng dung dịch điện phân do hợp chất polyme được tăng cường, và tuổi thọ của pin được cải thiện đáng kể. Khi hợp chất polyme được sử dụng và hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng, tuổi thọ ắc quy được cải thiện thêm nhiều. Tác giả sáng chế cho rằng khi hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng, sự ăn mòn bắt nguồn từ ranh giới hạt của các hạt tinh thể kim loại (gọi là ăn mòn biên hạt) ít có khả năng xảy ra hơn, do đó hiệu quả cải thiện tuổi thọ ắc quy trở nên đáng rõ rệt.

Trong vùng mà hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương nhỏ hơn hoặc bằng 0,13% theo khối lượng, sự cải thiện độ kháng ăn mòn của bộ thu dòng dương bằng cách giảm hàm lượng Ca không còn rõ rệt. Tuy nhiên, sự cải thiện tuổi thọ trong suốt quá trình nạp xả vẫn là rõ rệt. Nguyên nhân không rõ ràng, nhưng tác giả sáng chế cho rằng ảnh hưởng của hợp chất polyme trở nên rõ rệt hơn. Khi bộ thu dòng dương có hàm lượng Ca lớn hơn 0,13% theo khối lượng được sử dụng, ảnh hưởng của sự ăn mòn của bộ thu dòng dương là rất lớn trong số các ảnh hưởng lên tuổi thọ ắc quy, và hiệu quả cải thiện tuổi thọ không được theo dõi ngay cả khi sử dụng hợp chất polyme.

Khi bộ thu dòng dương chứa Ca, từ quan điểm cải thiện độ kháng ăn mòn của bộ thu dòng dương, bộ thu dòng dương hoặc hợp kim chì cấu thành bộ thu dòng dương có thể còn chứa Sn, và có thể được cấu thành từ hợp kim Pb-Ca-Sn. Bộ thu dòng dương có thể chứa Sn, nhưng khi hàm lượng Ca nhỏ hơn hoặc bằng 0,13% theo khối lượng, hàm lượng Sn mong muốn nhỏ hơn hoặc bằng 3,0% theo khối lượng. Ngoài ra,

khi hàm lượng Ca nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng, hàm lượng Sn tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,5% theo khối lượng, và tốt hơn nữa là nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng.

Sau đây, hoạt động của hợp chất polyme trên tấm điện cực âm sẽ được mô tả chi tiết thêm.

Trong ắc quy chì-axit, phản ứng phân hủy của nước chịu ảnh hưởng lớn bởi phản ứng khử ion hydro tại mặt phân cách giữa chì và dung dịch điện phân. Lý do tại sao phản ứng phân hủy của nước bị giảm được coi là do bề mặt của chì là vật liệu hoạt tính âm được bao phủ bởi hợp chất polyme, do đó sự quá áp hydro tăng lên, và phản ứng phụ trong đó hydro được tạo ra từ các proton tại thời điểm nạp quá điện bị ức chế. Do đó, để tăng cường hiệu quả ngăn chặn sự phân hủy của nước trong quá trình nạp thả nổi, hợp chất polyme tốt hơn là được chứa ít nhất ở vật liệu điện cực âm.

Tuy nhiên, hợp chất polyme dễ dàng có cấu trúc thẳng bằng cách có các đơn vị oxy C<sub>2-4</sub> ankylen, và do đó mong đợi là hợp chất polyme hầu như không còn lại trong vật liệu điện cực âm và dễ dàng khuếch tán vào dung dịch điện phân. Tuy nhiên, trong thực tế, ngay cả khi vật liệu điện cực âm chứa lượng rất nhỏ hợp chất polyme, vẫn thu được hiệu quả làm giảm phản ứng phân hủy của nước trong quá trình nạp thả nổi. Khi hợp chất polyme được chứa trong vật liệu điện cực âm và có mặt trong vùng lân cận của chì, người ta coi là đơn vị oxy C<sub>2-4</sub> ankylen thể hiện hoạt động hấp phụ cao đối với chì.

Hợp chất polyme được chứa trong vật liệu điện cực âm thể hiện hiệu quả làm giảm phản ứng phân hủy nước trong suốt quá trình nạp thả nổi ngay cả trong lượng rất nhỏ. Điều này cho thấy rằng hợp chất polyme trải mỏng trên bề mặt chì và ngăn chặn phản ứng khử của các ion hydro trong một vùng rộng của bề mặt chì. Điều này không mâu thuẫn với việc hợp chất polyme dễ dàng có cấu trúc thẳng. Vì sự ngăn chặn phản ứng phân hủy của nước trong quá trình nạp thả nổi có thể làm giảm lượng chất lỏng giảm xuống, nên nó có lợi cho việc kéo dài tuổi thọ của ắc quy chì-axit.

Nói chung, trong ắc quy, vì dung dịch nước axit sunfuric được sử dụng làm



dung dịch điện phân nên khi chất độn hữu cơ (dầu, polyme, chất giãn nở hữu cơ hoặc tương tự) được chứa trong vật liệu điện cực âm, nó sẽ trở nên khó cân bằng sự rửa giải vào dung dịch điện phân và hấp phụ chì. Ví dụ, khi sử dụng chất độn hữu cơ có tính hấp phụ chì thấp, sự rửa giải vào dung dịch điện phân trở nên dễ dàng. Mặt khác, khi sử dụng chất độn hữu cơ có tính hấp phụ chì cao, khó để chất độn hữu cơ bám mỏng trên bề mặt chì, và chất độn hữu cơ có xu hướng phân bố không đều trong các lỗ chì.

Trong các quy chì-axit theo sáng chế, hợp chất polyme có thể chứa nguyên tử oxy liên kết với nhóm tận cùng và nhóm  $-CH_2-$  và/hoặc nhóm  $-CH <$  được liên kết với nguyên tử oxy. Trong phổ  $^1H-NMR$ , tỷ lệ giữa giá trị tích hợp của đỉnh 3,2ppm đến 3,8ppm trên tổng giá trị tích hợp của đỉnh này, giá trị tích hợp của đỉnh nguyên tử hydro của nhóm  $-CH_2-$  liên kết với nguyên tử oxy và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm  $-CH <$  liên kết với nguyên tử oxy tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 85%. Các hợp chất polyme này chứa nhiều đơn vị oxy  $C_{2-4}$  ankylen trong phân tử. Do đó, người ta coi là polyme trở nên dễ hấp phụ chì và dễ dàng phủ mỏng lên bề mặt chì bằng cách dễ dàng có cấu trúc thẳng.

Trong phổ  $^1H-NMR$ , hợp chất polyme có đỉnh trong phạm vi chuyển dịch hóa học từ 3,2ppm đến 3,8ppm tốt hơn là chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy  $C_{2-4}$  ankylen. Khi sử dụng hợp chất polyme chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy  $C_{2-4}$  ankylen, người ta coi là polyme trở nên dễ dàng hấp phụ chì hơn và dễ dàng phủ mỏng lên bề mặt chì bằng cách dễ dàng có cấu trúc thẳng.

Trong sáng chế, hợp chất polyme viền dẫn đến hợp chất có đơn vị lặp lại của các đơn vị oxy  $C_{2-4}$  ankylen và/hoặc có trọng lượng phân tử trung bình số ( $M_n$ ) lớn hơn hoặc bằng 500.

Lưu ý là đơn vị oxy  $C_{2-4}$  ankylen là đơn vị được biểu diễn bởi  $-O-R^1-$  ( $R^1$  biểu diễn nhóm  $C_{2-4}$  ankylen).

Hợp chất polyme có thể chứa ít nhất một trong số các nhóm được chọn từ nhóm bao gồm các sản phẩm được ete hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các

đơn vị oxy C<sub>2-4</sub> ankylen và các sản phẩm được este hóa của cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C<sub>2-4</sub> ankylen. Ở đây, hợp chất hydroxy là ít nhất một hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm poly C<sub>2-4</sub> ankylen glycol, copolyme chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C<sub>2-4</sub> ankylen, và các sản phẩm cộng của C<sub>2-4</sub> ankylen oxit của polyol. Khi hợp chất polyme được sử dụng, phản ứng phân hủy của nước trong quá trình nạp thả nổi có thể được ngăn chặn thêm, và thu được hiệu quả ngăn chặn sự giảm chất lỏng cao.

Cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C<sub>2-4</sub> ankylen có thể chứa ít nhất cấu trúc lặp lại của đơn vị oxypropylen (-O-CH(-CH<sub>3</sub>)-CH<sub>2</sub>-). Hợp chất polyme như vậy dễ dàng trải mỏng trên bề mặt chì trong khi có độ hấp phụ cao đối với chì, và được coi là có sự cân bằng ưu việt giữa chúng. Do đó, hiệu quả ngăn chặn phản ứng phân hủy của nước trong quá trình nạp thả nổi được tăng cường.

Như được mô tả ở trên, vì hợp chất polyme có thể phủ mỏng lên bề mặt chì trong khi có độ hấp phụ cao đối với chì, ngay cả khi hàm lượng hợp chất hữu cơ trong vật liệu điện cực âm nhỏ, phản ứng khử ion hydro có thể được ngăn chặn trong vùng bề mặt chì rộng.

Từ quan điểm đảm bảo tuổi thọ ắc quy dài hơn, hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm tốt hơn là được đặt là lớn hơn hoặc bằng 5ppm, và có thể lớn hơn hoặc bằng 15ppm, theo tỷ lệ khối lượng (tức là cơ sở khối lượng). Tuy nhiên, khi hàm lượng của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm quá mức và dòng điện nạp giảm xuống dưới tốc độ tự phóng điện của vật liệu điện cực dương, chì sunfat tích tụ trong tấm điện cực dương trong quá trình sử dụng lâu dài, khả năng phóng điện có thể giảm, và ắc quy có thể đạt tuổi thọ. Do đó, hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm mong muốn là nhỏ hơn hoặc bằng 400ppm, và có thể nhỏ hơn hoặc bằng 250ppm theo tỷ lệ khối lượng.

Hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm mong muốn là lớn hơn hoặc bằng 5ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 400ppm theo tỷ lệ khối lượng, và có thể lớn hơn hoặc bằng 5ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 250ppm, lớn hơn hoặc bằng 15ppm và nhỏ

hơn hoặc bằng 400ppm, lớn hơn hoặc bằng 15ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 250ppm.

Hợp chất polyme có thể được chứa trong dung dịch điện phân. Nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 500ppm, lớn hơn 8ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 400ppm, lớn hơn hoặc bằng 15ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 360ppm theo tỷ lệ khối lượng. Ngay cả khi dung dịch điện phân chứa hợp chất polyme, bằng cách điều chỉnh hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,13% theo khối lượng, thu được hiệu quả cải thiện tuổi thọ trong quá trình nạp thả nổi.

Hợp chất polyme tốt hơn là chứa hợp chất có ít nhất Mn lớn hơn hoặc bằng 500. Trong trường hợp này, ngoài thực tế là hợp chất polyme có xu hướng còn lại trong vật liệu điện cực âm, khả năng hấp phụ chì được tăng cường, hiệu quả ngăn chặn phản ứng khử ion hydro được tăng cường thêm, và sự thay đổi cấu trúc của vật liệu điện cực âm gây ra bởi sự va chạm của khí hydro với vật liệu điện cực âm cũng có thể được ngăn chặn.

Hợp chất polyme tốt hơn là được chứa trong vật liệu điện cực âm, nhưng có thể được chứa trong thành phần bất kỳ trong số các thành phần (ví dụ, tấm điện cực âm, tấm điện cực dương, dung dịch điện phân, và/hoặc phần phân cách, và tương tự) của ắc quy chì-axit khi chuẩn bị ắc quy chì-axit. Hợp chất polyme có thể được chứa trong một thành phần, hoặc có thể chứa trong hai hoặc nhiều hơn hai thành phần (ví dụ, tấm điện cực âm, dung dịch điện phân, và tương tự).

Hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm và nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân được xác định cho ắc quy chì-axit trong trạng thái được nạp đầy.

Ắc quy chì-axit có thể là ắc quy chì-axit loại có van điều chỉnh (kín) hoặc ắc quy chì-axit loại ướn (loại có lỗ thông).

