



(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)



1-0030187

(51)⁷ H01M 4/58; H01M 4/02; H01M 4/62; (13) B
H01M 4/36; H01M 10/0525; H01M
4/136

(21) 1-2017-03272

(22) 23/08/2017

(30) 2016-192877 30/09/2016 JP

(45) 25/11/2021 404

(43) 26/04/2018 361A

(73) SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD. (JP)

6-28, Rokuban-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8465, Japan

(72) Masataka OYAMA (JP); Takao KITAGAWA (JP).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) VẬT LIỆU CATÔT DÙNG CHO PIN THỨ CẤP ION LITHI, CATÔT DÙNG CHO
PIN THỨ CẤP ION LITHI, VÀ PIN THỨ CẤP ION LITHI

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi, catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi, và pin thứ cấp ion lithi. Vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi là các hạt vật liệu hoạt tính gồm các hạt tâm được biểu diễn bằng công thức $\text{Li}_x\text{A}_y\text{M}_z\text{PO}_4$ và màng cacbon phủ lên bề mặt của các hạt tâm, trong đó đường kính trung bình bằng hoặc lớn hơn $0,50\mu\text{m}$ và bằng hoặc nhỏ hơn $0,80\mu\text{m}$, và độ kết tủa màu b^* trong không gian màu $L^*a^*b^*$ bằng hoặc lớn hơn 1,9 và bằng hoặc nhỏ hơn 2,3.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi, catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi, và pin thứ cấp ion lithi.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, khi các pin đã dùng trước có kích cỡ nhỏ và dung lượng cao và trọng lượng nhẹ, các pin thứ cấp trên cơ sở dung dịch điện phân khan như các pin thứ cấp ion lithi được đề xuất và đưa vào sử dụng thực tế. Các pin thứ cấp ion lithi được tạo thành từ catôt và anôt có các tính chất có thể xen kẽ và không xen kẽ thuận nghịch các ion lithi, và chất điện phân khan.

Khi các vật liệu hoạt tính anôt dùng làm các vật liệu anôt của các pin thứ cấp ion lithi, nói chung, các vật liệu gốc cacbon hoặc các oxit kim loại chứa Li có các tính chất có thể xen kẽ và không xen kẽ thuận nghịch các ion lithi được sử dụng. Các ví dụ về các oxit kim loại chứa Li bao gồm lithi titanat ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$).

Trong khi, các hỗn hợp vật liệu catôt bao gồm vật liệu catôt, chất gắn kết, và vật liệu tương tự được sử dụng làm các catôt của các pin thứ cấp ion lithi. Ví dụ, các oxit kim loại chứa Li có các tính chất có thể xen kẽ và không xen kẽ thuận nghịch các ion lithi như lithi sắt phosphat (LiFePO_4) được sử dụng làm vật liệu hoạt tính catôt. Ngoài ra, các catôt của các pin thứ cấp ion lithi được tạo ra bằng cách phủ hỗn hợp vật liệu catôt lên bề mặt của lá kim loại được gọi là bộ gom dòng điện cực.

Khi các dung dịch điện phân dùng cho các pin thứ cấp ion lithi, các dung môi khan được sử dụng. Các dung môi khan cho phép phủ các vật liệu hoạt tính catôt mà bị oxi hóa và khử ở điện áp cao hoặc các vật liệu hoạt tính anôt bị oxi hóa và bị khử ở điện áp thấp. Do đó, các pin thứ cấp ion lithi có điện áp lớn hơn có thể được nhận dạng.

Các pin thứ cấp ion lithi này có kích cỡ nhỏ và năng lượng lớn hơn và trọng lượng nhẹ hơn các pin thứ cấp trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan như các ắc quy chì, các ắc quy niken cadimi, và các ắc quy niken kim loại hydro. Do đó, các pin thứ cấp ion lithi được sử dụng không những làm các nguồn điện cỡ nhỏ được sử dụng trong các thiết bị điện tử di động như các điện thoại di động và các máy tính xách tay cá nhân, mà

còn làm các nguồn điện dự phòng cố định cỡ lớn.

Trong những năm gần đây, có nhu cầu tăng cường hiệu suất của các pin thứ cấp ion lithi, và nhiều nghiên cứu được tiến hành. Ví dụ, trong trường hợp mà pin thứ cấp ion lithi được sử dụng trong khu vực mật độ dòng điện cao, có nhu cầu nâng cao tiếp khả năng dẫn điện để cải thiện hiệu suất. Về các nhu cầu đặc tính mô tả ở trên, các kỹ thuật để phủ lên bề mặt bằng các vật liệu hoạt tính catốt với vật liệu chứa cacbon (sau đây, trong một số trường hợp, được gọi là “màng cacbon”) là đã biết (ví dụ, tham chiếu đến Công bố đơn yêu cầu cấp Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản chưa xét nghiệm số 2009-004371, Công bố đơn yêu cầu cấp Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản chưa xét nghiệm số 2011-049161, và Công bố đơn yêu cầu cấp Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản chưa xét nghiệm số 2012-104290). Theo phương pháp phủ bề mặt của vật liệu hoạt tính catốt bằng màng cacbon, các phương pháp trong đó vật liệu hoạt tính catốt và nguồn cacbon được trộn với nhau và hỗn hợp này được nung trong môi trường trơ hoặc môi trường khử là đã biết.

Khi mật độ catốt được tăng cường bằng cách điền đầy màng cacbon mà phủ bề mặt của vật liệu hoạt tính catốt bằng lượng vật liệu hoạt tính catốt lớn hơn, thì mật độ năng lượng trên đơn vị thể tích tăng lên. Tuy nhiên, trong trường hợp, trong đó vật liệu hoạt tính catốt kết tụ và do đó tạo thành chất kết tụ, các lỗ rỗng được tạo ra giữa các hạt vật liệu hoạt tính catốt trong màng cacbon, và do đó có vấn đề ở chỗ, mật độ catốt giảm xuống. Do đó, các kỹ thuật trong đó chất kết tụ được tạo ra từ vật liệu hoạt tính catốt bị phá vỡ trong pha khí hoặc tương tự làm giảm đường kính chất kết tụ, và các lỗ rỗng giữa các hạt vật liệu hoạt tính catốt bị lấp đầy một cách hiệu quả bằng vật liệu hoạt tính catốt, nhờ đó nâng cao mật độ năng lượng trên đơn vị thể tích là đã biết.

Tuy nhiên, trong trường hợp trong đó vật liệu catốt bao gồm các hạt sơ cấp của vật liệu hoạt tính catốt như lithi sắt phosphat và màng cacbon phủ lên bề mặt của các hạt sơ cấp bị phá vỡ, khi cường độ phá vỡ quá lớn, màng cacbon bị bong khỏi bề mặt của các hạt sơ cấp, và do đó độ dẫn điện giảm. Sự giảm độ dẫn điện gây ra sự suy giảm các đặc tính đầu vào và đầu ra hoặc sự giảm dung lượng sau chu kỳ nạp và phóng điện, nên không được ưu tiên. Ngoài ra, khi cường độ phá vỡ quá thấp, mật độ catốt giảm, nên không được ưu tiên.

Vì các lý do được mô tả ở trên, tốt nhất là phá vỡ vật liệu catốt để kết tụ cần thiết

các kích cỡ hạt trong khi đảm bảo độ dẫn điện để ngăn màng cacbon khỏi bị bong ra. Tuy nhiên, cường độ phá vỡ mà tại đó màng cacbon bắt đầu bị bong thay đổi phụ thuộc vào đường kính hạt sơ cấp của vật liệu hoạt tính catôt, lượng cacbon có trong vật liệu catôt, hoặc tương tự, và do đó khó điều khiển một cách tối ưu cường độ phá vỡ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế được tạo ra nhằm khắc phục các nhược điểm được mô tả trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi mà ngăn ngừa việc bong màng cacbon mà phủ lên bề mặt của các hạt sơ cấp của vật liệu hoạt tính catôt và có thể tăng cường mật độ catôt trong khi đảm bảo độ dẫn điện, catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi chứa vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi, và pin thứ cấp ion lithi bao gồm catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi.

Các tác giả sáng chế và cộng sự đã tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu để đạt được mục đích nêu trên, kết quả đã thấy rằng, khi trong các hạt vật liệu hoạt tính gồm các hạt tâm được biểu diễn bằng công thức $\text{Li}_x\text{A}_y\text{M}_z\text{PO}_4$ ($0,95 \leq x \leq 1,1$, $0,8 \leq y \leq 1,1$, và $0 \leq z \leq 0,2$, trong đó A là ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Fe, Mn, và Ni, và M là ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Mg, Ca, Co, Sr, Ba, Ti, Zn, B, Al, Ga, In, Si, Ge, và các nguyên tố đất hiếm) và màng cacbon phủ lên bề mặt của các hạt tâm, đường kính trung bình bằng hoặc lớn hơn $0,50\mu\text{m}$ và bằng hoặc nhỏ hơn $0,80\mu\text{m}$, và độ kết tủa màu b^* trong không gian màu $L^*a^*b^*$ bằng hoặc lớn hơn 1,9 và bằng hoặc nhỏ hơn 2,3, có thể tạo ra vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi mà ngăn ngừa sự bong màng cacbon mà phủ lên bề mặt của các hạt sơ cấp của vật liệu hoạt tính catôt và có thể tăng cường mật độ catôt trong khi đảm bảo độ dẫn điện, và hoàn thiện sáng chế.

Vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo sáng chế là các hạt vật liệu hoạt tính gồm các hạt tâm được biểu diễn bằng công thức $\text{Li}_x\text{A}_y\text{M}_z\text{PO}_4$ ($0,95 \leq x \leq 1,1$, $0,8 \leq y \leq 1,1$, và $0 \leq z \leq 0,2$, trong đó A là ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Fe, Mn, và Ni, và M là ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Mg, Ca, Co, Sr, Ba, Ti, Zn, B, Al, Ga, In, Si, Ge, và các nguyên tố đất hiếm) và màng cacbon phủ lên bề mặt của các hạt tâm, trong đó đường kính trung bình bằng hoặc lớn hơn $0,50\mu\text{m}$ và bằng hoặc nhỏ hơn $0,80\mu\text{m}$, và độ kết tủa màu b^* trong không gian màu

$L^*a^*b^*$ bằng hoặc lớn hơn 1,9 và bằng hoặc nhỏ hơn 2,3 .

Catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo sáng chế là vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi bao gồm bộ gom dòng điện cực và lớp hỗn hợp catôt được tạo ra trên bộ gom dòng điện cực, trong đó lớp hỗn hợp catôt này bao gồm vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo sáng chế.

Pin thứ cấp ion lithi theo sáng chế bao gồm catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo sáng chế.

Theo vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo sáng chế, vì đường kính trung bình bằng hoặc lớn hơn $0,50\mu\text{m}$ và bằng hoặc nhỏ hơn $0,80\mu\text{m}$, và độ kết tủa màu b^* trong không gian màu $L^*a^*b^*$ bằng hoặc lớn hơn 1,9 và bằng hoặc nhỏ hơn 2,3, nên có thể tạo ra vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi ngăn ngừa sự bong màng cacbon phủ lên các bề mặt của các hạt sơ cấp của vật liệu hoạt tính catôt và có thể tăng cường mật độ catôt trong khi đảm bảo độ dẫn điện.

Theo catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo sáng chế, vì vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo sáng chế được bao gồm, nên có thể thu được pin thứ cấp ion lithi có mật độ năng lượng cao và các đặc tính đầu vào và đầu ra tốt.

Theo pin thứ cấp ion lithi theo sáng chế, vì có catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo sáng chế, nên có thể thu được pin thứ cấp ion lithi có mật độ năng lượng cao và các đặc tính đầu vào và đầu ra tốt.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án về vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi, catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi, và pin thứ cấp ion lithi theo sáng chế sẽ được mô tả.

Trong lúc đó, phương án này sẽ được mô tả cụ thể để hiểu rõ hơn bản chất của sáng chế và không làm giới hạn sáng chế trừ khi được mô tả cụ thể theo cách khác.

Vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi

Vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này (sau đây, trong một số trường hợp, được gọi đơn giản là “vật liệu catôt”) là các hạt vật liệu hoạt tính gồm các hạt tâm được biểu diễn bằng công thức $\text{Li}_x\text{A}_y\text{M}_z\text{PO}_4$ ($0,95 \leq x \leq 1,1$, $0,8 \leq y \leq 1,1$, và $0 \leq z \leq 0,2$, trong đó A là ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Fe, Mn,

và Ni, và M là ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Mg, Ca, Co, Sr, Ba, Ti, Zn, B, Al, Ga, In, Si, Ge, và các nguyên tố đất hiếm) và màng cacbon phủ lên các bề mặt của các hạt tâm, trong đó đường kính trung bình bằng hoặc lớn hơn $0,50\mu\text{m}$ và bằng hoặc nhỏ hơn $0,80\mu\text{m}$, và độ kết tủa màu b^* trong không gian màu $L^*a^*b^*$ bằng hoặc lớn hơn 1,9 và bằng hoặc nhỏ hơn 2,3 .

Đường kính hạt sơ cấp trung bình của vật liệu catốt dùng cho pin thứ cấp ion lithi (các hạt vật liệu hoạt tính) theo phương án này tốt hơn bằng hoặc lớn hơn 10 nm và bằng hoặc nhỏ hơn 700 nm và tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 20 nm và bằng hoặc nhỏ hơn 500 nm .

Khi đường kính hạt sơ cấp trung bình của vật liệu catốt bằng hoặc lớn hơn 10 nm, diện tích bề mặt riêng của vật liệu catốt tăng lên, và do đó ngăn ngừa sự gia tăng khối lượng cacbon cần thiết, và có thể ngăn ngừa sự giảm dung lượng nạp điện và phóng điện của các pin thứ cấp ion lithi. Nói cách khác, khi đường kính hạt sơ cấp trung bình của vật liệu catốt là bằng hoặc nhỏ hơn 700 nm, có thể ngăn ngừa việc kéo dài thời gian dành cho các ion lithi hoặc các điện tử di chuyển trong vật liệu catốt. Do đó, có thể ngăn ngừa sự suy giảm các đặc tính đầu ra góp phần làm tăng điện trở trong của các pin thứ cấp ion lithi.

Ở đây, đường kính hạt trung bình là đường kính hạt trung bình thể tích. Đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt sơ cấp của vật liệu catốt có thể đo được sử dụng thiết bị đo phân bố cỡ hạt phân tán và nhiễu xạ laze hoặc tương tự. Ngoài ra, cũng có thể chọn tùy ý nhiều hạt sơ cấp được quan sát sử dụng kính hiển vi điện tử quét (scanning electron microscope - SEM) và tính toán đường kính hạt trung bình của các hạt sơ cấp.

Lượng cacbon có trong vật liệu catốt dùng cho pin thứ cấp ion lithi, nghĩa là, lượng cacbon hình thành màng cacbon tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,1 phần khối lượng và bằng hoặc nhỏ hơn 10 phần khối lượng và tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,6 phần khối lượng và bằng hoặc nhỏ hơn 3 phần khối lượng so với 100 phần khối lượng của các hạt tâm.

Khi lượng cacbon bằng hoặc lớn hơn 0,1 phần khối lượng, khả năng phóng điện của các pin thứ cấp ion lithi ở tỷ lệ nạp-phóng điện cao tăng lên, và có thể nhận ra hiệu suất tỷ lệ nạp và phóng điện đầy đủ. Nói cách khác, khi lượng cacbon bằng hoặc nhỏ

hơn 10 phần khối lượng, có thể ngăn ngừa dung lượng pin của các pin thứ cấp ion lithi trên đơn vị khối lượng của vật liệu catôt bị giảm hơn mức cần thiết.

Lượng mang cacbon so với diện tích bề mặt riêng của các hạt sơ cấp của các hạt tâm cấu thành vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi (“[lượng mang cacbon]/[diện tích bề mặt riêng của các hạt sơ cấp của các hạt tâm]”; sau đây, được gọi là “tỷ lệ lượng mang cacbon”) tốt hơn bằng hoặc lớn hơn 0,01 g/m² và bằng hoặc nhỏ hơn 0,5 g/m² và tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,03 g/m² và bằng hoặc nhỏ hơn 0,3 g/m².

Khi tỷ lệ lượng mang cacbon bằng hoặc lớn hơn 0,01 g/m², khả năng phóng điện của các pin thứ cấp ion lithi với tỷ lệ nạp-phóng điện cao tăng lên, và có thể nhận ra hiệu suất tỷ lệ nạp và phóng điện đủ lớn. Nói cách khác, khi tỷ lệ lượng mang cacbon là bằng hoặc nhỏ hơn 0,5 g/m², thì có thể ngăn ngừa dung lượng pin của các pin thứ cấp ion lithi trên đơn vị khối lượng của vật liệu catôt bị giảm hơn mức cần thiết.

Diện tích bề mặt riêng BET của vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 5 m²/g và bằng hoặc nhỏ hơn 25 m²/g.

Khi diện tích bề mặt riêng BET bằng hoặc lớn hơn 5 m²/g, thì sự hóa thô của vật liệu catôt được ngăn ngừa, và do đó có thể làm tăng tỷ lệ khuếch tán của các ion lithi giữa các hạt. Do đó, có thể tăng cường các đặc tính pin của các pin thứ cấp ion lithi. Nói cách khác, khi diện tích bề mặt riêng BET bằng hoặc nhỏ hơn 25 m²/g, thì có thể tăng mật độ catôt trong các catôt bao gồm vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này, và do đó có thể cung cấp các pin thứ cấp ion lithi có mật độ năng lượng cao.

Đường kính trung bình của vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi là bằng hoặc lớn hơn 0,50μm và bằng hoặc nhỏ hơn 0,80μm và tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,55μm và bằng hoặc nhỏ hơn 0,75μm.

Khi đường kính trung bình bằng hoặc lớn hơn 0,50μm, có thể ngăn ngừa độ dẫn điện khỏi bị giảm do sự phá vỡ quá mức. Nói cách khác, khi đường kính trung bình là bằng hoặc nhỏ hơn 0,80μm, thì có thể lèn chặt các catôt bằng vật liệu hoạt tính catôt trong lúc sản xuất các catôt chứa vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi, và tăng cường mật độ năng lượng trên đơn vị thể tích.

Độ kết tủa màu b* trong không gian màu L*a*b* của vật liệu catôt dùng cho pin

thứ cấp ion lithi bằng hoặc lớn hơn 1,9 và bằng hoặc nhỏ hơn 2,3 và tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 1,95 và bằng hoặc nhỏ hơn 2,3.