Theo sáng chế, trạng thái được nạp đầy của ắc quy chì-axit loại ướn được xác định bởi định nghĩa của JIS D 5301: 2006. Cụ thể hơn, trạng thái sau đây được định

nghĩa là trạng thái được nạp đầy: ắc quy chì-axit được nạp ở dòng điện (A) lớn bằng 0,2 lần giá trị số được mô tả là dung lượng danh định (Ah) đến khi đo được điện áp đầu cuối trong quá trình sạc sau mỗi 15 phút hoặc tỷ trọng dung dịch điện phân được hiệu chỉnh nhiệt độ đến 20°C thể hiện giá trị không đổi ở ba chữ số có nghĩa liên tục ba lần. Ngoài ra, trong trường hợp ắc quy chì-axit loại có van điều chỉnh, trạng thái được nạp đầy là trạng thái trong đó ắc quy chì-axit chịu sự nạp điện áp không đổi dòng điện không đổi bằng 2,23V/cell ở dòng (A) lớn bằng 0,2 lần giá trị số được mô tả là dung lượng danh định (Ah) trong bình không khí ở  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , và sự nạp được hoàn thành khi dòng điện nạp trong quá trình nạp điện tích không đổi lớn bằng 0,005 lần giá trị số được mô tả là dung lượng danh định (Ah). Lưu ý là giá trị số được mô tả là dung lượng danh định là giá trị số trong đó đơn vị là Ah. Đơn vị của dòng điện được đặt dựa trên giá trị số được biểu thị như dung lượng danh định là A.

Ắc quy chì-axit trong trạng thái được nạp đầy viên dẫn đến ắc quy thu được bằng cách nạp đầy ắc quy chì-axit được tạo thành. Sự nạp 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 từ khi tạo thành (ví dụ, ắc quy chì-axit trong quá trình sử dụng (tốt hơn là ở giai đoạn sử dụng ban đầu) sau khi tạo thành có thể được nạp đầy). Ắc quy ở giai đoạn sử dụng ban đầu viên dẫn đến ắc quy mà đã không được sử dụng trong thời gian dài và hầu như không bị suy giảm chất lượng.

Theo sáng chế, trọng lượng phân tử trung bình số ( $M_n$ ) được xác định bởi sự sắc ký thẩm thấu gel (gel permeation chromatography - GPC). Chất chuẩn được sử dụng để xác định  $M_n$  là polyetylen glycol.

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

Ắc quy chì-axit

Tấm điện cực âm

Tấm điện cực âm thường bao gồm bộ thu dòng âm ngoài vật liệu điện cực âm.

Vật liệu điện cực âm thu được bằng cách loại bỏ bộ thu dòng âm ra khỏi tấm điện cực âm. Lưu ý là chi tiết như tấm lót hoặc giấy dán có thể dính vào tấm điện cực âm. Chi tiết như vậy (chi tiết dính) được sử dụng nguyên vẹn với tấm điện cực âm và do đó được giả định là được chứa trong tấm điện cực âm. Ngoài ra, khi tấm điện cực âm bao gồm chi tiết như vậy, vật liệu điện cực âm không bao gồm bộ thu dòng âm và chi tiết dính.

Bộ thu dòng âm có thể được tạo thành bởi chì đúc (Pb) hoặc hợp kim chì, hoặc có thể được tạo thành bằng cách xử lý tấm chì hoặc tấm hợp kim chì. Các ví dụ về phương pháp xử lý bao gồm xử lý giãn nở và xử lý đục lỗ. Tốt hơn là sử dụng lưới âm làm bộ thu dòng âm vì vật liệu điện cực âm dễ dàng được đỡ.

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

Tấm điện cực âm có thể được tạo thành theo cách mà bộ thu dòng âm được phủ hoặc được làm đầy với bột nhão điện cực âm, mà sau đó được hóa cứng và sấy khô để chế tạo tấm điện cực âm không có hình thái, và sau đó, tấm điện cực âm không có hình thái được tạo thành. Bột nhão điện cực âm được chế tạo bằng cách bổ sung nước và axit sunfuric vào bột chì và chất giãn nở hữu cơ, và các chất độn khác nhau nếu cần, và nhào trộn hỗn hợp. Ở thời điểm hóa cứng, tốt hơn là hóa cứng tấm điện cực âm không có hình thái ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ phòng và độ ẩm cao.

Vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme nêu trên. Vật liệu điện cực âm còn chứa vật liệu hoạt tính âm (chì hoặc chì sunfat) mà thể hiện khả năng thông qua phản ứng oxy hóa-khử. Vật liệu điện cực âm có thể chứa chất giãn nở, vật liệu chứa cacbon,

và/hoặc các chất độn khác. Các ví dụ về chất độn gồm bari sunfat, sợi (sợi nhựa và tương tự), và tương tự, nhưng không được giới hạn ở đó. Lưu ý là vật liệu hoạt tính âm trong trạng thái được tích điện là chì xốp, nhưng tấm điện cực âm không có hình thái thường được chế tạo sử dụng bột chì.

#### Hợp chất polyme

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

Hợp chất polyme tốt hơn là chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy  $\text{C}_{2-4}$  ankylen. Cấu trúc lặp lại có thể chứa một loại đơn vị oxy  $\text{C}_{2-4}$  ankylen, hoặc có thể chứa hai hoặc nhiều hơn hai loại đơn vị of oxy  $\text{C}_{2-4}$  ankylen. Hợp chất polyme có thể chứa một loại cấu trúc lặp lại hoặc hai hoặc nhiều hơn hai loại cấu trúc lặp lại.

Các ví dụ về hợp chất polyme gồm các hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy  $\text{C}_{2-4}$  ankylen (poly  $\text{C}_{2-4}$  ankylen glycol, copolyme chứa cấu trúc lặp lại của oxy  $\text{C}_{2-4}$  ankylen, các sản phẩm cộng oxit  $\text{C}_{2-4}$  ankylen của polyol, và tương tự, các sản phẩm được ete hóa hoặc este hóa của các hợp chất hydroxy này, và tương tự.

Các ví dụ về copolyme gồm các copolyme chứa các đơn vị oxy  $\text{C}_{2-4}$  ankylen khác nhau, poly  $\text{C}_{2-4}$  ankylen glycol ankyl ete, poly  $\text{C}_{2-4}$  ankylen glycol este của các axit carboxylic, và tương tự. Copolyme có thể là copolyme khối.

Polyol có thể là polyol béo, polyol vòng no, polyol thơm, polyol dị vòng, và tương tự. Theo quan điểm cho rằng hợp chất polyme dễ dàng trải mỏng trên bề mặt chì, các polyol béo, polyol vòng no (ví dụ, polyhydroxycyclohexan, polyhydroxynorbornan, và tương tự), và tương tự được ưu tiên, và trong số đó, các polyol béo được ưu tiên hơn. Các ví dụ về polyol béo bao gồm các diol béo và polyol của triol hoặc cao hơn (ví

dụ glycerin, trimetylolpropan, pentaerythritol, rượu đường, và tương tự), và tương tự. Ví dụ về diol béo bao gồm lkylen glycol có 5 hoặc nhiều hơn 5 nguyên tử cacbon. Ankylen glycol có thể là, ví dụ,  $C_{5-14}$  ankylen glycol hoặc  $C_{5-10}$  ankylen glycol. Ví dụ về rượu đường bao gồm erythritol, xylitol, mannitol, sorbitol, và tương tự. Trong sản phẩm cộng oxit ankylen của polyol, ankylen oxit tương ứng với đơn vị oxy  $C_{2-4}$  ankylen của hợp chất polyme và chứa ít nhất oxit  $C_{2-4}$  ankylen. Từ quan điểm cho rằng hợp chất polyme dễ dàng có cấu trúc thẳng, polyol tốt hơn là diol.

Các sản phẩm được ete hóa có nhóm  $-OR^2$  thu được bằng cách ete hóa các nhóm  $-OH$  (các nhóm  $-OH$  bao gồm một nguyên tử hydro của một nhóm đầu cuối và một nguyên tử oxy liên kết với nguyên tử hydro) ở ít nhất một phần ở đầu cuối của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy  $C_{2-4}$  ankylen (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 được ete hóa. Ví dụ, một đầu cuối của mạch chính của hợp chất polyme thẳng có thể là nhóm  $-OH$ , và đầu cuối còn lại có thể là nhóm  $-OR^2$ .

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

Các 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 hydroxyl, nhóm ankoxyl, và/hoặc nhóm carboxyl, và tương tự). Nhóm hydrocacbon có thể là bất kỳ trong số nhóm béo, vòng no, và thơm. Nhóm hydrocacbon thơm và nhóm hydrocacbon vòng no có thể có nhóm

hydrocacbon béo (ví dụ, nhóm ankyl, nhóm ankenyl, nhóm ankynyl, hoặc tương tự) làm nhóm thế. Số lượng các nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon béo làm nhóm thế có thể là, ví dụ, 1 đến 20, 1 đến 10, 1 đến 6, hoặc 1 đến 4.

Các ví dụ, về nhóm hydrocacbon thơm gồm các nhóm hydrocacbon thơm có ít hơn hoặc bằng 24 nguyên tử cacbon (ví dụ từ 6 đến 24). Số lượng 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). Các ví dụ về nhóm hydrocacbon thơm gồm nhóm aryl, nhóm bisaryl, và tương tự. Các ví dụ về nhóm aryl gồm nhóm phenyl, nhóm naphtyl, và tương tự. Các ví dụ về nhóm bisaryl gồm các nhóm có hóa trị một tương ứng với bisaren. Các ví dụ về nhóm bisaren gồm biphenyl và bisarylankan (ví dụ, bis C<sub>6-10</sub> aryl C<sub>1-4</sub> ankan (như 2,2-bisphenylpropan), và tương tự).

Các ví dụ, về nhóm hydrocacbon vòng no gồm các nhóm hydrocacbon vòng no có ít hơn hoặc bằng 16 nguyên tử cacbon. Nhóm hydrocacbon vòng no có thể là nhóm hydrocacbon mạch vòng bắc cầu. Số lượng nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon vòng no có thể nhỏ hơn hoặc bằng 10 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 8. Số lượng nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon vòng no, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 5, và lớn hơn hoặc bằng 6.

Số lượng 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, lớn hơn hoặc bằng 5 (hoặc 6) và nhỏ hơn hoặc bằng 8.

Các ví dụ về nhóm hydrocacbon vòng no bao gồm các nhóm xycloankyl (nhóm xyclopentyl, nhóm xyclohexyl, nhóm xyclooctyl, và tương tự), các nhóm xycloankenyl (nhóm xyclohexenyl, nhóm xyclooctenyl, và tương tự) và tương tự. Nhóm hydrocacbon vòng no cũng bao gồm các sản phẩm được hydro hóa của các nhóm hydrocacbon thơm.

Trong số các nhóm hydrocacbon, nhóm hydrocacbon béo được ưu tiên hơn từ



quan điểm cho rằng hợp chất polyme dễ dàng dính mỏng lên bề mặt chì. Các ví dụ về nhóm hydrocacbon béo gồm các nhóm ankyl, các nhóm ankenyl, các nhóm ankynyl, các nhóm dienyl và tương tự. Nhóm hydrocacbon béo có thể là mạch thẳng hoặc phân nhánh.

Số lượng nguyên tử cacbon của nhóm hydrocacbon béo có thể, ví dụ, 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 về số lượng nguyên tử cacbon là lớn hơn hoặc bằng 1 đối với nhóm ankyl, lớn hơn hoặc bằng 2 đối với nhóm ankenyl và nhóm ankynyl, lớn hơn hoặc bằng 3 đối với nhóm dienyl, phụ thuộc vào loại nhóm hydrocacbon béo. Trong số các nhóm đó, nhóm ankyl và nhóm ankenyl được ưu tiên hơn từ quan điểm cho rằng hợp chất polyme dễ dàng dính mỏng lên bề mặt chì.

Các ví dụ cụ thể của nhóm ankyl 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 của nhóm ankenyl bao gồm vinyl, 1-propenyl, allyl, palmitoleyl, oleyl, và tương tự. Nhóm ankenyl có thể là, ví dụ, nhóm C<sub>2-30</sub> ankenyl, hoặc nhóm C<sub>2-26</sub> ankenyl, hoặc nhóm C<sub>2-22</sub> ankenyl, hoặc nhóm C<sub>2-20</sub> ankenyl, hoặc nhóm C<sub>10-20</sub> ankenyl.

Khi các sản phẩm được ete hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C<sub>2-4</sub> ankylen và/hoặc các sản phẩm được este hóa của hợp chất hydroxy có cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C<sub>2-4</sub> ankylen được sử dụng trong số các hợp chất polyme, hiệu quả ngăn chặn sự giảm chất lỏng cao hơn có thể được đảm bảo.

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

Từ quan điểm về việc tăng cường thêm tuổi thọ ắc quy trong suốt quá trình nạp thả nổi ở nhiệt độ cao, tốt hơn là cấu trúc lặp lại của oxy  $C_{2-4}$  ankylen chứa ít nhất cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxypropylen. Hợp chất polyme chứa đơn vị oxypropylen có các đỉnh được suy ra từ  $-CH<$  và  $-CH_2-$  của đơn vị oxypropylen trong phạm vi từ 3,2 ppm đến 3,8 ppm trong chuyển dịch hóa học của phổ  $^1H$ -NMR. Vì mật độ điện tử quanh các hạt nhân của nguyên tử hydro trong các nhóm này khác nhau, đỉnh được tách ra. Hợp chất polyme có các đỉnh, ví dụ, trong phạm vi lớn hơn hoặc bằng 3,2ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,42ppm và phạm vi lớn hơn hoặc bằng 3,42ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8ppm trong dịch chuyển hóa học của phổ  $^1H$ -NMR. Đỉnh trong phạm vi lớn hơn hoặc bằng 3,2ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,42ppm được suy ra từ  $-CH_2-$ , và đỉnh trong phạm vi lớn hơn 3,42ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8ppm được suy ra từ  $-CH<$  và  $-CH_2-$ .

Ví dụ về các hợp chất polyme như vậy gồm polypropylen glycol, copolyme chứa cấu trúc lặp lại của oxypropylen, sản phẩm cộng propylen oxit của polyol, các sản phẩm được ete hóa hoặc este hóa của chúng, và tương tự. Các ví dụ về copolyme gồm các copolyme oxypropylen-oxyankylen (miễn là oxyankylen là  $C_{2-4}$  ankylen khác oxypropylen), polypropylen glycol ankyl ete, polypropylen glycol este của axit carboxylic, và tương tự. Các ví dụ về copolyme oxypropylen-oxyankylen gồm copolyme oxypropylen-oxyethylen, copolyme oxypropylen-oxytrimethylen, và tương tự. Copolyme oxypropylen-oxyankylen có thể là copolyme 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 lớn hơn hoặc bằng 10%mol hoặc lớn hơn hoặc bằng 20%mol.

Tốt hơn là hợp chất polyme chứa lượng lớn các đơn vị oxy  $C_{2-4}$  ankylen từ quan điểm tăng cường tính hấp phụ đối với chì và dễ dàng có cấu trúc thẳng. Hợp chất polyme như vậy bao gồm, ví dụ, nguyên tử oxy được liên kết với nhóm đầu cuối và nhóm  $-CH_2-$  và/hoặc nhóm  $-CH<$  được liên kết với nguyên tử oxy. Trong phổ  $^1H$ -NMR

của hợp chất polyme, tỷ lệ giữa giá trị tích hợp của đỉnh 3,2ppm đến 3,8ppm trên tổng giá trị tích hợp của đỉnh này, giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm  $-CH_2-$ , và giá trị tích hợp của đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm  $-CH<$  tăng. Tỷ lệ này, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 50%, có thể lớn hơn hoặc bằng 85%, và tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 90%. Ví dụ, khi hợp chất polyme có nhóm  $-OH$  ở đầu cuối và cũng có nhóm  $-CH_2-$  hoặc nhóm  $-CH<$  liên kết với nguyên tử oxy của nhóm  $-OH$ , trong phổ  $^1H$ -NMR, các đỉnh của nguyên tử hydro của nhóm  $-CH_2-$  và nhóm  $-CH<$  có dịch chuyển hóa học trong phạm vi lớn hơn 3,8ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 4,0ppm.

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 1.000. Mn của hợp chất như vậy, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 20.000, và có thể nhỏ hơn hoặc bằng 15.000 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 10.000. Mn của hợp chất tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 5.000 và có thể nhỏ hơn hoặc bằng 4000 hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 3.500, từ quan điểm dễ dàng giữ lại hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm và dễ dàng trải hợp chất polyme mỏng 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 20.000, lớn hơn hoặc bằng 500 (hoặc lớn hơn hoặc bằng 600) và nhỏ hơn hoặc bằng 15.000, lớn hơn hoặc bằng 500 (hoặc lớn hơn hoặc bằng 600) và nhỏ hơn hoặc bằng 10.000, lớn hơn hoặc bằng 500 (hoặc lớn hơn hoặc bằng 600) và nhỏ hơn hoặc bằng 5.000, lớn hơn hoặc bằng 500 (hoặc lớn hơn hoặc bằng 600) và nhỏ hơn hoặc bằng 4.000, lớn hơn hoặc bằng 500 (hoặc lớn hơn hoặc bằng 600) và nhỏ hơn hoặc bằng 3.500, lớn hơn hoặc bằng 1.000 và nhỏ hơn hoặc bằng 20.000 (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 15.000), lớn hơn hoặc bằng 1.000 và nhỏ hơn hoặc bằng 10.000 (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 5.000), hoặc lớn hơn hoặc bằng 1.000 và nhỏ hơn hoặc bằng 4.000 (hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 3.500).

Hợp chất polyme tốt hơn là chứa ít nhất là hợp chất có Mn lớn hơn hoặc bằng 1.000. Mn của hợp chất như vậy có thể lớn hơn hoặc bằng 1.000 và nhỏ hơn hoặc bằng

20.000, lớn hơn hoặc bằng 1.000 và nhỏ hơn hoặc bằng 15.000, hoặc lớn hơn hoặc bằng 1.000 và nhỏ hơn hoặc bằng 10.000. Mn của hợp chất tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1.000 và nhỏ hơn hoặc bằng 5.000, và có thể lớn hơn hoặc bằng 1.000 và nhỏ hơn hoặc bằng 4.000 hoặc lớn hơn hoặc bằng 1.000 và nhỏ hơn hoặc bằng 3.500, từ quan điểm dễ dàng giữ lại hợp chất trong vật liệu điện cực âm và dễ dàng trải mỏng hợp chất polyme trên bề mặt chì. Khi hợp chất có Mn như vậy được sử dụng, tuổi thọ ắc quy trong quá trình nạp xả nối ở môi trường có nhiệt độ cao có thể được cải thiện đáng kể hơn. Như hợp chất polyme, hai hoặc nhiều hơn hai hợp chất có Mn khác nhau có thể được sử dụng. Tức là, hợp chất polyme có thể có nhiều đỉnh Mn trong sự phân bố trọng lượng phân tử.

Hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm có thể, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 5ppm và có thể lớn hơn hoặc bằng 50ppm trên cơ sở khối lượng. Khi hàm lượng hợp chất polyme nằm trong phạm vi như vậy, điện áp tạo ra hydro có thể tăng dễ dàng hơn, và hiệu quả giảm lượng nạp quá điện có thể được tăng cường thêm. Hàm lượng (cơ sở khối lượng) của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 400ppm, và có thể nhỏ hơn hoặc bằng 360ppm, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 350ppm, hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 250ppm. Khi hàm lượng hợp chất polyme nhỏ hơn hoặc bằng 400ppm, bề mặt chì được ngăn chặn khỏi được phủ quá mức với hợp chất polyme. Các giá trị giới hạn dưới và các giá trị giới hạn trên này có thể được tổ hợp tùy ý.

#### Chất giãn nở

Vật liệu điện cực âm có thể chứa chất giãn nở. Chất giãn nở hữu cơ được ưu tiên làm chất giãn nở. Như chất giãn nở hữu cơ, lignin và/hoặc chất giãn nở hữu cơ tổng hợp có thể được sử dụng. Các ví dụ về lignin gồm lignin, các dẫn xuất lignin, và tương tự. Các ví dụ về dẫn xuất lignin bao gồm axit lignin sunfonic hoặc các muối của nó (như các muối kim loại kiềm (muối natri và tương tự)), và tương tự. Các chất giãn nở hữu cơ thường được phân loại đại khái thành các lignin và các 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 lignin. Chất giãn nở hữu cơ tổng hợp là polyne hữu cơ chứa nguyên tố lưu huỳnh, và nói chung 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 sunfonic hoặc nhóm sunfonyl mà ở dạng bền được ưu tiên. Nhóm axit sunfonic có thể tồn tại trong dạng axit hoặc có thể tồn tại trong 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, tốt hơn là sử dụng sản phẩm ngưng chứa ít nhất là đơn vị hợp chất thơm. Các ví dụ về sản phẩm ngưng bao gồm sản phẩm ngưng của hợp chất thơm với hợp chất andehit (các andehit (ví dụ, formandehit) và/hoặc các sản phẩm ngưng 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 là đơn vị của hợp chất thơm viện dẫn đến đơn vị được dẫn xuất từ hợp chất thơm được kết hợp trong sản phẩm ngưng.

Như chất giãn nở hữu cơ, một chất được tổng hợp bởi phương pháp đã biết có thể được sử dụng, hoặc sản phẩm có sẵn thương mại có thể được sử dụng. Sản phẩm ngưng chứa đơn vị hợp chất thơm thu được, ví dụ, bằng cách cho phản ứng hợp chất thơm với hợp chất andehit. Ví dụ, bằng cách thực hiện phản ứng này trong sự có mặt của sunfit hoặc sử dụng hợp chất thơm chứa nguyên tố lưu huỳnh (ví dụ, bisphenol S hoặc tương tự), có thể thu được chất giãn nở hữu cơ chứa nguyên tố lưu huỳnh. Ví dụ, hàm lượng nguyên tố lưu huỳnh trong chất giãn nở hữu cơ có thể được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh lượng sunfit và/hoặc lượng hợp chất thơm chứa nguyên tố lưu huỳnh. Ngoài ra, khi sử dụng các nguyên liệu thô khác, có thể thu được sản phẩm ngưng chứa đơn vị hợp chất thơm theo phương pháp này.

Các ví dụ về vòng thơm của hợp chất thơm bao gồm vòng benzen, vòng naphthalen, và tương tự. Khi hợp chất thơm có nhiều vòng thơm, nhiều vòng thơm có thể được nối bằng liên kết trực tiếp, nhóm nối (ví dụ, nhóm ankylen (gồm nhóm

anhydriden), nhóm sunfon và tương tự), hoặc tương tự. Các ví dụ về cấu trúc như vậy gồm các cấu trúc bisaren (biphenyl, bisphenylankan, bisphenylsunfon, và tương tự). Các ví dụ về hợp chất thơm gồm các hợp chất có vòng thơm và nhóm hydroxy và/hoặc nhóm amino). Nhóm hydroxy hoặc nhóm amino có thể được liên kết trực tiếp với vòng thơm, hoặc có thể được liên kết như chuỗi anhydrid có nhóm hydroxy hoặc nhóm amino. Lưu ý là nhóm hydroxy cũng bao gồm các muối của nhóm hydroxy (-OMe). Nhóm amino cũng bao gồm các muối của nhóm amino (các muối với anion). Các ví dụ về Me gồm các kim loại kiềm (Li, K, Na, và tương tự), kim loại nhóm 2 của bảng tuần hoàn (Ca, Mg, và tương tự), và tương tự.

Như hợp chất thơm, các hợp chất bisaren (các hợp chất bisphenol, các hợp chất hydroxybiphenyl, các hợp chất bisaren có nhóm amino (các hợp chất bisarylankan có nhóm amino, các hợp chất bisarylsunfon có nhóm amino, các hợp chất biphenyl có nhóm amino, và tương tự), các hợp chất hydroxyaren (các hợp chất hydroxynaphthalen, các hợp chất phenol, và tương tự), các hợp chất aminoaren (các hợp chất aminonaphthalen, các hợp chất anilin (axit aminobenzenesunfonic, axit anhydridaminobenzenesunfonic, và tương tự), và tương tự) được ưu tiên. Hợp chất thơm có thể còn có nhóm thế. Chất giãn nở hữu cơ có thể chứa một hoặc nhiều phần dư của các hợp chất này. Như hợp chất bisphenol, tốt hơn là bisphenol A, bisphenol S, bisphenol F, và tương tự.