Độ kết tủa màu b^* của vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi là chỉ số cho biết mức độ phủ của màng cacbon với các hạt tâm.

Khi độ kết tủa màu b^* bằng hoặc lớn hơn 1,9, có thể lèn chặt các catôt bằng vật liệu hoạt tính catôt trong lúc sản xuất các catôt bao gồm vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi, và mật độ năng lượng trên đơn vị thể tích tăng cường. Nói cách khác, khi độ kết tủa màu b^* bằng hoặc nhỏ hơn 2,3, trong vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi, thì có thể thiết lập độ phơi sáng của các hạt tâm không được phủ màng cacbon trong vùng vừa đủ để tăng mật độ năng lượng trên đơn vị thể tích, và có thể ngăn ngừa độ dẫn điện bị giảm xuống do sự phá vỡ quá mức.

Các hạt tâm

Các hạt tâm cấu thành vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này được tạo ra từ vật liệu hoạt tính catôt được biểu diễn bằng công thức $Li_xA_yM_zPO_4$ ($0,95 \leq x \leq 1,1$, $0,8 \leq y \leq 1,1$, và $0 \leq z \leq 0,2$, trong đó A là ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Fe, Mn, và Ni, và M là ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Mg, Ca, Co, Sr, Ba, Ti, Zn, B, Al, Ga, In, Si, Ge, và các nguyên tố đất hiếm).

Trong khi đó, các nguyên tố đất hiếm là 15 nguyên tố La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, và Lu thuộc về các chuỗi lantan.

Đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt sơ cấp của các hạt tâm cấu thành các hạt vật liệu catôt dùng làm pin thứ cấp ion lithi theo phương án này tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 5 nm và bằng hoặc nhỏ hơn 800 nm và tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 20 nm và bằng hoặc nhỏ hơn 500 nm.

Khi đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt sơ cấp của các hạt tâm là bằng hoặc lớn hơn 5 nm, có thể phủ đầy đủ bề mặt của các hạt sơ cấp của các hạt tâm với màng cacbon. Ngoài ra, có thể làm tăng khả năng phóng điện của các pin thứ cấp ion lithi trong khi nạp điện và phóng điện tốc độ cao và thực hiện đủ hiệu năng nạp và phóng điện. Nói cách khác, khi đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt sơ cấp của các hạt tâm là bằng hoặc nhỏ hơn 800 nm, có thể giảm điện trở trong của các hạt sơ cấp

của các hạt tâm. Ngoài ra, có thể tăng khả năng phóng điện của các pin thứ cấp ion lithi trong khi nạp và phóng điện tốc độ cao.

Hình dạng của các hạt sơ cấp của các hạt tâm cấu thành vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này không bị giới hạn cụ thể, nhưng hình dạng của các hạt sơ cấp của các hạt tâm tốt hơn là dạng hình cầu vì nó dễ dàng tạo ra vật liệu hoạt tính catôt được tạo dạng hình cầu, cụ thể, chất kết tụ hình cầu.

Khi hình dạng của các hạt sơ cấp của các hạt tâm là dạng hình cầu, thì có thể giảm lượng dung môi khi bột nhão của vật liệu catôt được chuẩn bị bằng cách trộn vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi, nhựa gắn kết (chất gắn kết), và dung môi. Ngoài ra, khi hình dạng của các hạt sơ cấp của các hạt tâm là dạng hình cầu, thì dễ dàng phủ bột nhão của vật liệu catôt lên các bộ gom dòng điện cực. Ngoài ra, khi hình dạng của các hạt sơ cấp của các hạt tâm là dạng hình cầu, thì diện tích bề mặt của các hạt sơ cấp của các hạt tâm bị giảm thiểu, và do đó có thể giảm thiểu lượng nhựa gắn kết (chất gắn kết) được trộn vào bột nhão của vật liệu catôt. Do đó, có thể giảm điện trở trong của các catôt mà vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này được sử dụng. Ngoài ra, khi hình dạng của các hạt sơ cấp của các hạt tâm là dạng hình cầu, thì dễ bó chặt vật liệu catôt, và do đó lượng vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi bị bó trên đơn vị thể tích của catôt tăng lên. Do đó, có thể làm tăng mật độ catôt, và có thể thu được các pin thứ cấp ion lithi dung lượng cao.

Màng cacbon

Màng cacbon phủ lên bề mặt của các hạt tâm.

Khi bề mặt của các hạt tâm được phủ bằng màng cacbon, thì có thể tăng cường độ dẫn điện của vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi.

Độ dày của màng cacbon tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,2 nm và bằng hoặc nhỏ hơn 10 nm và tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,5 nm và bằng hoặc nhỏ hơn 4 nm.

Khi độ dày của màng cacbon bằng hoặc lớn hơn 0,2 nm, thì có thể ngăn ngừa độ dày mỏng quá mức của màng cacbon không cho phép hình thành các màng có giá trị điện trở mong muốn. Ngoài ra, có thể đảm bảo các tính chất dẫn điện thích hợp để vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi. Nói cách khác, khi độ dày của màng cacbon là bằng hoặc nhỏ hơn 10 nm, thì có thể ngăn ngừa việc giảm dung lượng pin trên đơn vị

khối lượng của vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi.

Ngoài ra, khi độ dày của màng cacbon bằng hoặc lớn hơn 0,2 nm và bằng hoặc nhỏ hơn 10 nm, thì để bố chặt vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi, và do đó lượng vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi bị bó trên đơn vị thể tích của catôt tăng lên. Do đó, có thể làm tăng mật độ catôt, và có thể thu được các pin thứ cấp ion lithi dung lượng cao.

Tỷ lệ phủ của màng cacbon so với các hạt tâm tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 60% và bằng hoặc nhỏ hơn 95% và tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 80% và bằng hoặc nhỏ hơn 95%. Khi tỷ lệ phủ của màng cacbon là bằng hoặc lớn hơn 60%, thì có thể thu được đủ hiệu quả phủ của màng cacbon.

Theo vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này, trong các hạt vật liệu hoạt tính gồm các hạt tâm được biểu diễn bằng công thức $\text{Li}_x\text{A}_y\text{M}_z\text{PO}_4$ ($0,95 \leq x \leq 1,1$, $0,8 \leq y \leq 1,1$, và $0 \leq z \leq 0,2$, trong đó A là ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Fe, Mn, và Ni, và M là ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Mg, Ca, Co, Sr, Ba, Ti, Zn, B, Al, Ga, In, Si, Ge, và các nguyên tố đất hiếm) và màng cacbon phủ lên bề mặt của các hạt tâm, khi đường kính trung bình là bằng hoặc lớn hơn $0,50\mu\text{m}$ và bằng hoặc nhỏ hơn $0,80\mu\text{m}$, và độ kết tủa màu b^* trong không gian màu $L^*a^*b^*$ bằng hoặc lớn hơn 1,9 và bằng hoặc nhỏ hơn 2,3, thì có thể tạo ra vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi ngăn ngừa sự bong ra của màng cacbon mà phủ lên bề mặt của các hạt sơ cấp của vật liệu hoạt tính catôt và có thể tăng cường mật độ catôt trong khi đảm bảo độ dẫn điện.

Phương pháp sản xuất vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi

Vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này có thể được sản xuất bằng cách phá vỡ các hạt vật liệu hoạt tính được làm từ chất kết tụ.

Phương pháp sản xuất các hạt vật liệu hoạt tính

Phương pháp sản xuất các hạt vật liệu hoạt tính theo phương án này bao gồm, ví dụ, bước sản xuất các hạt tâm và tiền chất của các hạt tâm, bước chuẩn bị vữa là chuẩn bị vữa bằng cách trộn ít nhất một vật liệu thô của hạt tâm được chọn từ nhóm bao gồm các hạt tâm và tiền chất của các hạt tâm, hợp chất hữu cơ là tiền chất của màng cacbon, và nước, và bước nung làm khô vữa và nung chất làm khô thu được trong môi trường

không bị oxy hoá.

Bước sản xuất các hạt tâm và tiền chất của các hạt tâm

Khi phương pháp sản xuất hợp chất (các hạt tâm) được biểu diễn bằng công thức $\text{Li}_x\text{A}_y\text{M}_z\text{PO}_4$ ($0,95 \leq x \leq 1,1$, $0,8 \leq y \leq 1,1$, và $0 \leq z \leq 0,2$, trong đó A là ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Fe, Mn, và Ni, và M là ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Mg, Ca, Co, Sr, Ba, Ti, Zn, B, Al, Ga, In, Si, Ge, và các nguyên tố đất hiếm), phương pháp trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan như phương pháp pha rắn, phương pháp pha lỏng, và phương pháp pha khí được sử dụng. Các ví dụ về $\text{Li}_x\text{A}_y\text{M}_z\text{PO}_4$ thu được sử dụng phương pháp được mô tả ở trên bao gồm các chất dạng hạt (sau đây, trong một số trường hợp, được gọi là “các hạt $\text{Li}_x\text{A}_y\text{M}_z\text{PO}_4$ ”).

Các hạt $\text{Li}_x\text{A}_y\text{M}_z\text{PO}_4$ thu được, ví dụ bằng cách tổng hợp thủy nhiệt hỗn hợp dạng vữa thu được bằng cách trộn nguồn Li, nguồn A, nguồn P, nước, và, nếu cần, nguồn M. Bằng cách thức tổng hợp thủy nhiệt, $\text{Li}_x\text{A}_y\text{M}_z\text{PO}_4$ được tạo ra dưới dạng chất kết tủa trong nước. Chất kết tủa thu được có thể là tiền chất có công thức $\text{Li}_x\text{A}_y\text{M}_z\text{PO}_4$. Trong trường hợp này, các hạt đích $\text{Li}_x\text{A}_y\text{M}_z\text{PO}_4$ thu được bằng cách nung tiền chất có công thức $\text{Li}_x\text{A}_y\text{M}_z\text{PO}_4$.

Trong quá trình tổng hợp thủy nhiệt này, thùng kín khí chịu áp suất được sử dụng ưu tiên.

Ở đây, các ví dụ về nguồn Li bao gồm các muối lithi như lithi axetat (LiCH_3COO) và lithi clorua (LiCl), lithi hydroxit (LiOH), và muối tương tự. Trong số các muối này, để làm nguồn Li, ít nhất một muối được chọn từ nhóm bao gồm lithi axetat, lithi clorua, và lithi hydroxit được sử dụng ưu tiên.

Các ví dụ về nguồn A bao gồm clorua, carboxylat, sulfat, và hợp chất tương tự bao gồm ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Fe, Mn, và Ni. Ví dụ, trong trường hợp mà A trong $\text{Li}_x\text{A}_y\text{M}_z\text{PO}_4$ là Fe, các ví dụ về nguồn Fe bao gồm các muối sắt hoá trị hai như sắt (II) clorua (FeCl_2), sắt (II) axetat ($\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_2$), và sắt (II) sulfat (FeSO_4). Trong số các muối này, để làm nguồn Fe, ít nhất một muối được chọn từ nhóm bao gồm sắt (II) clorua, sắt (II) axetat, và sắt (II) sulfat được sử dụng ưu tiên.

Các ví dụ về nguồn M bao gồm clorua, carboxylat, sulfat, và hợp chất tương tự bao gồm ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Mg, Ca, Co, Sr, Ba, Ti, Zn,

B, Al, Ga, In, Si, Ge, và các nguyên tố đất hiếm.

Các ví dụ về nguồn P bao gồm các hợp chất axit phosphoric như axit phosphoric (H_3PO_4), amoni dihydro phosphat ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), diamoni hydro phosphat ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$), và hợp chất tương tự. Trong số các hợp chất này, để làm nguồn P, ít nhất một nguồn được chọn từ nhóm bao gồm axit phosphoric, amoni dihydro phosphat, và diamoni hydro phosphat được sử dụng ưu tiên.

Bước chuẩn bị vữa

Nhờ bước chuẩn bị vữa, hợp chất hữu cơ là tiền chất của màng cacbon được đặt giữa các hạt tâm, và hợp chất hữu cơ và các hạt tâm được trộn đều với nhau, và do đó có thể phủ đều bề mặt của các hạt tâm bằng hợp chất hữu cơ.

Ngoài ra, nhờ bước nung, hợp chất hữu cơ phủ lên bề mặt của các hạt tâm được nung, nhờ đó thu được các hạt vật liệu hoạt tính (vật liệu catôt) bao gồm các hạt tâm được phủ đều bằng màng cacbon.

Hợp chất hữu cơ được sử dụng trong phương pháp sản xuất các hạt vật liệu hoạt tính theo phương án này không bị giới hạn cụ thể, miễn là hợp chất này có thể tạo ra màng cacbon trên bề mặt của các hạt tâm. Các ví dụ về hợp chất hữu cơ được mô tả ở trên bao gồm các rượu hóa trị hai như rượu polyvinyl (PVA), polyvinyl pyrrolidon, xenluloza, tinh bột, gelatin, carboxymetyl xenluloza, metyl xenluloza, hydroxymetyl xenluloza, hydroxyetyl xenluloza, axit polyacrylic, polystyren sulfonat, polyacrylamit, polyvinyl axetat, glucoza, fructoza, galactoza, manozơ, mantoza, sucroza, lactoza, glycogen, pectin, axit alginic, glucomanan, chitin, axit hyaluronic, chondroitin, agaroza, polyete, và etylen glycol, các rượu hóa trị ba như glyxerin, và các hợp chất tương tự.

Trong bước chuẩn bị vữa, vật liệu thô làm hạt tâm và hợp chất hữu cơ được hoà tan hoặc được phân tán trong nước, nhờ đó tạo ra vữa đồng nhất.

Khi các vật liệu thô này được hoà tan hoặc phân tán trong nước, cũng có thể thêm chất phân tán.

Phương pháp hoà tan và phân tán vật liệu thô của hạt tâm và hợp chất hữu cơ trong nước không bị giới hạn cụ thể, miễn là vật liệu thô của hạt tâm được phân tán trong nước, và hợp chất hữu cơ được hoà tan hoặc phân tán trong nước. Phương pháp mô tả ở trên tốt hơn là phương pháp, trong đó thiết bị phân tán dạng khuấy vừa để

khuấy các hạt trung bình ở tốc độ cao như máy nghiền bi kiểu xoay, máy nghiền kiểu dao động, máy nghiền hạt, máy lắc sơn, hoặc máy mài được sử dụng.

Khi vật liệu thô của hạt tâm và hợp chất hữu cơ được hoà tan hoặc phân tán trong nước, tốt hơn là phân tán vật liệu thô của hạt tâm trong nước có dạng hạt sơ cấp, sau đó, bổ sung hợp chất hữu cơ vào nước, và khuấy hợp chất hữu cơ này để được hoà tan hoặc phân tán. Trong trường hợp này, bề mặt của các hạt sơ cấp của vật liệu thô của hạt tâm dễ dàng được phủ bằng hợp chất hữu cơ. Do đó, hợp chất hữu cơ được phân tán đều trên bề mặt của các hạt sơ cấp của vật liệu thô của hạt tâm, và do đó, bề mặt của các hạt sơ cấp của các hạt tâm được phủ bằng màng cacbon có nguồn gốc từ hợp chất hữu cơ.

Bước nung

Tiếp theo, vữa được chuẩn bị trong bước chuẩn bị vữa được phun và làm khô trong môi trường nhiệt độ cao, ví dụ, trong môi trường bằng hoặc lớn hơn 70°C và bằng hoặc nhỏ hơn 250°C .

Tiếp theo, chất được làm khô thu được được nung trong môi trường không bị oxy hoá ở nhiệt độ tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 500°C và bằng hoặc nhỏ hơn 1.000°C và tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 600°C và bằng hoặc nhỏ hơn 1.000°C trong thời gian bằng hoặc dài hơn 0,1 giờ và bằng hoặc ngắn hơn 40 giờ.

Môi trường không bị oxy hoá tốt hơn là môi trường được nạp đầy khí trơ như nitơ (N_2), argon (Ar), hoặc khí tương tự. Trong trường hợp mà cần ngăn ngừa thêm sự oxy hóa chất khô, môi trường khử bao gồm xấp xỉ vài phần trăm thể tích khí khử như hydro (H_2) được ưu tiên. Ngoài ra, nhằm mục đích loại bỏ các thành phần hữu cơ bị bay hơi trong môi trường không bị oxy hoá trong quá trình nung, khí dễ bị cháy hoặc cháy được như oxy (O_2) có thể được nạp vào môi trường không bị oxy hoá.

Ở đây, khi nhiệt độ nung được thiết lập là bằng hoặc lớn hơn 500°C , hợp chất hữu cơ trong chất khô dễ bị phân hủy và phản ứng đủ, và hợp chất hữu cơ được nung dễ dàng và được nung đủ. Kết quả là, dễ dàng ngăn ngừa việc tạo ra chất phân hủy điện trở cao của hợp chất hữu cơ trong chất kết tụ thu được. Trong khi đó, khi nhiệt độ nung được thiết lập là bằng hoặc nhỏ hơn 1.000°C , thì lithi (Li) trong vật liệu thô của hạt tâm không dễ bị bay hơi, và sự phát triển hạt của các hạt tâm đến kích cỡ bằng hoặc lớn hơn

kích cỡ đích bị ngăn ngừa. Kết quả là, trong trường hợp mà pin thứ cấp ion lithi gồm catôt chứa vật liệu catôt theo phương án này được sản xuất, có thể ngăn ngừa khả năng phóng điện với tốc độ nạp-phóng điện cao giảm xuống, và có thể thu được các pin thứ cấp ion lithi có hiệu suất tỷ lệ nạp và phóng điện đủ.

Nhờ các bước được mô tả ở trên, các hạt vật liệu hoạt tính được làm từ chất kết tụ, trong đó bề mặt của các hạt sơ cấp của các hạt tâm được phủ cacbon (màng cacbon) được tạo ra do sự phân hủy nhiệt của hợp chất hữu cơ trong chất khô thu được.

Bước phá vỡ các hạt vật liệu hoạt tính

Tiếp theo, ít nhất một phần của các hạt vật liệu hoạt tính được làm từ chất kết tụ này được phá vỡ. Ở đây, để “phá vỡ ít nhất một phần của các hạt vật liệu hoạt tính được làm từ chất kết tụ”, ít nhất một phần của chất kết tụ cần được phá vỡ, và không phải tất cả chất kết tụ cần bị phá vỡ.