Sản phẩm ngưng tốt hơn là chứa đơn vị hợp chất thơm có ít nhất là nhóm chứa lưu huỳnh. Cụ thể, khi sản phẩm ngưng chứa ít nhất là đơn vị hợp chất bisphenol có nhóm chứa lưu huỳnh được sử dụng, hiệu quả ngăn chặn sự suy giảm hiệu suất phóng điện HR ở nhiệt độ thấp sau khi thử nghiệm tải trọng ánh sáng ở nhiệt độ cao được tăng cường. Từ quan điểm tăng cường hiệu quả ngăn chặn sự giảm chất lỏng, tốt hơn là sử dụng sản phẩm ngưng của hợp chất naphthalen có nhóm chứa lưu huỳnh và có nhóm hydroxy và/hoặc nhóm amino với hợp chất andehit.

Nhóm chứa lưu huỳnh có thể liên kết trực tiếp với vòng thơm được chứa trong

hợp chất, và ví dụ, có thể được liên kết với vòng thơm như chuỗi ankyl có nhóm chứa lưu huỳnh. Nhóm chứa lưu huỳnh không được giới hạn cụ thể, và các ví dụ của chúng bao gồm nhóm sunfonyl, nhóm axit sunfonic hoặc muối của chúng, và tương tự.

Ngoài ra, như chất giãn nở hữu cơ, ví dụ, ít nhất sản phẩm ngưng chứa ít nhất một nhóm được chọn từ nhóm bao gồm các đơn vị hợp chất bisaren và các đơn vị 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 là sản phẩm ngưng chứa đơn vị hợp chất bisaren và đơn vị hợp chất thơm đơn vòng (trong số chúng, hợp chất hydroxyaren). Các ví dụ về sản phẩm ngưng như vậy bao gồm sản phẩm ngưng của hợp chất bisaren và hợp chất thơm đơn vòng với hợp chất andehit. Như hợp chất hydroxyaren, hợp chất axit phenol sunfonic (axit phenol sunfonic, các sản phẩm được thể của chúng, hoặc tương tự) được ưu tiên. Như hợp chất aminoaren, ưu tiên là axit aminobenzenesunfonic, axit ankylaminobenzenesunfonic, và tương tự. Như hợp chất thơm đơn vòng, ưu tiên là hợp chất hydroxyaren.

Hàm lượng chất giãn nở hữu cơ được chứa trong vật liệu điện cực âm là, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 0,01% theo khối lượng và có thể lớn hơn hoặc bằng 0,05% theo khối lượng. Hàm lượng chất giãn nở hữu cơ là, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 1,0% theo khối lượng và có thể nhỏ hơn hoặc bằng 0,5% theo khối lượng. Các giá trị giới hạn dưới và các giá trị giới hạn trên này có thể được tổ hợp tùy ý.

Hàm lượng chất giãn nở hữu cơ được chứa trong vật liệu điện cực âm có thể nằm trong khoảng từ 0,01 đến 1,0% theo khối lượng, từ 0,05 đến 1,0% theo khối lượng, từ 0,01 đến 0,5% theo khối lượng, hoặc từ 0,05 đến 0,5% theo khối lượng.

Vật liệu chứa cacbon

Muội than (cacbon đen), than chì, cacbon cứng, cacbon mềm, và tương tự có thể được sử dụng làm vật liệu chứa cacbon được chứa trong vật liệu điện cực âm. Các ví dụ về muội than bao gồm muội axetylen, muội Ketjen, muội lò, muội đèn, và tương tự. Than chì có thể là vật liệu chứa cacbon gồm cấu trúc tinh thể kiểu than chì và có

thể là than chì nhân tạo hoặc than chì tự nhiên. Một loại vật liệu chứa cacbon có thể được sử dụng riêng, hoặc hai hay nhiều hơn hai loại vật liệu chứa cacbon có thể được sử dụng kết hợp.

Hàm lượng vật liệu chứa cacbon trong vật liệu điện cực âm là, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 0,05% theo khối lượng và có thể lớn hơn hoặc bằng 0,10% theo khối lượng. Hàm lượng vật liệu chứa cacbon là, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 5% theo khối lượng và có thể nhỏ hơn hoặc bằng 3% theo khối lượng. Các giá trị giới hạn dưới và các giá trị giới hạn trên này có thể được tổ hợp tùy ý.

Hàm lượng vật liệu chứa cacbon trong vật liệu điện cực âm có thể nằm trong khoảng từ 0,05 đến 5% theo khối lượng, từ 0,05 đến 3% theo khối lượng, từ 0,1 đến 5% theo khối lượng, hoặc từ 0,1 đến 3% theo khối lượng.

#### Bari sunfat

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

Hàm lượng bari sunfat trong vật liệu điện cực âm có thể nằm trong khoảng từ 0,05 đến 3% theo khối lượng, từ 0,05 đến 2% theo khối lượng, từ 0,10 đến 3% theo khối lượng, hoặc từ 0,10 đến 2% theo khối lượng.

#### (1) Phân tích hợp chất polyme

Trước khi phân tích, ắc quy chì-axit sau khi tạo thành được nạp đầy và sau đó được tháo rời để thu được tấm điện cực âm sẽ được phân tích. Tấm điện cực âm thu được được rửa sạch với nước để loại bỏ axit sunfuric khỏi tấm điện cực âm. Việc rửa sạch với nước được thực hiện đến khi được xác định là màu của giấy thử pH không thay đổi bằng cách ép giấy thử pH lên bề mặt của tấm điện cực âm đã được rửa sạch bằng nước. Tuy nhiên, việc rửa với nước được thực hiện trong vòng hai giờ. Tấm điện



cực âm đã rửa với nước được sấy khô ở nhiệt độ  $60 \pm 5^\circ\text{C}$  trong môi trường áp suất giảm trong khoảng sáu giờ. Khi chi tiết gần được chứa sau khi làm khô, khi tiết gần được loại bỏ khỏi tấm điện cực âm bằng cách bóc. Tiếp theo, vật liệu điện cực âm được tách khỏi tấm điện cực âm để thu được mẫu (sau đây được viện dẫn đến là mẫu A). Mẫu A được nghiền nếu cần và được đưa đi phân tích.

#### (1-1) Phân tích định tính hợp chất polyme

Clorofom với lượng  $150,0 \pm 0,1\text{mL}$  được thêm vào  $100,0 \pm 0,1\text{g}$  mẫu A dạng bột, và hỗn hợp được khuấy ở nhiệt độ  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  trong 16 giờ để chiết hợp chất polyme. Sau đó, hàm lượng chất rắn được loại bỏ bằng cách lọc. Đối với dung dịch clorofom trong đó hợp chất polyme thu được bằng cách chiết được hòa tan hoặc hợp chất polyme thu được bằng cách sấy dung dịch clorofom, thông tin thu được từ phổ hồng ngoại, phổ hấp thụ tia cực tím nhìn thấy được, phổ NMR, LC-MS và/hoặc nhiệt phân GC-MS, và tương tự để xác định 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 được hòa tan để thu hồi thành phần tan được trong clorofom. Thành phần tan được trong clorofom được hòa tan trong clorofom được đơteri hóa, và phổ  $^1\text{H-NMR}$  được đo dưới các điều kiện sau. Từ phổ  $^1\text{H-NMR}$  này, đỉnh với chuyển dịch hóa học trong phạm vi lớn hơn hoặc bằng 3,2ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8ppm được xác nhận. Ngoài ra, từ phạm vi này, loại đơn vị oxy  $\text{C}_{2-4}$  ankylen được định rõ.

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

Tần số theo dõi: 395,88 MHz

Độ rộng xung: 6,30  $\mu\text{s}$

Thời gian lặp xung 74,1411 giây

Số lượng tích hợp: 32

Nhiệt độ đo: nhiệt độ phòng (20 đến  $35^\circ\text{C}$ )

Tham khảo 7,24 ppm

Đường kính ống mẫu: 5mm

Từ phổ  $^1\text{H-NMR}$ , giá trị tích hợp ( $V_1$ ) của đỉnh ở chuyển dịch hóa học có mặt trong phạm vi lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8 ppm được xác định. Ngoài ra, từng nguyên tử trong số các nguyên tử hydro của nhóm  $-\text{CH}_2-$  và nhóm  $-\text{CH}<$  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 đỉnh trong phổ  $^1\text{H-NMR}$  được xác định. Sau đó, từ  $V_1$  và  $V_2$ , tỷ số  $V_1$  trên tổng  $V_1$  và  $V_2$  ( $= V_1/(V_1 + V_2) \times 100$  (%)) được xác định.

Khi giá trị được tích hợp của đỉnh trong phổ  $^1\text{H-NMR}$  được xác định trong phép phân tích định tính, hai điểm không có tín hiệu quan trọng được xác định để xen vào giữa đỉnh tương ứng trong phổ  $^1\text{H-NMR}$ , và từng giá trị tích hợp được tính toán sử dụng đường thẳng nối hai điểm làm đường cơ sở. Ví dụ, đối với đỉnh trong đó chuyển dịch hóa học có mặt trong phạm vi từ 3,2ppm đến 3,8ppm, đường thẳng nối hai điểm 3,2ppm và 3,8ppm trong phổ được sử dụng làm đường cơ sở. Ví dụ, đối với đỉnh trong đó chuyển dịch hóa học có mặt trong phạm vi lớn hơn 3,8ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 4,0ppm, đường thẳng nối hai điểm 3,8ppm và 4,0ppm trong phổ được sử dụng làm đường cơ sở.

#### (1-2) Phân tích định lượng hợp chất polyme

Lượng thích hợp của thành phần tan được trong clorofom được hòa tan trong clorofom được đơteri hóa với tetrachloroetan (TCE) có  $m_r$  (g) được đo với độ chính xác  $\pm 0,0001\text{g}$ , và phổ  $^1\text{H-NMR}$  được đo. Giá trị tích hợp ( $S_a$ ) của đỉnh trong đó chuyển dịch hóa học có mặt trong phạm vi 3,2 đến 3,8ppm và giá trị tích hợp ( $S_r$ ) của đỉnh được suy ra từ TCE được xác định, và hàm lượng dựa trên khối lượng  $C_n$  (ppm) của hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm được xác định từ công thức sau đây.

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

trong đó  $M_a$  là trọng lượng phân tử của cấu trúc thể hiện đỉnh trong phạm vi chuyển dịch hóa học nằm trong khoảng từ 3,2 đến 3,8ppm (cụ thể hơn, trọng lượng

phân tử của cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C<sub>2-4</sub> ankylen), và  $N_a$  là số nguyên tử hydro liên kết với nguyên tử cacbon của mạch chính của cấu trúc lặp lại.  $N_r$  và  $M_r$  lần lượt là số lượng hydro được chứa trong phân tử của chất chuẩn và trọng lượng phân tử của chất chuẩn, và  $m$  (g) là khối lượng của vật liệu hoạt tính được sử dụng để chiết.

Vì các chất chuẩn trong sự 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,  $M_a$  bằng 58, và  $N_a$  bằng 3. Khi hợp chất polyme là polyethylene glycol,  $M_a$  bằng 44, và  $N_a$  bằng 4. Trong trường hợp là copolyme,  $N_a$  là giá trị thu được bằng cách lấy trung bình các giá trị  $N_a$  của từng đơn vị monome sử dụng tỷ số mol (mol%) của từng đơn vị monome được chứa trong cấu trúc lặp lại, và  $M_a$  được xác định theo loại của từng đơn vị monome.

Trong phân tích định lượng, giá trị tích hợp của đỉnh trong phổ <sup>1</sup>H-NMR được xác định sử dụng phần mềm xử lý dữ liệu “ALICE” do JEOL Ltd. sản xuất.

### (1-3) Đo $M_n$ của hợp chất polyme

Phép đo GPC của hợp chất polyme được thực hiện sử dụng thiết bị sau đây dưới các điều kiện sau đây. Một cách riêng rẽ, đồ thị điều chỉnh (đường cong chuẩn) được chuẩn bị từ biểu đồ  $M_n$  của chất chuẩn và thời gian rửa giải.  $M_n$  của hợp chất polyme được tính toán dựa trên đường cong chuẩn và kết quả đo GPC của hợp chất polyme.

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

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

Nhiệt độ cột: 30°C

Pha lưu động: tetrahydrofuran

Lưu lượng: 1 mL/phút.