Thiết bị được sử dụng để phá vỡ chất kết tụ có thể cần phá vỡ không phải tất cả chất kết tụ, mà là một phần của chất kết tụ, và, ví dụ, máy nghiền mịn loại thoát khí như máy nghiền bi loại khô, máy nghiền bi loại ướt, máy trộn, hoặc máy nghiền phun, máy nghiền siêu âm, hoặc tương tự được sử dụng.

Theo phương án này, máy nghiền phun được sử dụng ưu tiên để phá vỡ vì sự tổn hại đến các hạt vật liệu hoạt tính (các hạt tâm và các hạt sơ cấp) được ngăn ngừa.

Ngoài ra, tỷ lệ cấp chất kết tụ vào máy nghiền phun tốt hơn được thiết lập từ 50g/giờ đến 1,500g/giờ, và áp lực không khí tốt hơn được thiết lập từ 0,3MPa đến 0,7MPa. Cường độ phá vỡ có thể được điều chỉnh tự do bằng cách thay đổi tỷ lệ cấp chất kết tụ được phun vào máy nghiền phun. Ngoài ra, đường kính trung bình và độ kết tủa màu b* của vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi có thể được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh cường độ phá vỡ. Ở đây, trong trường hợp mà cường độ phá vỡ yếu, đường kính trung bình lớn, và độ kết tủa màu b* có giá trị thấp. Nói cách khác, trong trường hợp mà cường độ phá vỡ mạnh, đường kính hạt trung bình nhỏ, và độ kết tủa màu b* có giá trị cao. Khi độ kết tủa màu b* có giá trị cao, thì độ phơi sáng của các hạt tâm không được phủ bằng màng cacbon tăng lên trong vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi.

Catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi

Catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này (sau đây, trong một số trường hợp, được gọi là “catôt”) bao gồm vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này. Chi tiết hơn, catôt theo phương án này bao gồm bộ gom dòng điện cực được làm từ lá kim loại và lớp hỗn hợp catôt được tạo ra trên bộ gom dòng điện cực, và lớp hỗn hợp catôt bao gồm vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này. Nghĩa là, catôt theo phương án này thu được bằng cách tạo lớp hỗn hợp catôt trên một bề mặt chính của bộ gom dòng điện cực sử dụng vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này.

Catôt theo phương án này được sử dụng chủ yếu làm catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi.

Vì catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này bao gồm vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này, các pin thứ cấp ion lithi trong đó catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này được sử dụng có mật độ năng lượng cao và có các đặc tính đầu vào và đầu ra tốt.

Phương pháp sản xuất catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi

Phương pháp sản xuất catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này không bị giới hạn cụ thể miễn là lớp hỗn hợp catôt có thể được tạo ra trên một bề mặt chính của bộ gom dòng sử dụng vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này. Các ví dụ về phương pháp sản xuất catôt theo phương án này bao gồm phương pháp sau đây.

Trước hết, vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này, chất gắn kết được làm từ nhựa gắn kết, và dung môi được trộn với nhau, nhờ đó tạo ra bột nhão của vật liệu catôt. Tại thời điểm này, chất phụ trợ dẫn điện như muối than có thể được thêm vào bột nhão của vật liệu catôt theo phương án này, nếu cần.

Chất gắn kết

Ví dụ, nhựa polytetrafluoroetylen (PTFE), nhựa polyvinyliden florua (polyvinylidene fluoride - PVdF), cao su flo, hoặc tương tự được sử dụng ưu tiên làm chất gắn kết, tức là, nhựa gắn kết.

Lượng trộn của chất gắn kết được sử dụng để tạo ra bột nhão của vật liệu catôt không bị giới hạn cụ thể và, ví dụ, tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 1 phần khối lượng và

bằng hoặc nhỏ hơn 30 phần khối lượng và tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 3 phần khối lượng và bằng hoặc nhỏ hơn 20 phần khối lượng so với 100 phần khối lượng của vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi.

Khi lượng trộn của chất gắn kết là bằng hoặc lớn hơn 1 phần khối lượng, thì có thể tăng đủ tính chất gắn kết giữa lớp hỗn hợp catôt và bộ gom dòng điện cực. Do đó, có thể ngăn lớp hỗn hợp catôt khỏi bị vỡ hoặc bị đứt gãy trong khi đúc lớp hỗn hợp catôt bằng cách cuộn hoặc tương tự. Ngoài ra, có thể ngăn ngừa lớp hỗn hợp catôt khỏi bị bong khỏi bộ gom dòng điện cực trong quy trình nạp và phóng điện các pin thứ cấp ion lithi và ngăn ngừa dung lượng pin hoặc tỷ lệ nạp-phóng điện khỏi bị giảm xuống. Nói cách khác, khi lượng chất gắn kết được trộn là bằng hoặc nhỏ hơn 30 phần khối lượng, có thể ngăn ngừa điện trở trong của vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi khỏi bị giảm và ngăn ngừa dung lượng pin với tỷ lệ nạp-phóng điện cao khỏi bị giảm xuống.

Chất phụ trợ dẫn điện

Chất phụ trợ dẫn điện không bị giới hạn cụ thể, và, ví dụ, ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm bao gồm cacbon dạng sợi như muội axetylen (acetylene black - AB), KETJEN BLACK, muội lò, sợi cacbon bay hơi (vapor-grown carbon fiber - VGCF), và ống nano cacbon được sử dụng.

Dung môi

Dung môi được sử dụng trong bột nhão của vật liệu catôt bao gồm vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này được chọn thích hợp phụ thuộc vào các tính chất của chất gắn kết. Khi dung môi được chọn thích hợp, thì có thể tạo thuận lợi cho bột nhão của vật liệu catôt được sử dụng vào các chất cần được phủ như các bộ gom dòng điện cực.

Các ví dụ về dung môi bao gồm nước, các rượu như metanol, etanol, 1-propanol, 2-propanol (rượu isopropyl: IPA), butanol, pentanol, hexanol, octanol, và rượu diaxeton, các este như etyl axetat, butyl axetat, etyl lactat, propylen glycol monometyl ete axetat, propylen glycol monoethyl ete axetat, và γ -butyrolacton, các ete như dietyl ete, etylen glycol monometyl ete (metyl xenlosolve), etylen glycol monoethyl ete (etyl xenlosolve), etylen glycol monobutyl ete (butyl xenlosolve), dietylen glycol monometyl ete, và

dietylen glycol monoethyl ete, các xeton như axeton, metyl etyl xeton (MEK), metyl isobutyl xeton (MIBK), acetylaxeton, và xyclohexanon, các amit như dimetyl formamit, N,N-dimetylaxetoaxetamit, và N-metyl-2-pyrrolidon (NMP), các glycol như etylen glycol, dietylen glycol, và propylen glycol, và dung môi tương tự. Các dung môi này có thể được sử dụng riêng lẻ, hoặc hỗn hợp của hai hoặc nhiều dung môi có thể được sử dụng.

Tỷ lệ hàm lượng của dung môi trong bột nhão của vật liệu catôt tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 50% khối lượng và bằng hoặc nhỏ hơn 70% khối lượng và tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 55% khối lượng và bằng hoặc nhỏ hơn 65% khối lượng trong trường hợp mà tổng khối lượng của vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này, chất gắn kết, và dung môi được thiết lập là 100 phần khối lượng.

Khi tỷ lệ hàm lượng của dung môi trong bột nhão của vật liệu catôt trong phạm vi mô tả ở trên, có thể thu được bột nhão của vật liệu catôt có khả năng tạo hình catôt tốt và các đặc tính pin tốt.

Phương pháp trộn vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này, chất gắn kết, chất phụ trợ dẫn điện, và dung môi không bị giới hạn cụ thể miễn là các thành phần này có thể được trộn đều với nhau. Các ví dụ của chúng bao gồm các phương pháp trộn, trong đó máy nhào trộn như máy nghiền bi, máy nghiền cát, máy trộn kiểu hành tinh (hành tinh), máy khuấy sơn, hoặc máy đồng hóa được sử dụng.

Bột nhão của vật liệu catôt được phủ lên một bề mặt chính của bộ gom dòng điện cực để tạo ra màng phủ, và sau đó màng phủ này được làm khô, nhờ đó thu được bộ gom dòng điện cực có màng phủ được làm bằng hỗn hợp của vật liệu catôt và chất gắn kết được tạo ra trên một bề mặt chính.

Sau đó, màng phủ bị ép do áp suất và được làm khô, nhờ đó tạo ra catôt có lớp hỗn hợp catôt trên một bề mặt chính của bộ gom dòng điện cực.

Pin thứ cấp ion lithi

Pin thứ cấp ion lithi theo phương án này bao gồm catôt, anôt, và chất điện phân khan, trong đó catôt là catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này. Cụ thể, pin thứ cấp ion lithi theo phương án này bao gồm catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này là catôt, anôt, chi tiết phân cách, và chất điện phân khan.

Trong pin thứ cấp ion lithi theo phương án này, anôt, chất điện phân khan, và chi tiết phân cách không bị giới hạn cụ thể.

Anôt

Các ví dụ về anôt bao gồm các anôt chứa vật liệu anôt như kim loại Li, các vật liệu cacbon như graphit tự nhiên và cacbon cứng, các hợp kim Li, $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$, $\text{Si}(\text{Li}_{4.4}\text{Si})$, và vật liệu tương tự.

Chất điện phân khan

Các ví dụ về chất điện phân khan bao gồm các chất điện phân khan thu được bằng cách trộn etylen cacbonat (EC) và etyl metyl cacbonat (EMC) để tỷ lệ thể tích đạt 1:1 và hòa tan lithi hexafluorophosphat (LiPF_6) trong hỗn hợp dung môi thu được để nồng độ đạt 1 mol/dm^3 .

Chi tiết phân cách

Có thể sử dụng, ví dụ, propylen rỗng làm chi tiết phân cách.

Ngoài ra, thay cho chất điện phân khan và chi tiết phân cách, chất điện phân rắn có thể được sử dụng.

Vì pin thứ cấp ion lithi theo phương án này bao gồm catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo phương án này khi catôt, pin thứ cấp ion lithi có mật độ năng lượng cao và có các đặc tính đầu vào và đầu ra tốt.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả cụ thể hơn sử dụng các ví dụ và các ví dụ so sánh, nhưng sáng chế không bị giới hạn với các ví dụ sau đây.

Ví dụ 1

Tổng hợp vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi

Lithi phosphat (Li_3PO_4) (2 mol) và sắt (II) sulfat (FeSO_4) (2 mol) đã được bổ sung vào và được trộn với nước để lượng tổng cộng đạt 4 L, nhờ đó tạo ra hỗn hợp dạng vữa đồng nhất.

Tiếp theo, hỗn hợp này được trữ trong thùng kín khí chịu áp suất có dung tích 8L và được tổng hợp thủy nhiệt ở nhiệt độ 200°C trong bốn giờ, nhờ đó tạo ra chất kết tủa.

Tiếp theo, chất kết tụ này được làm sạch bằng nước, nhờ đó thu được tiền chất dạng bánh của vật liệu hoạt tính catôt.

Tiếp theo, polyetylen glycol (20g) dưới dạng hợp chất hữu cơ và các bi zircon oxit có đường kính là 5mm là các hạt trung bình được sử dụng trong tiền chất của vật liệu hoạt tính catôt (150g hàm lượng chất rắn), và việc xử lý phân tán được thực hiện trong máy nghiền bi trong hai giờ, nhờ đó tạo ra vữa đồng nhất.

Tiếp theo, vữa này được phun trong môi trường ở nhiệt độ 200°C và được làm khô, nhờ đó thu được chất kết tụ của tiền chất của vật liệu catôt được phủ bằng chất hữu cơ có đường kính hạt trung bình là 8,5µm.

Tiếp theo, bột khô thu được được nung trong môi trường nitơ trong ba giờ ở nhiệt độ 700°C, nhờ đó thu được chất kết tụ có đường kính hạt trung bình là 8,5µm.

Phá vỡ chất kết tụ

Chất kết tụ mô tả ở trên được phá vỡ sử dụng thiết bị nghiền phun (do Nisshin Engineering Inc. sản xuất, tên thương mại: SJ-100) sao cho đường kính hạt trung bình đạt 0,74µm, nhờ đó thu được vật liệu catôt 1 của ví dụ 1.

Sản xuất pin thứ cấp ion lithi

Vật liệu catôt 1, polyvinyliden florua (PVdF) là chất gắn kết, và muối axetylen (AB) dưới dạng chất phụ trợ dẫn điện được bổ sung vào N-metyl-2-pyrrolidon (NMP) là dung môi sao cho tỷ lệ khối lượng (vật liệu catôt 1:AB:PVdF) trong chất gắn kết đạt đến 94:1:5, và các thành phần này được trộn với nhau và được nhào trộn sử dụng máy nhào trộn (do Thinky Corporation sản xuất, tên thương mại: AWATORI RENTARO) trong thời gian 30 phút dưới các điều kiện tốc độ quay là 1.200 vòng/phút và tốc độ quay là 800 vòng/phút, nhờ đó tạo ra bột nhão của vật liệu catôt (đối với catôt).

Bột nhão của vật liệu catôt (đối với catôt) này được phủ lên bề mặt của lá nhôm dày 30µm (bộ gom dòng điện cực) để tạo ra màng phủ, và màng phủ được làm khô, nhờ đó tạo thành lớp hỗn hợp catôt trên bề mặt của lá nhôm.

Sau đó, lớp hỗn hợp catôt được nén ở áp suất 58,84 MPa, nhờ đó tạo ra catôt 1 của ví dụ 1.

Kim loại lithi được bố trí làm anôt tương ứng với catôt 1 này, và chi tiết phân

cách được làm bằng polypropylen rỗng được bố trí giữa catôt 1 và anôt, nhờ đó tạo ra chi tiết dùng cho pin 1.

Trong khi đó, etylen cacbonat và dietyl cacbonat được trộn với nhau ở thể tích khối là 1:1, và ngoài ra, dung dịch LiPF_6 1M cũng được bổ sung, nhờ đó sản xuất dung dịch điện phân 1 có độ dẫn điện ion lithi.

Tiếp theo, chi tiết dùng làm pin 1 được nhúng trong dung dịch điện phân 1, nhờ đó tạo ra pin thứ cấp ion lithi 1 của ví dụ 1.

Ví dụ 2

Vật liệu catôt 2 theo ví dụ 2 thu được theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, cường độ phá vỡ của thiết bị nghiền phun được thiết lập là 1,41 lần cường độ trong ví dụ 1.

Pin thứ cấp ion lithi 2 của ví dụ 2 được sản xuất theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, vật liệu catôt 2 được sử dụng.

Ví dụ 3

Vật liệu catôt 3 của ví dụ 3 thu được theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, cường độ phá vỡ của thiết bị nghiền phun được thiết lập là 2,50 lần cường độ trong ví dụ 1.

Pin thứ cấp ion lithi 3 của ví dụ 3 được sản xuất theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, vật liệu catôt 3 được sử dụng.

Ví dụ 4

Vật liệu catôt 4 của ví dụ 4 thu được theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, cường độ phá vỡ của thiết bị nghiền phun được thiết lập là 3,75 lần cường độ trong ví dụ 1.

Pin thứ cấp ion lithi 4 của ví dụ 4 được sản xuất theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, vật liệu catôt 4 được sử dụng.

Ví dụ 5

Vật liệu catôt 5 của ví dụ 5 thu được theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, cường độ phá vỡ của thiết bị nghiền phun được đặt là 4,50 lần cường độ trong ví dụ 1.

Pin thứ cấp ion lithi 5 của ví dụ 5 được sản xuất theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, vật liệu catôt 5 được sử dụng.

Ví dụ 6

Vật liệu catôt 6 của ví dụ 6 thu được theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, cường độ phá vỡ của thiết bị nghiền phun được thiết lập là 5,26 lần cường độ trong ví dụ 1.

Pin thứ cấp ion lithi 6 của ví dụ 6 được sản xuất theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, vật liệu catôt 6 được sử dụng.

Ví dụ 7

Tổng hợp vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi

Lithi phosphat (Li_3PO_4) (2 mol) và sắt (II) sulfat (FeSO_4) (2 mol) được bổ sung vào và trộn với nước để lượng tổng cộng đạt 4 L, nhờ đó tạo ra hỗn hợp dạng vữa đồng nhất.

Tiếp theo, hỗn hợp này được trữ trong thùng kín khí chịu áp suất có dung tích 8L và được tổng hợp thủy nhiệt ở nhiệt độ 200°C trong 24 giờ, nhờ đó tạo ra chất kết tủa.

Tiếp theo, chất kết tủa này được làm sạch bằng nước, nhờ đó thu được tiền chất dạng bánh của vật liệu hoạt tính catôt.

Tiếp theo, polyetylen glycol (20g) là hợp chất hữu cơ và các bi ziricon oxit có đường kính 5mm là các hạt trung bình được sử dụng trong tiền chất của vật liệu hoạt tính catôt (150g theo các hàm lượng chất rắn), và việc xử lý phân tán được thực hiện trong máy nghiền bi trong thời gian hai giờ, nhờ đó tạo ra vữa đồng nhất.

Tiếp theo, vữa này được phun trong môi trường ở nhiệt độ 200°C và được làm khô, nhờ đó thu được chất kết tụ của tiền chất của vật liệu catôt mà được phủ bằng chất hữu cơ có đường kính hạt trung bình là $8,3\mu\text{m}$.

Tiếp theo, bột khô thu được được nung trong môi trường nitơ trong ba giờ ở nhiệt độ 700°C , nhờ đó thu được chất kết tụ có đường kính hạt trung bình là $8,3\mu\text{m}$.

Phá vỡ chất kết tụ

Chất kết tụ được mô tả ở trên được phá vỡ sử dụng thiết bị nghiền phun (do

Nisshin Engineering Inc. sản xuất, tên thương mại: SJ-100) sao cho cường độ phá vỡ đạt đến 4,50 lần cường độ phá vỡ trong ví dụ 1, nhờ đó thu được vật liệu catôt 7 của ví dụ 7.

Pin thứ cấp ion lithi 7 của ví dụ 7 được sản xuất theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, vật liệu catôt 7 được sử dụng.

Ví dụ 8

Tổng hợp vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi

Lithi phosphat (Li_3PO_4) (2 mol) và sắt (II) sulfat (FeSO_4) (2 mol) được bổ sung vào và trộn với nước để lượng tổng cộng đạt 4 L, nhờ đó tạo ra hỗn hợp dạng vữa đồng nhất.