Nồng độ 0,20% theo khối lượng

Lượng phun: 10  $\mu$ L

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

Máy dò: máy dò chỉ số khúc xạ vi sai (Shodex RI-201H, được sản xuất bởi

Shodex)

### Tấm điện cực dương

Tấm điện cực dương của ác quy chì-axit gồm bộ thu dòng dương và vật liệu điện cực dương.

Vật liệu điện cực dương được giữ bởi bộ thu dòng dương. Vật liệu điện cực dương chứa vật liệu hoạt tính dương (chì dioxit hoặc chì sunfat) mà thể hiện khả năng thông qua phản ứng oxy hóa-khử. Vật liệu điện cực dương có thể chứa các chất độn khác nếu cần. Vật liệu điện cực dương thu được bằng cách loại bỏ bộ thu dòng dương ra khỏi tấm điện cực dương.

Bộ thu dòng dương có thể được tạo thành bởi chì đúc (Pb) hoặc hợp kim chì, hoặc có thể được tạo thành bằng cách xử lý tấm chì hoặc tấm hợp kim chì. Các ví dụ về phương pháp xử lý bao gồm xử lý giãn nở và xử lý đục lỗ. Tốt hơn là sử dụng bộ thu dòng dạng lưới làm bộ thu dòng dương vì vật liệu điện cực dương dễ dàng được đỡ.

Bộ thu dòng dương có thể được tạo thành bởi chì tinh khiết, nhưng khi hợp kim chì được sử dụng, ví dụ, hợp kim nền Pb-Ca, hợp kim nền Pb-Sn, hợp kim nền Pb-Ca-Sn, hoặc tương tự có thể được sử dụng. Hợp kim chì có thể chứa thêm, như nguyên tố phụ gia, ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm Ba, Ag, Al, Bi, As, Se, Cu, và tương tự. Bộ thu dòng dương có thể gồm lớp bề mặt. Lớp bề mặt và lớp bên trong của bộ thu dòng dương có thể có các thành phần khác nhau. Lớp bề mặt có thể được tạo thành trong một phần của bộ thu dòng âm. Lớp bề mặt có thể được tạo thành chỉ trên phần lưới, chỉ trên phần vấu, hoặc chỉ trên phần sườn khung của bộ thu dòng dương.

Tấm điện cực dương không hình thái thu được bằng cách làm đầy bộ thu dòng dương với bột nhão điện cực dương, và hóa cứng và sấy khô bột nhão. Bột nhão điện cực dương tốt hơn là được điều chế bằng cách trộn bột chì, chất độn, nước, và axit sunfuric. Sau đó, tấm điện cực dương thu được bằng cách tạo thành tấm điện cực dương không hình thái.

Hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương hoặc hợp kim chì cấu thành bộ thu dòng

dương có thể nằm trong khoảng, ví dụ, từ 0 đến 0,13% theo khối lượng, từ 0 đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,13% theo khối lượng, từ 0 đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,07% theo khối lượng, hoặc từ 0 đến 0,01% theo khối lượng (hoặc nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng).

Hàm lượng Sn của bộ thu dòng dương hoặc hợp kim chì cấu thành bộ thu dòng dương có thể nằm trong khoảng, ví dụ, từ 0 đến 3,0% theo khối lượng, từ 0 đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,5% theo khối lượng, từ 0 đến 0,01% theo khối lượng (hoặc nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng). Cụ thể, khi hàm lượng Ca nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng, hàm lượng Sn tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 0,5% theo khối lượng, và có thể nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng. Khi bộ thu dòng dương chứa Ca, độ kháng ăn mòn của hợp kim cấu thành bộ thu dòng dương được cải thiện bằng cách chứa Sn. Ví dụ, khi bộ thu dòng dương chứa Ca với lượng lớn hơn hoặc bằng 0,01% theo khối lượng, giới hạn dưới của hàm lượng Sn của bộ thu dòng dương có thể là 0,5% theo khối lượng.

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

Tấm điện cực dương có thể được tạo thành theo cách mà bộ thu dòng dương được phủ hoặc được làm đầy với bột nhão điện cực dương, mà sau đó được hóa cứng và sấy khô để chế tạo tấm điện cực dương không có hình thái, và sau đó, tấm điện cực dương không có hình thái được tạo thành. Bột nhão điện cực dương được điều chế bằng cách bổ sung chất độn vào bột chì khi cần, còn thêm nước và axit sunfuric, và trộn hỗn hợp. Ở thời điểm hóa cứng, tốt hơn là hóa cứng tấm điện cực dương không có hình thái ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ phòng và độ ẩm cao.

Sự xác định số lượng của Sn và Ca được chứa trong bộ thu dòng dương có thể được phân tích, ví dụ, quang phổ phát xạ nguyên tử plasma kết hợp cảm ứng tách chì

được mô tả trong JIS H 2105. Khi phân tích hàm lượng nguyên tử được chứa trong bộ thu dòng dương của tấm điện cực dương được lấy ra từ ắc quy chì-axit, trước hết, áp dụng lực rung cho tấm điện cực dương để làm cho vật liệu điện cực dương rơi ra khỏi bộ thu dòng dương, sau đó vật liệu điện cực dương còn lại quanh bộ thu dòng dương được loại bỏ bằng cách sử dụng dao bằng gỗ, và phần bộ thu dòng dương có ánh kim loại được thu thập làm mẫu. Mẫu được thu thập được phân tích với axit tactric và axit nitric loãng để thu được dung dịch nước. Axit hydrocloric được bổ sung vào dung dịch nước để làm kết tủa chì clorua, và phần sản phẩm lọc được tập hợp bằng cách lọc. Nồng độ Sn và Ca trong phần sản phẩm lọc được phân tích bằng phương pháp đường cong chuẩn sử dụng quang phổ kế phát xạ ICP (ví dụ, ICPS-8000 được sản xuất bởi tập đoàn Shimadzu), và được chuyển đổi sang hàm lượng Sn và hàm lượng Ca trên khối lượng của bộ thu dòng dương.

#### Tạo thành

Sự tạo thành tấm điện cực âm và tấm điện cực dương có thể được thực hiện, ví dụ, bằng cách nạp phân tử trong trạng thái trong đó phân tử bao gồm tấm điện cực âm không có hình thái và tấm điện cực dương không có hình thái được ngâm trong dung dịch điện phân chứa axit sunfuric trong vật chứa ắc quy chì-axit. Tuy nhiên, sự tạo thành có thể được thực hiện trước khi ngâm ắc quy chì-axit hoặc phân tử. Chì xốp được tạo ra trong tấm điện cực âm và chì dioxit được tạo ra trong tấm điện cực dương bởi sự tạo thành.

#### Phân phân cách

Phân phân cách có thể có dạng phiến hoặc có thể được tạo thành dạng túi. Một phân phân cách dạng phiến 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 xen vào giữa bởi một phân phân cách dạng phiến ở dạng được gấp. Trong trường hợp này, tấm điện cực dương được xếp xen vào giữa bởi phân phân cách dạng phiến được gấp và tấm điện cực âm được xếp xen vào giữa bởi phân phân cách dạng phiến được gấp có thể được chồng lấp,

hoặc một trong số tấm điện cực dương và tấm điện cực âm có thể được xếp xen vào giữa bởi phần phân cách dạng phiến và chồng lấp với tấm điện cực còn lại. Ngoài ra, phần phân cách dạng phiến có thể được gấp thành dạng ống xếp, và tấm điện cực dương và tấm điện cực dương có thể được xếp xen vào giữa bởi phần phân cách dạng ống xếp sao cho phần phân cách được đặt vào giữa chúng. Khi phần phân cách được gấp dưới dạng ống xếp được sử dụng, phần phân cách có thể được bố trí sao cho phần được 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 phần phân cách có thể được bố trí sao cho phần được gấp nằm dọc theo hướng dọc (ví dụ, sao cho phần uốn cong song song với hướng dọc). Trong phần phân cách được gấp theo dạng ống xếp, các hốc lõm được tạo thành lần lượt trên cả hai phía bề mặt chính của phần phân cách. Vì các vấu thường được tạo thành ở phần phía trên của tấm điện cực dương và tấm điện cực âm, khi phần phân cách được bố trí sao cho các phần được gấp nằm dọc theo hướng ngang của trục quy chi-axit, từng tấm điện cực dương và tấm điện cực âm được bố trí chỉ trong hốc lõm trên một phía bề mặt chính của phần phân cách (tức là, phần phân cách kép được đặt xen giữa các tấm dương và âm liền kề). Khi phần phân cách được bố trí sao cho phần được gấp nằm dọc theo hướng dọc của trục quy chi-axit, tấm điện cực dương có thể được đặt trong phần hốc lõm trên một phía bề mặt chính, và tấm điện cực âm có thể được đặt trên phía bề mặt chính còn lại (tức là, phần phân cách có thể được đặt xen giữa các tấm âm và dương liền kề từng cái một). Khi các phần phân cách dạng túi được sử dụng, phần phân cách dạng túi có thể chứa tấm điện cực dương hoặc có thể chứa tấm điện cực âm.

Trong bản mô tả sáng chế, hướng trên-dưới của tấm có nghĩa là hướng trên-dưới của trục quy chi-axit theo hướng dọc.

#### Dung dịch điện phân

Dung dịch điện phân là dung dịch nước chứa axit sunfuric và có thể được tạo thành dạng gel khi cần.

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

Nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 500ppm, nhỏ hơn hoặc bằng 300ppm, nhỏ hơn hoặc bằng 200ppm trên cơ sở khối lượng. Nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân có thể, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 1ppm hoặc lớn hơn hoặc bằng 5ppm trên cơ sở khối lượng. Các giá trị giới hạn trên và các giá trị giới hạn dưới này có thể được tổ hợp tùy ý.

Liên quan đến nồng độ của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân, clorofom được bổ sung và được trộn với lượng dung dịch điện phân được định trước ( $m_1$  (g)) lấy từ ắc quy chì-axit được tạo thành trong trạng thái được nạp đầy, hỗn hợp được để yên để tách thành hai lớp, và sau đó chỉ lớp cloroform được lấy ra. Sau khi lặp lại thao tác này vài lần, clorofom được chưng cất dưới áp suất giảm để thu được hàm lượng tan được trong clorofom. Lượng thích hợp của thành phần tan được trong clorofom được hòa tan trong clorofom được đơteri hóa cùng với tetrachloroetan (TCE) với lượng  $0,0212 \pm 0,0001$ g, và phổ  $^1\text{H-NMR}$  được đo. Giá trị tích hợp ( $S_a$ ) của đỉnh trong đó chuyển dịch hóa học có mặt trong phạm vi 3,2 đến 3,8ppm và giá trị tích hợp ( $S_r$ ) của đỉnh được suy ra từ TCE được xác định, và hàm lượng  $C_e$  của hợp chất polyme trong dung dịch điện phân được xác định từ công thức sau đây.

$$C_e = S_a/S_r \times N_r/N_a \times M_a/M_r \times m_r/m_1 \times 1000000$$

trong đó  $M_a$  và  $N_a$  giống như được mô tả ở trên.

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

Tỷ trọng của dung dịch điện phân trong bình ắc quy chì-axit ở trạng thái được nạp đầy ở  $20^\circ\text{C}$  là, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 1,20 và có thể lớn hơn hoặc bằng 1,25. Tỷ trọng của dung dịch điện phân ở  $20^\circ\text{C}$  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 tổ hợp tùy ý. Tỷ trọng của dung dịch điện phân ở  $20^\circ\text{C}$  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 thu được bởi phương pháp sản xuất gồm bước lắp ráp ắc quy chì-axit bằng cách chứa tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, dung dịch điện phân trong vật chứa. Trong quy trình lắp ráp ắc quy chì-axit, phần phân cách thường được bố trí để được đặt xen giữa tấm điện cực dương và tấm điện cực âm. Quy trình lắp ráp của ắc quy chì-axit có thể gồm bước tạo thành tấm điện cực dương và/hoặc tấm điện cực âm nếu cần sau bước chứa tấm điện cực dương, tấm điện cực âm và dung dịch điện phân trong vật chứa. Từng tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, dung dịch điện phân, và phần phân cách được chuẩn bị trước khi được chứa trong vật chứa.

Fig.1 là hình phối cảnh giảm lược thể hiện ví dụ trong đó nắp của ắc quy chì-axit theo một phương án của sáng chế được loại bỏ. Fig.2A là hình chiếu phía trước của ắc quy chì-axit trên Fig.1, và Fig.2B là hình mặt cắt ngang cắt dọc theo đường IIB-IIB trên Fig.2A.