Tiếp theo, hỗn hợp này được trữ trong thùng kín khí chịu áp suất có dung tích 8L và được tổng hợp thủy nhiệt ở nhiệt độ 160°C trong thời gian hai giờ, nhờ đó tạo ra chất kết tủa.

Tiếp theo, chất kết tủa này được làm sạch bằng nước, nhờ đó thu được tiền chất dạng bánh của vật liệu hoạt tính catôt.

Tiếp theo, polyetylen glycol (20g) dưới dạng hợp chất hữu cơ và các bi ziricon oxit có đường kính là 5mm là các hạt trung bình được sử dụng trong tiền chất của vật liệu hoạt tính catôt (150g theo hàm lượng chất rắn), và việc xử lý phân tán được thực hiện trong máy nghiền bi trong thời gian hai giờ, nhờ đó tạo ra vữa đồng nhất.

Tiếp theo, vữa này được phun trong môi trường ở nhiệt độ 200°C và được làm khô, nhờ đó thu được chất kết tụ của tiền chất của vật liệu catôt được phủ bằng chất hữu cơ có đường kính hạt trung bình là $8,9\mu\text{m}$.

Tiếp theo, bột khô thu được đã bị nung trong môi trường nitơ trong thời gian ba giờ ở nhiệt độ 700°C , nhờ đó thu được chất kết tụ có đường kính hạt trung bình là $8,9\mu\text{m}$.

Phá vỡ chất kết tụ

Chất kết tụ được mô tả ở trên bị phá vỡ sử dụng thiết bị nghiền phun (do Nisshin Engineering Inc. sản xuất, tên thương mại: SJ-100) sao cho cường độ phá vỡ đạt 5,64 lần cường độ phá vỡ theo ví dụ 1, nhờ đó thu được vật liệu catôt 8 của ví dụ 8.

Pin thứ cấp ion lithi 8 của ví dụ 8 được sản xuất theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, vật liệu catôt 8 được sử dụng.

Ví dụ 9

Tổng hợp vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi

Lithi phosphat (Li_3PO_4) (2mol) và sắt (II) sulfat (FeSO_4) (2mol) được bổ sung vào và được trộn với nước để lượng tổng cộng đạt 4 L, nhờ đó tạo ra hỗn hợp dạng vữa đồng nhất.

Tiếp theo, hỗn hợp này được trữ trong thùng kín khí chịu áp suất có dung tích 8L và được tổng hợp thủy nhiệt ở nhiệt độ 120°C trong thời gian năm giờ, nhờ đó tạo ra chất kết tủa.

Tiếp theo, chất kết tủa này được làm sạch bằng nước, nhờ đó thu được tiền chất dạng bánh của vật liệu hoạt tính catôt.

Tiếp theo, polyetylen glycol (20g) là hợp chất hữu cơ và các bi ziricon oxit có đường kính là 5mm là các hạt trung bình được sử dụng trong tiền chất của vật liệu hoạt tính catôt (150g theo hàm lượng chất rắn), và việc xử lý phân tán được thực hiện trong máy nghiền bi trong thời gian hai giờ, nhờ đó tạo ra vữa đồng nhất.

Tiếp theo, vữa này được phun trong môi trường ở nhiệt độ 200°C và được làm khô, nhờ đó thu được chất kết tụ của tiền chất của vật liệu catôt mà được phủ bằng chất hữu cơ có đường kính hạt trung bình là $9,1\mu\text{m}$.

Tiếp theo, bột khô thu được được nung trong môi trường nitơ trong thời gian ba giờ ở nhiệt độ 700°C , nhờ đó thu được chất kết tụ có đường kính hạt trung bình là $9,1\mu\text{m}$.

Phá vỡ chất kết tụ

Chất kết tụ được mô tả ở trên được phá vỡ sử dụng thiết bị nghiền phun (do Nisshin Engineering Inc. sản xuất, tên thương mại: SJ-100) sao cho cường độ phá vỡ đạt đến 6,00 lần cường độ phá vỡ theo ví dụ 1, nhờ đó thu được vật liệu catôt 9 của ví dụ 9.

Pin thứ cấp ion lithi 9 của ví dụ 9 được sản xuất theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, vật liệu catôt 9 được sử dụng.

Ví dụ so sánh 1

Vật liệu catôt 10 theo ví dụ so sánh 1 thu được theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, cường độ phá vỡ của thiết bị nghiền phun được thiết lập là 0,69 lần cường độ trong ví dụ 1.

Pin thứ cấp ion lithi 10 theo ví dụ so sánh 1 được sản xuất theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, vật liệu catôt 10 được sử dụng.

Ví dụ so sánh 2

Vật liệu catôt 11 của ví dụ so sánh 2 thu được theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, cường độ phá vỡ của thiết bị nghiền phun được thiết lập là 0,90 lần cường độ trong ví dụ 1.

Pin thứ cấp ion lithi 11 theo ví dụ so sánh 2 được sản xuất theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, vật liệu catôt 11 được sử dụng.

Ví dụ so sánh 3

Vật liệu catôt 12 của ví dụ so sánh 3 thu được theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, cường độ phá vỡ của thiết bị nghiền phun được thiết lập là 5,64 lần cường độ trong ví dụ 1.

Pin thứ cấp ion lithi 12 của ví dụ so sánh 3 được sản xuất theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, vật liệu catôt 12 được sử dụng.

Ví dụ so sánh 4

Vật liệu catôt 13 của ví dụ so sánh 4 thu được theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, cường độ phá vỡ của thiết bị nghiền phun được thiết lập là 6,43 lần cường độ trong ví dụ 1.

Pin thứ cấp ion lithi 13 theo ví dụ so sánh 4 được sản xuất theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, vật liệu catôt 13 được sử dụng.

Ví dụ so sánh 5

Vật liệu catôt 14 của ví dụ so sánh 5 thu được theo cùng cách thức như trong ví dụ 8, thực tế chỉ khác là, cường độ phá vỡ của thiết bị nghiền phun được đặt là 6,00 lần cường độ trong ví dụ 1.

Pin thứ cấp ion lithi 14 của ví dụ so sánh 5 được sản xuất theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, vật liệu catôt 14 được sử dụng.

Ví dụ so sánh 6

Vật liệu catôt 15 của ví dụ so sánh 6 thu được theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, cường độ phá vỡ của thiết bị nghiền phun được thiết lập là 6,43 lần cường độ trong ví dụ 9.

Pin thứ cấp ion lithi 15 của ví dụ so sánh 6 được sản xuất theo cùng cách thức như trong ví dụ 1, thực tế chỉ khác là, vật liệu catôt 15 được sử dụng.

Đánh giá vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi và pin thứ cấp ion lithi

Vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi và các pin thứ cấp ion lithi theo các ví dụ từ 1 đến 9 và các ví dụ so sánh từ 1 đến 6 được đánh giá như được mô tả sau đây.

1. Diện tích bề mặt riêng

Diện tích bề mặt riêng BET của vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi được đo sử dụng thiết bị đo (do Mountech Co., Ltd. sản xuất, tên thương mại: HM model-1208) và phương pháp một điểm ở áp suất tương đối là 0,29 (P/P_0).

2. Lượng cacbon

Lượng cacbon trong vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi được đo sử dụng bộ phân tích cacbon/lưu huỳnh (do Horiba Ltd. sản xuất, tên thương mại: EMIA-220V).

3. Đường kính trung bình

Đường kính trung bình trong vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi được đo sử dụng phương pháp sau đây.

Đường kính trung bình được đo sử dụng thiết bị đo (do Horiba Ltd. sản xuất, tên thương mại: LA-950V2).

Trước hết, nước sạch (40g) và polyvinylpyrrolidon (PVP) (0,12g) dưới dạng các chất lỏng phân tán và vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi (0,04g) dưới dạng bột mẫu chứa trong chai sốt mayonnaise 70mL. Chai sốt mayonnaise này được lắc bằng tay khoảng mười lần để trộn kỹ bột mẫu và các chất lỏng phân tán.

Tiếp theo, dung dịch trộn của bột mẫu và các chất lỏng phân tán được xử lý bằng các sóng siêu âm trong thời gian hai phút dưới các điều kiện đầu ra 5 và xung 50% trong máy đồng bộ hóa siêu âm (do Branson Ultrasonics, Emersion Japan, Ltd. sản xuất, tên thương mại: SONIFIER450), và đường kính trung bình được đo sử dụng dung dịch phân tán thu được.

Đường kính trung bình được đo với lượng tải dữ liệu được thiết lập là 5.000 liên quan đến LD và 1.000 liên quan đến LED, và các điều kiện tính toán dữ liệu được mô tả sau đây.

Các điều kiện tính toán

Chỉ số khúc xạ mẫu

Phần thực LD: 1,48

Phần ảo LD: 0,45

Phần thực LED: 1,50

Phần ảo LED: 0,55

Chỉ số khúc xạ môi trường phân tán

Phần thực LD: 1,33

Phần ảo LD: 0,00

Phần thực LED: 1,33

Phần ảo LED: 0,00

Số lần lặp lại: 15 lần

Tiêu chí đường kính hạt: thể tích

Thuật toán: tính toán chuẩn

4. Độ kết tủa màu b^*

Độ kết tủa màu b^* trong không gian màu $L^*a^*b^*$ của vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi thu được bằng cách thức đo trường nhìn hai bậc ánh sáng phản xạ trong đó nhiệt lượng kế quang phổ (số sêri: SE-2000, do Nippon Denshoku Industries Co., Ltd. sản xuất) và nguồn sáng D65. Khi độ kết tủa màu b^* của vật liệu catôt dùng cho

pin thứ cấp ion lithi được đo, vật liệu catôt của đối tượng đo được đặt bằng nhau trên thang đo, và độ kết tủa màu b^* của vật liệu catôt được đo.