Ắc quy chì-axit 1 gồm vật chứa 10 mà chứa phần tử 11 và dung dịch điện phân (không được thể hiện). Phần tử 11 được tạo kết cấu bằng cách cán mỏng nhiều tấm điện cực âm 2 và tấm điện cực dương 3 với phần phân cách 4 được đặt xen giữa chúng.

Phần phía trên của từng tấm điện cực âm trong số nhiều tấm điện cực âm 2 được cung cấp vấu nối dòng (không được minh họa) nhô ra về phía trên. Phần phía trên của từng tấm điện cực dương trong số nhiều tấm điện cực dương 3 cũng được cung cấp vấu nối dòng (không được minh họa) nhô ra về phía trên. Sau đó, các vấu của các tấm điện cực âm 2 được nối và tích hợp với nhau bởi tấm nẹp điện cực âm 5a. Tương tự, các vấu của các tấm điện cực dương 3 cũng được nối và tích hợp với nhau bởi tấm nẹp điện cực dương 5b. Cực âm 6a được cố định vào tấm nẹp điện cực âm 5a và cực dương 6b được cố định vào tấm nẹp điện cực dương 5b.

Tuổi thọ ắc quy trong quá trình nạp thả nổi ở nhiệt độ cao

Ắc quy chì-axit kiểu có van điều chỉnh có điện áp danh định bằng 2V và dung lượng danh định bằng 50Ah/10 giờ được sử dụng làm ắc quy thử nghiệm. Trong môi trường có nhiệt độ  $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , việc nạp thả nổi được thực hiện dưới điều kiện điện áp không đổi bằng 2,23V/cell, và thử nghiệm dung lượng danh định 10 giờ được thực hiện ở  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  mỗi tháng. Trong thử nghiệm dung lượng danh định 10 giờ, ắc quy thử nghiệm được phóng điện ở dòng điện (A) bằng 0,1 lần giá trị số được mô tả là dung lượng danh định (Ah) đến khi điện áp đạt đến 1,8V/Cell, và sau đó thực hiện việc nạp phục hồi với lượng điện bằng 120% so với dung lượng phóng điện. Chu kỳ thử nghiệm đến khi dung lượng ắc quy đạt đến khoảng nhỏ hơn hoặc bằng 80% dung lượng danh định được xác định là chu kỳ tuổi thọ. Bằng cách nhân tuổi thọ ở nhiệt độ  $60^{\circ}\text{C}$  với chỉ số định trước, chu kỳ tuổi thọ có thể được chuyển đổi thành tuổi thọ ở  $25^{\circ}\text{C}$ . Tiêu chuẩn như sau.

Chu kỳ tuổi thọ ở nhiệt độ  $60^{\circ}\text{C}$  là lớn hơn hoặc bằng 12 tháng: tuổi thọ mong muốn ở nhiệt độ  $25^{\circ}\text{C}$  là 11 đến 12 năm

Chu kỳ tuổi thọ ở nhiệt độ  $60^{\circ}\text{C}$  là lớn hơn hoặc bằng 16 tháng: tuổi thọ mong muốn ở nhiệt độ  $25^{\circ}\text{C}$  là lớn hơn hoặc bằng 15 năm

Chu kỳ tuổi thọ ở nhiệt độ  $60^{\circ}\text{C}$  là lớn hơn hoặc bằng 22 tháng: tuổi thọ mong muốn ở nhiệt độ  $25^{\circ}\text{C}$  là lớn hơn hoặc bằng 20 năm

#### (a) Lượng nạp quá điện

Tổng lượng nạp khi nạp thả nổi ở nhiệt độ cao ở 2,23V/cell được thực hiện trong 1 tháng được đo.

#### (b) Lượng ăn mòn của bộ thu dòng dương

Ắc quy thử nghiệm được nạp thả nổi ở nhiệt độ cao trong 1 tháng, 8 tháng hoặc 11 tháng. Sau đây, ắc quy chì-axit được tháo rời, bộ thu dòng dương được lấy ra khỏi tấm điện cực dương, tấm điện cực dương được cắt với vùng lân cận của tấm theo hướng thẳng đứng làm ranh giới, bề mặt cắt sau đó được đánh bóng, diện tích mặt cắt

ngang của phần có ánh kim trong mặt cắt ngang được đánh bóng sẽ được đo, và chênh lệch với diện tích mặt cắt ngang của bộ thu dòng dương trước khi thử nghiệm được tính là lượng ăn mòn theo phần trăm.

(c) Lượng tích tụ chì sunfat

Ắc quy thử nghiệm được nạp thả nổi ở nhiệt độ cao trong 1 tháng, 8 tháng hoặc 11 tháng. Sau đây, ắc quy chì-axit được tháo rời, vật liệu điện cực được lấy ra khỏi tấm điện cực dương và tấm điện cực âm, lượng nguyên tố lưu huỳnh (S) trên tổng khối lượng của từng vật liệu điện cực được đo với máy phân tích lưu huỳnh, và lượng nguyên tố lưu huỳnh (S) được chuyển đổi sang khối lượng của  $PbSO_4$  là được tính toán là tỷ lệ phần trăm so với tổng khối lượng của từng vật liệu điện cực.

(d) Tỷ lệ giảm dung dịch

Ắc quy thử nghiệm được nạp thả nổi ở nhiệt độ cao trong 1 tháng, 8 tháng, hoặc 11 tháng. Sau đó, lượng giảm theo khối lượng của ắc quy thử nghiệm trước và sau khi thử nghiệm được đo, và chênh lệch giữa lượng giảm theo khối lượng và khối lượng dung dịch điện phân được chứa trong ắc quy thử nghiệm trước khi thử nghiệm được tính toán là tỷ lệ giảm dung dịch theo phần trăm.

Kết quả của các thử nghiệm từ (a) đến (d) nêu trên được chuyển đổi thành mức độ suy giảm dựa trên các chỉ số sau đây.

Bảng A

| Mức độ suy giảm | Lượng ăn mòn của bộ thu dòng dương | Lượng tích tụ chì sunfat của điện cực dương | Lượng tích tụ chì sunfat của điện cực âm | Tỷ lệ giảm dung dịch              |
|-----------------|------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|
| 1               | 0 đến nhỏ hơn 13% theo khối lượng  | 0 đến nhỏ hơn 5% theo khối lượng            | 0 đến nhỏ hơn 8% theo khối lượng         | 0 đến nhỏ hơn 3% theo khối lượng  |
| 2               | 13 đến nhỏ hơn 25% theo khối lượng | 5 đến nhỏ hơn 10% theo khối lượng           | 8 đến nhỏ hơn 16% theo khối lượng        | 3 đến nhỏ hơn 7% theo khối lượng  |
| 3               | 25 đến nhỏ hơn 38% theo khối lượng | 10 đến nhỏ hơn 15% theo khối lượng          | 16 đến nhỏ hơn 24% theo khối lượng       | 7 đến nhỏ hơn 11% theo khối lượng |

|   |                                       |                                       |                                       |                                       |
|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 4 | 38 đến nhỏ hơn 50% theo khối lượng    | 15 đến nhỏ hơn 20% theo khối lượng    | 24 đến nhỏ hơn 32% theo khối lượng    | 11 đến nhỏ hơn 15% theo khối lượng    |
| 5 | lớn hơn hoặc bằng 50% theo khối lượng | lớn hơn hoặc bằng 20% theo khối lượng | lớn hơn hoặc bằng 32% theo khối lượng | lớn hơn hoặc bằng 15% theo khối lượng |

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

(1) Ắc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, dung dịch điện phân, và hợp chất polyme, trong đó:

tấm điện cực dương gồm bộ thu dòng dương và vật liệu điện cực dương,

tấm điện cực âm gồm bộ thu dòng âm và vật liệu điện cực âm,

hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương nhỏ hơn hoặc bằng 0,13% theo khối lượng, và

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

(2) Ở mục (1) nêu trên, hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương có thể, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 0,07% theo khối lượng.

(3) Ở mục (1) hoặc (2) nêu trên, hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương có thể, ví dụ, nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng, và hàm lượng Sn có thể, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 0,5% theo khối lượng.

(4) Ở mục (1) đến (3) nêu trên, hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương có thể, ví dụ, nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng, và hàm lượng Sn có thể, ví dụ, nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng.

(5) trong một trong số các mục (1) đến (4) nêu trên, khi ít nhất vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme, hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm có thể, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 400ppm theo tỷ lệ khối lượng.

(6) trong mục (5) nêu trên, hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm có thể, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 5ppm theo tỷ lệ khối lượng.

(7) Ắc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, dung dịch

điện phân, và hợp chất polyme, trong đó:

tấm điện cực dương gồm bộ thu dòng dương và vật liệu điện cực dương,

tấm điện cực âm gồm bộ thu dòng âm và vật liệu điện cực âm,

hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương nhỏ hơn hoặc bằng 0,13% theo khối lượng, và

hợp chất polyme chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C<sub>2-4</sub> ankylen.

(8) Ở mục (7) nêu trên, hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương có thể, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 0,07% theo khối lượng.

(9) Ở mục (7) hoặc (8) nêu trên, hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương có thể, ví dụ, nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng, và hàm lượng Sn có thể, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 0,5% theo khối lượng.

(10) Ở mục (7) đến (9) nêu trên, hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương có thể, ví dụ, nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng, và hàm lượng Sn có thể, ví dụ, nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng.

(11) trong một trong số các mục (7) đến (10) nêu trên, khi ít nhất vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme, hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm có thể, ví dụ, nhỏ hơn hoặc bằng 400ppm theo tỷ lệ khối lượng.

(12) trong mục (11) nêu trên, hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm có thể, ví dụ, lớn hơn hoặc bằng 5ppm theo tỷ lệ khối lượng.

(13) trong một trong số các mục từ (1) đến (12) nêu trên, ắc quy chì-axit có thể là ắc quy chì-axit loại có van điều chỉnh.

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

Ắc quy chì-axit A1 tới A7 và R1 tới R6

(1) Chế tạo ắc quy chì-axit

Sử dụng vật liệu điện cực âm có hàm lượng polypropylene glycol (PPG) và bộ thu dòng dương có hàm lượng Ca và hàm lượng Sn được thể hiện trong bảng 1 sau đây,

các ắc quy chì-axit A1 tới A7 và R1 tới R6 được lắp ráp theo cách từ (a) đến (c) sau đây. A1 tới A7 tương ứng với các ví dụ, và R1 tới R6 tương ứng với các ví dụ so sánh.

(a) Chế tạo tấm điện cực âm

Bột chì làm vật liệu thô, bari sunfat, muối than, hợp chất polyme (polypropylen glycol (PPG),  $M_n = 1500$ ), và chất giãn nở hữu cơ (natri lignin sunfonat) được trộn với lượng dung dịch nước axit sunfuric thích hợp để thu được bột nhão điện cực âm. Vào thời điểm này, các thành phần được trộn sao cho hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm, mà được xác định bởi các phương pháp được mô tả ở trên, là giá trị được thể hiện trong bảng 1, hàm lượng bari sunfat bằng 1,5% theo khối lượng, hàm lượng muối than bằng 0,3% theo khối lượng, và hàm lượng chất giãn nở hữu cơ bằng 0,1% theo khối lượng. Phần mắt lưới của lưới đúc làm bằng hợp kim Pb-Ca-Sn là bộ thu dòng âm được lấp đầy bằng bột nhão điện cực âm, sau đó được hóa cứng và làm khô để thu được tấm điện cực âm không có hình thái.

(b) Chế tạo điện cực dương

Bột chì làm vật liệu thô được trộn với dung dịch nước axit sunfuric để thu được bột nhão điện cực dương. Phần mắt lưới của lưới đúc làm bằng hợp kim Pb-Ca-Sn hoặc tương tự được lấp đầy bằng bột nhão điện cực dương, sau đó được hóa cứng và làm khô để thu được tấm điện cực dương không có hình thái. Hàm lượng Ca và hàm lượng Sn của bộ thu dòng dương (tức là, hợp kim Pb-Ca-Sn hoặc tương tự ở đây) được xác định bởi phương pháp được mô tả ở trên là các giá trị được thể hiện trong bảng 1.

(c) Chế tạo ắc quy thử nghiệm

Ắc quy chì-axit kiểu có van điều chỉnh có điện áp danh định bằng 2V và dung lượng danh định bằng 50 Ah/10 giờ được chế tạo. Phần tử của ắc quy thử nghiệm gồm năm tấm điện cực dương và sáu tấm điện cực âm kẹp xen giữa các tấm điện cực dương. Tấm điện cực dương và tấm điện cực âm được dát mỏng với phần phân cách bằng sợi thủy tinh không dệt xen kẽ giữa chúng để tạo thành một phần tử. Phần tử được đặt trong một vật chứa bằng polypropylen cùng với dung dịch điện phân (dung dịch nước

axit sunfuric), và được tạo thành trong vật chứa để chế tạo ắc quy chì-axit kiểu ướt. Trọng lượng riêng của dung dịch điện phân sau khi tạo thành bằng 1,28 (ở 20°C).

Trong phổ  $^1\text{H-NMR}$  của hợp chất polyme được đo bởi phương pháp được mô tả ở trên, đỉnh được suy ra từ  $-\text{CH}<$  của đơn vị oxypropylen được theo dõi trong phạm vi chuyển dịch hóa học nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2 ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,42 ppm, và đỉnh được suy ra từ  $-\text{CH}_2-$  của đơn vị oxypropylen được theo dõi trong phạm vi chuyển dịch hóa học nằm trong khoảng 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 bằng 3,2ppm đến 3,8ppm trên tổng giá trị tích hợp của đỉnh này, giá trị tích hợp của đỉnh 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 98,1%.

## (2) Đánh giá

Sử dụng ắc quy chì-axit, thử nghiệm nạp thả nổi ở nhiệt độ cao được tiến hành bằng phương pháp được mô tả ở trên. Tuổi thọ ắc quy và các kết quả của thử nghiệm nạp quá điện trong tháng thứ nhất được thể hiện trong bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1

|                                          | R1    | R2    | R3   | R4   | R5   | R6   |
|------------------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|
| Hàm lượng Ca [%]                         | 0,01> | 0,01> | 0,07 | 0,13 | 0,17 | 0,17 |
| Hàm lượng Sn [%]                         | 0,01> | 0,5   | 2    | 2    | 2    | 2    |
| Hàm lượng hợp chất polyme [%]            | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 200  |
| Lượng nạp quá điện (tháng thứ nhất) [Ah] | 23    | 24    | 25   | 26   | 27   | 21   |
| Chu kỳ tuổi thọ [tháng]                  | 18    | 16    | 15   | 11   | 8    | 8    |

Trong bảng 1, các ắc quy R5 và R6 trong đó hàm lượng Ca trong bộ thu dòng dương lớn hơn 0,13% theo khối lượng và 0,17% theo khối lượng, chu kỳ tuổi thọ ngắn

nhất là 8 tháng bất kể sự có mặt hay không có mặt của hợp chất polyme. Tuy nhiên, lượng nạp quá điện của ắc quy R6 trong đó vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme trong tháng thứ nhất thấp hơn đáng kể so với ắc quy R5. Các kết quả này biểu thị rằng khi hàm lượng Ca lớn hơn 0,13% theo khối lượng, hợp chất polyme không ảnh hưởng đến tuổi thọ trong suốt quá trình nạp xả nổi. Ngoài ra, điều này thường chỉ ra rằng sự ăn mòn của bộ thu dòng điện dương xác định tuổi thọ của ắc quy axit-chì kiểu có van điều chỉnh. Mặt khác, trong các ắc quy R1 đến R5, chu kỳ tuổi thọ được cải thiện đáng kể khi hàm lượng Ca giảm. Khi so sánh các ắc quy R1 đến R4 có hàm lượng Ca nhỏ hơn hoặc bằng 0,13% theo khối lượng, chu kỳ tuổi thọ tăng từ 11 tháng đến 18 tháng, tức là tăng 7 tháng. Ngoài ra, chu kỳ tuổi thọ còn được kéo dài thêm bởi sự giảm hàm lượng Sn khi hàm lượng Ca giảm.

Bảng 2

|                                          | A1    | A2    | A3    | A4    | A5    | A6   | A7   |
|------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Hàm lượng Ca [%]                         | 0,01> | 0,01> | 0,01> | 0,01> | 0,01> | 0,07 | 0,13 |
| Hàm lượng Sn [%]                         | 0,01> | 0,01> | 0,01> | 0,01> | 0,5   | 2    | 2    |
| Hàm lượng hợp chất polyme [%]            | 15    | 200   | 250   | 100   | 200   | 200  | 200  |
| Lượng nạp quá điện (tháng thứ nhất) [Ah] | 20    | 17    | 16    | 13    | 18    | 19   | 19   |
| Chu kỳ tuổi thọ [tháng]                  | 25    | 27    | 25    | 15    | 22    | 17   | 13   |

Tiếp theo, khi so sánh các ắc quy A2, A5 tới A7 trong đó vật liệu điện cực âm chứa hợp chất poly me với lượng 200ppm, chu kỳ tuổi thọ tăng từ 13 tháng đến 27 tháng, tức là tăng 14 tháng. Tức là, mức độ cải thiện chu kỳ tuổi thọ là đáng kể do sự có mặt của hợp chất polyme. Cụ thể hơn, khi so sánh các ắc quy R4 và A7 có hàm lượng Ca bằng 0,13% theo khối lượng, có chênh lệch 2 tháng trong chu kỳ tuổi thọ (11



tháng đối với R4 và 13 tháng đối với A7) phụ thuộc vào sự có mặt hay không có mặt hợp chất polyme. Ngoài ra, khi so sánh các ắc quy R3 và A6 có hàm lượng Ca bằng 0,07% theo khối lượng, có chênh lệch 2 tháng trong chu kỳ tuổi thọ (15 tháng đối với R3 và 17 tháng đối với A6) phụ thuộc vào sự có mặt hay không có mặt hợp chất polyme. Mặt khác, khi so sánh các ắc quy R2 và A5 có hàm lượng Ca nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng, có sự chênh lệch 6 tháng trong chu kỳ tuổi thọ (16 tháng đối với R2 và 22 tháng đối với A5) phụ thuộc vào sự có mặt hay không có mặt hợp chất polyme, và tương tự, khi so sánh các ắc quy R1 và A2 có hàm lượng Ca nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng, có sự chênh lệch 9 tháng trong chu kỳ tuổi thọ (18 tháng đối với R1 và 27 tháng đối với A2) phụ thuộc vào sự có mặt hay không có mặt hợp chất polyme. Sự kéo dài chu kỳ tuổi thọ đáng kể này là hiệu ứng đặc biệt đối với trường hợp sử dụng bộ thu dòng dương có hàm lượng Ca thấp và độ kháng ăn mòn cao và sử dụng hợp chất polyme.

Tiếp theo, kết quả của thử nghiệm nạp xả nổi trong tháng thứ tám được thể hiện trong bảng 3 và bảng 4.

Bảng 3

| Tháng thứ tám                               | R1    | R2    | R3   | R4   | R5   | R6   |
|---------------------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|
| Hàm lượng Ca [%]                            | 0,01> | 0,01> | 0,07 | 0,13 | 0,17 | 0,17 |
| Hàm lượng Sn [%]                            | 0,01> | 0,5   | 2    | 2    | 2    | 2    |
| Hàm lượng hợp chất polyme [%]               | 0     | 0     | 0    | 0    | 0    | 200  |
| Lượng ăn mòn của bộ thu dòng                | 1     | 2     | 3    | 4    | 5    | 5    |
| Lượng tích tụ chì sunfat của điện cực dương | 1     | 1     | 1    | 1    | 1    | 1    |
| Lượng tích tụ chì sunfat của điện cực âm    | 1     | 1     | 1    | 1    | 1    | 1    |
| Tỷ lệ giảm dung dịch                        | 3     | 3     | 3    | 3    | 3    | 2    |

Bảng 3 thể hiện rằng khi hợp chất polyme không được sử dụng, sự ăn mòn của bộ thu dòng dương có ảnh hưởng rất lớn đến tuổi thọ của ắc quy. Ngoài ra, các tác giả sáng chế thấy rằng khi hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương giảm, ảnh hưởng của sự ăn mòn của bộ thu dòng dương giảm dần, và do đó, ảnh hưởng của sự giảm dung dịch điện phân có thể tăng lên một cách tương đối.

Bảng 4

| Tháng thứ tám                               | A1    | A2    | A3    | A4    | A5    | A6   | A7   |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Hàm lượng Ca [%]                            | 0,01> | 0,01> | 0,01> | 0,01> | 0,01> | 0,07 | 0,13 |
| Hàm lượng Sn [%]                            | 0,01> | 0,01> | 0,01> | 0,01> | 0,5   | 2    | 2    |
| Hàm lượng hợp chất polyme [%]               | 15    | 200   | 250   | 400   | 200   | 200  | 200  |
| Lượng ăn mòn của bộ thu dòng                | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 2    | 4    |
| Lượng tích tụ chì sunfat của điện cực dương | 1     | 2     | 2     | 4     | 2     | 2    | 1    |
| Lượng tích tụ chì sunfat của điện cực âm    | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1    | 1    |
| Tỷ lệ giảm dung dịch                        | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2    | 2    |

Bảng 4 thể hiện rằng khi sử dụng hợp chất polyme, lượng ăn mòn của bộ thu dòng dương có xu hướng sẽ giảm, và tỷ lệ giảm dung dịch của dung dịch điện phân có xu hướng giảm. Ngoài ra, dựa trên kết quả của bảng 1 và bảng 2, có giả thiết là tỷ lệ giảm dung dịch của dung dịch điện phân có ảnh hưởng lớn đến tuổi thọ của ắc quy. Có thể được hiểu là khi lượng hợp chất polyme của vật liệu điện cực âm là 400pp, sự tích tụ chì sunfat trong tấm điện cực dương trở nên đáng kể. Điều này được hiểu là do dòng điện nạp trong quá trình nạp thả nổi thấp hơn tốc độ tự phóng điện của vật liệu điện cực dương.

Tiếp theo, kết quả của thử nghiệm nạp quá điện trong tháng thứ mười một được thể hiện trong bảng 5 và bảng 6.

Bảng 5

| Tháng thứ mười một                          | R1    | R2    | R3   | R4   |
|---------------------------------------------|-------|-------|------|------|
| Hàm lượng Ca [%]                            | 0,01> | 0,01> | 0,07 | 0,13 |
| Hàm lượng Sn [%]                            | 0,01> | 0,5   | 2    | 2    |
| Hàm lượng hợp chất polyme [%]               | 0     | 0     | 0    | 0    |
| Lượng ăn mòn của bộ thu dòng                | 2     | 3     | 4    | 5    |
| Lượng tích tụ chì sunfat của điện cực dương | 1     | 1     | 1    | 1    |
| Lượng tích tụ chì sunfat của điện cực âm    | 1     | 1     | 1    | 1    |
| Tỷ lệ giảm dung dịch                        | 4     | 4     | 4    | 4    |

Bảng 5 thể hiện rằng khi hợp chất polyme không được sử dụng, cả sự ăn mòn của bộ thu dòng dương và sự giảm dung dịch điện phân trở nên đáng kể. Ngoài ra, các tác giả sáng chế thấy rằng khi hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương giảm, ảnh hưởng của sự ăn mòn của bộ thu dòng dương giảm dần, và do đó, ảnh hưởng của sự giảm dung dịch điện phân có thể tăng lên một cách tương đối.

Bảng 6

| Tháng thứ mười một                          | A1    | A2    | A3    | A4    | A5    | A6   | A7   |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Hàm lượng Ca [%]                            | 0,01> | 0,01> | 0,01> | 0,01> | 0,01> | 0,07 | 0,13 |
| Hàm lượng Sn [%]                            | 0,01> | 0,01> | 0,01> | 0,01> | 0,5   | 2    | 2    |
| Hàm lượng hợp chất polyme [%]               | 15    | 200   | 250   | 400   | 200   | 200  | 200  |
| Lượng ăn mòn của bộ thu dòng                | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 3    | 5    |
| Lượng tích tụ chì sunfat của điện cực dương | 1     | 2     | 2     | 4     | 2     | 2    | 1    |

|                                          |   |   |   |   |   |   |   |
|------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Lượng tích tụ chì sunfat của điện cực âm | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Tỷ lệ giảm dung dịch                     | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Bảng 6 cũng thể hiện là khi sử dụng hợp chất polyme, lượng ăn mòn của bộ thu dòng dương có xu hướng sẽ giảm, và tỷ lệ giảm dung dịch của dung dịch điện phân có xu hướng giảm, và cụ thể, sự giảm tỷ lệ giảm dung dịch là đáng kể. Dựa vào kết quả của bảng 1 và bảng 2, người ta coi là sự giảm của tỷ lệ giảm dung dịch của dung dịch điện phân có liên quan rất lớn đến sự cải thiện đáng kể trong chu kỳ tuổi thọ khi hàm lượng Ca thấp.

Khả năng áp dụng trong công nghiệp

Ắc quy chì-axit theo sáng chế có thể được áp dụng cho, ví dụ, ắc quy chì-axit kiểu có van điều chỉnh, và cụ thể, có thể được sử dụng cho thiết bị lưu trữ năng lượng công nghiệp tĩnh, nguồn điện để khởi động xe, nguồn điện cho máy phụ hoặc tương tự. Lưu ý là các ứng dụng này chỉ là minh họa và không được giới hạn đến các ứng dụng này.

Các số tham chiếu

- 1: Ắc quy chì-axit
- 2: Tấm điện cực âm
- 3: Tấm điện cực dương
- 4: Phần phân cách
- 5a: Tấm nẹp điện cực âm
- 5b: Tấm nẹp điện cực dương
- 6a: Cực âm
- 6b: Cực dương
- 10: Vật chứa
- 11: Thành phần

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Ấc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, dung dịch điện phân, và hợp chất polyme, trong đó:

tấm điện cực dương bao gồm bộ thu dòng dương và vật liệu điện cực dương,

tấm điện cực âm bao gồm bộ thu dòng âm và vật liệu điện cực âm, trong đó ít nhất vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme,

hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương nhỏ hơn hoặc bằng 0,13% theo khối lượng, và

hợp chất polyme có đỉnh nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng 3,2ppm và nhỏ hơn hoặc bằng 3,8ppm trong chuyển dịch hóa học của phổ  $^1\text{H-NMR}$ , và hợp chất polyme chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy  $\text{C}_{2-4}$  ankylen.

2. Ấc quy chì-axit theo điểm 1, trong đó hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương nhỏ hơn hoặc bằng 0,07% theo khối lượng.

3. Ấc quy chì-axit theo điểm 2, trong đó hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương nhỏ hơn 0,01% theo khối lượng.

4. Ấc quy chì-axit theo điểm 3, trong đó bộ thu dòng dương có hàm lượng Sn nhỏ hơn hoặc bằng 0,5% theo khối lượng.

5. Ấc quy chì-axit theo điểm 4, trong đó bộ thu dòng dương có hàm lượng Sn nhỏ hơn 0,01 % theo khối lượng.

6. Ấc quy chì-axit theo điểm 1,

hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm nhỏ hơn hoặc bằng 400ppm theo tỷ lệ khối lượng.

7. Ấc quy chì-axit theo điểm 6, trong đó hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm lớn hơn hoặc bằng 5ppm theo tỷ lệ khối lượng.

8. Ấc quy chì-axit bao gồm tấm điện cực dương, tấm điện cực âm, dung dịch điện phân, và hợp chất polyme, trong đó:

tấm điện cực dương bao gồm bộ thu dòng dương và vật liệu điện cực dương,

tấm điện cực âm bao gồm bộ thu dòng âm và vật liệu điện cực âm, trong đó ít nhất vật liệu điện cực âm chứa hợp chất polyme,

hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương nhỏ hơn hoặc bằng 0,13% theo khối lượng, và

hợp chất polyme chứa cấu trúc lặp lại của các đơn vị oxy C<sub>2-4</sub> ankylen.

9. Ấc quy chì-axit theo điểm 8, trong đó hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương nhỏ hơn hoặc bằng 0,07% theo khối lượng.

10. Ấc quy chì-axit theo điểm 9, trong đó hàm lượng Ca của bộ thu dòng dương nhỏ hơn 0,01 % theo khối lượng.

11. Ấc quy chì-axit theo điểm 10, trong đó bộ thu dòng dương có hàm lượng Sn nhỏ hơn hoặc bằng 0,5% theo khối lượng.

12. Ấc quy chì-axit theo điểm 11, trong đó bộ thu dòng dương có hàm lượng Sn nhỏ hơn 0,01 % theo khối lượng.

13. Ấc quy chì-axit theo điểm 8,  
hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm nhỏ hơn hoặc bằng 400ppm theo tỷ lệ khối lượng.

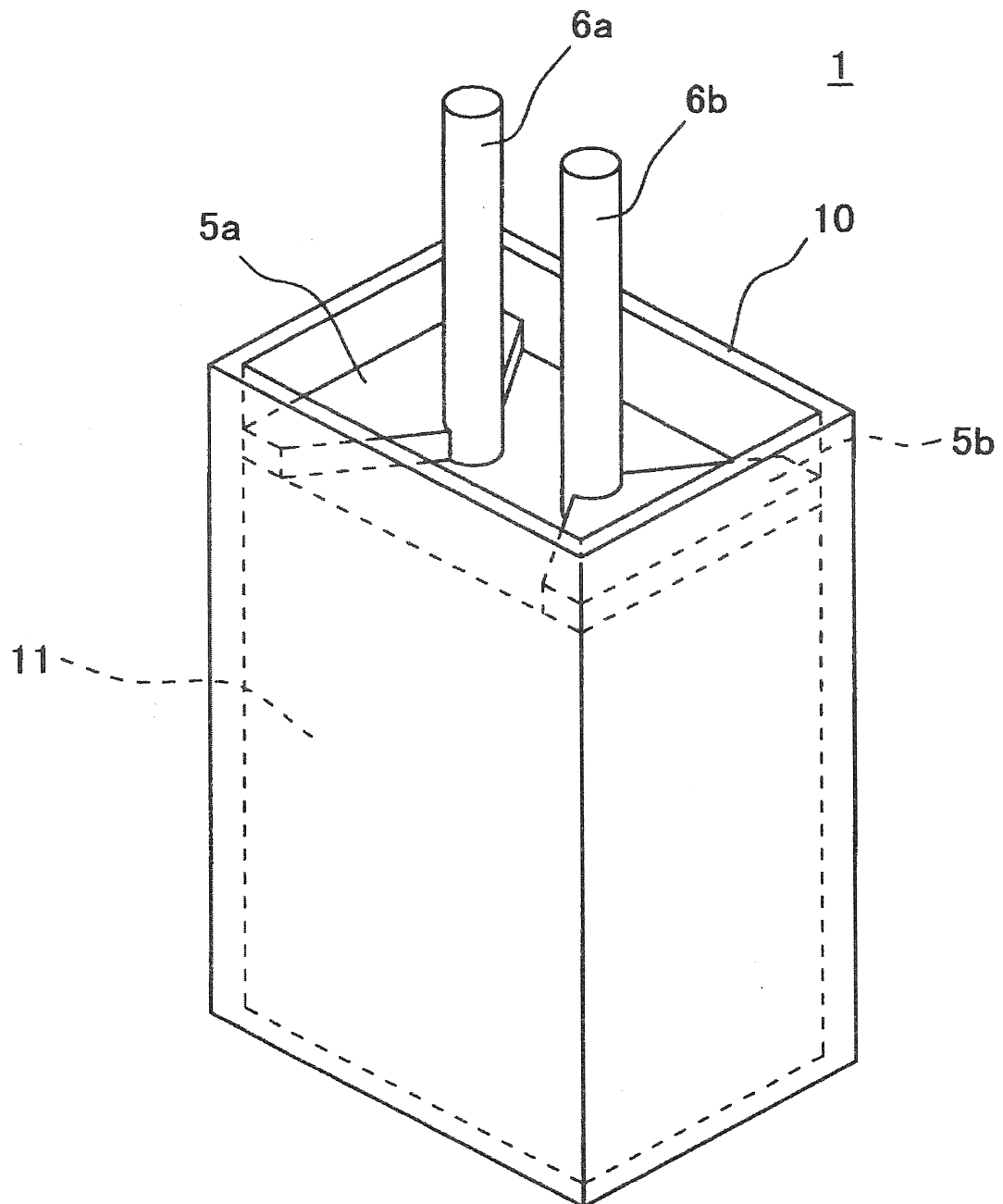
14. Ấc quy chì-axit theo điểm 13, trong đó hàm lượng hợp chất polyme trong vật liệu điện cực âm lớn hơn hoặc bằng 5ppm theo tỷ lệ khối lượng.

15. Ấc quy chì-axit theo điểm 1, trong đó ắc quy chì-axit này là ắc quy chì-axit có van điều chỉnh.

16. Ấc quy chì-axit theo điểm 8, trong đó ắc quy chì-axit này là ắc quy chì-axit có van điều chỉnh.

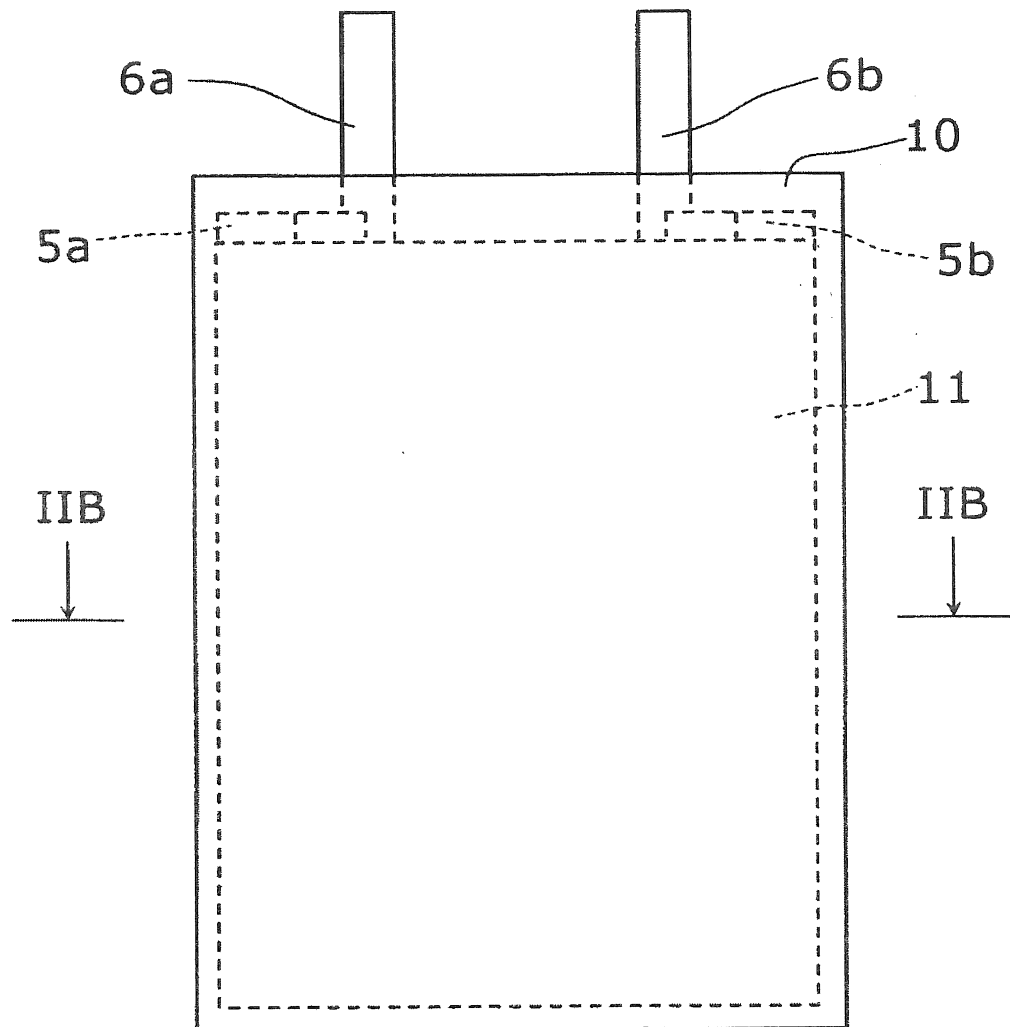
1/3

Fig. 1



2/3

Fig. 2A





3/3

Fig. 2B