5. Mật độ catôt

Mật độ catôt của vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi được tính toán dưới dạng tỷ lệ của khối lượng của vật liệu catôt là tử số so với thể tích của catôt là catôt bị nén trừ bộ gom dòng điện cực bằng nhôm là mẫu số.

Ngoài ra, trong trường hợp mà mật độ catôt bằng hoặc lớn hơn 2,00 g/cc, mật độ catôt được đánh giá là A, trong trường hợp trong đó mật độ catôt bằng hoặc lớn hơn 1,90 g/cc, mật độ catôt được đánh giá là B, và, trong trường hợp mà mật độ catôt nhỏ hơn 1,90 g/cc, mật độ catôt được đánh giá là C.

6. Duy trì dung lượng sau 20 chu kỳ

Liên quan đến sự duy trì dung lượng của pin thứ cấp ion lithi sau 20 chu kỳ, khi nạp dòng không đổi tại giá trị dòng điện là 0,25C cho đến khi điện áp pin đạt 3,7V và sau đó phóng điện tại giá trị dòng điện là 0,5C cho đến khi điện áp pin đạt đến 2,5V trong môi trường có nhiệt độ 45°C được xét là một chu kỳ, và chu kỳ này được lặp lại 20 lần, phân số của dung lượng phóng điện tại chu kỳ thứ 20 với tử số so với dung lượng phóng điện ở chu kỳ thứ nhất là mẫu số được đánh giá là khả năng duy trì dung lượng. Trong trường hợp trong đó độ dẫn điện của vật liệu catôt không được đảm bảo một cách đầy đủ, các hạt vật liệu hoạt tính co và giãn lặp đi lặp lại theo chu kỳ nạp và phóng điện, và do đó số lượng các đường dẫn điện trong catôt là không đủ, và do đó khả năng duy trì dung lượng giảm.

Ngoài ra, trong trường hợp trong đó khả năng duy trì dung lượng sau 20 chu kỳ là bằng hoặc lớn hơn 70% , độ dẫn điện được đánh giá là B, và, trong trường hợp trong đó khả năng duy trì dung lượng sau 20 chu kỳ nhỏ hơn 70%, độ dẫn điện được đánh giá là C.

Các kết quả đánh giá

Các kết quả đánh giá của các vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi và các pin thứ cấp ion lithi theo các ví dụ từ 1 đến 9 và các ví dụ so sánh từ 1 đến 6 được thể hiện trong bảng 1. Trong lúc, lượng cacbon trong bảng 1 là lượng (phần khối lượng) của cacbon mà tạo ra màng cacbon so với 100 phần khối lượng của vật liệu hoạt tính catôt.

Bảng 1

	Cường độ phá vỡ (tỷ lệ tương đối)	Diện tích bề mặt riêng [m ² /g]	Lượng cacbon [phần khối lượng]	Độ kết tủa màu b*	Đường kính trung bình [μm]	Mật độ catốt [g/cc]	Đánh giá mật độ catốt	Khả năng duy trì dung lượng sau 20 chu kỳ [%]	Đánh giá độ dẫn điện
Ví dụ 1	1,00	8,4	1,05	1,90	0,78	1,92	B	74	B
Ví dụ 2	1,41	8,4	1,05	1,96	0,73	1,93	B	75	B
Ví dụ 3	2,50	8,5	1,05	2,00	0,70	1,98	B	75	B
Ví dụ 4	3,75	8,5	1,05	2,13	0,65	1,97	B	75	B
Ví dụ 5	4,50	8,6	1,05	2,24	0,60	1,99	B	73	B
Ví dụ 6	5,26	8,7	1,05	2,28	0,56	2,02	A	74	B
Ví dụ 7	4,50	5,6	0,68	2,27	0,52	2,04	A	78	B
Ví dụ 8	5,64	15,3	1,85	2,28	0,61	1,97	B	73	B
Ví dụ 9	6,00	24,6	2,90	2,29	0,69	1,93	B	72	B
Ví dụ so sánh 1	0,69	8,3	1,05	1,85	0,84	1,79	C	76	B
Ví dụ so sánh 2	0,90	8,3	1,05	1,87	0,81	1,87	C	74	B
Ví dụ so sánh 3	5,64	8,9	1,05	2,33	0,54	2,03	A	62	C
Ví dụ so sánh 4	6,43	9,2	1,05	2,41	0,48	2,05	A	51	C
Ví dụ so sánh 5	6,00	15,3	1,85	2,32	0,57	2,03	A	60	C
Ví dụ so sánh 6	6,43	24,6	2,90	2,34	0,61	2,01	A	59	C

Khi các ví dụ từ 1 đến 6 và các ví dụ so sánh từ 1 đến 4 được so sánh sử dụng các kết quả của bảng 1, trong các ví dụ so sánh 1 và 2, trong đó độ kết tủa màu b^* bằng hoặc nhỏ hơn 1,9 và đường kính trung bình vượt quá $0,80\mu\text{m}$, sự phá vỡ là không đủ, và do đó mật độ catốt thấp ở mức bằng hoặc nhỏ hơn $1,9\text{g/cc}$, và mật độ năng lượng trên đơn vị thể tích thấp khi được sử dụng làm vật liệu catốt dùng cho pin thứ cấp ion lithi.

Ngoài ra, trong ví dụ so sánh 4, trong đó độ kết tủa màu b^* bằng hoặc lớn hơn 2,3 và đường kính trung bình nhỏ hơn $0,50\mu\text{m}$, cường độ phá vỡ là quá lớn, và do đó màng cacbon được phủ lên bề mặt của các hạt tâm bị bong trong lúc phá vỡ, khả năng duy trì dung lượng sau 20 chu kỳ đạt mức thấp bằng hoặc nhỏ hơn 70%, và các đặc tính đầu vào và đầu ra và độ bền kém khi được sử dụng làm vật liệu catốt dùng cho pin thứ cấp ion lithi.

Nói cách khác, trong các ví dụ từ 1 đến 6, trong đó đường kính trung bình là bằng hoặc lớn hơn $0,50\mu\text{m}$ và bằng hoặc nhỏ hơn $0,80\mu\text{m}$ và độ kết tủa màu b^* bằng hoặc lớn hơn 1,9 và bằng hoặc nhỏ hơn 2,3, các đặc tính pin tốt có mật độ catốt bằng hoặc lớn hơn $1,9\text{g/cc}$ và khả năng duy trì dung lượng sau 20 chu kỳ bằng hoặc lớn hơn 70% được thể hiện, và có thể cung cấp các pin thứ cấp ion lithi có mật độ năng lượng cao, các đặc tính đầu vào và đầu ra, và độ bền khi được sử dụng làm vật liệu catốt dùng cho pin thứ cấp ion lithi.

Ngoài ra, khi các ví dụ từ 6 đến 9 và các ví dụ so sánh 5 và 6 được so sánh, cũng có thể xác nhận rằng, ngay cả khi diện tích bề mặt riêng và lượng cacbon thay đổi, nếu cường độ phá vỡ được điều chỉnh để đường kính trung bình bằng hoặc lớn hơn $0,50\mu\text{m}$ và bằng hoặc nhỏ hơn $0,80\mu\text{m}$ và độ kết tủa màu b^* bằng hoặc lớn hơn 1,9 và bằng hoặc nhỏ hơn 2,3, có thể phát triển các đặc tính pin tốt có mật độ catốt đạt đến bằng hoặc lớn hơn $1,9\text{g/cc}$ và khả năng duy trì dung lượng sau 20 chu kỳ đạt được bằng hoặc lớn hơn 70%.

Các pin thứ cấp ion lithi mà vật liệu catốt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo sáng chế được sử dụng có mật độ năng lượng, các đặc tính đầu vào và đầu ra tốt, và độ bền tốt và do đó có thể đóng góp đáng kể vào sự cải tiến độ tin cậy của các pin thứ cấp ion lithi bắt đầu với các ứng dụng thiết bị di động.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu catốt dùng cho pin thứ cấp ion lithi là các hạt vật liệu hoạt tính gồm các hạt tâm được biểu diễn bằng công thức $\text{Li}_x\text{A}_y\text{M}_z\text{PO}_4$, trong đó $0,95 \leq x \leq 1,1$, $0,8 \leq y \leq 1,1$, và $0 \leq z \leq 0,2$, A thể hiện ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Fe, Mn, và Ni, và M thể hiện ít nhất một nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Mg, Ca, Co, Sr, Ba, Ti, Zn, B, Al, Ga, In, Si, Ge, và các nguyên tố đất hiếm, và màng cacbon phủ lên bề mặt của các hạt tâm,

trong đó các hạt vật liệu hoạt tính là bột nghiền thu được bằng cách nghiền chất kết tụ của các hạt vật liệu hoạt tính bằng cách sử dụng máy nghiền phun dưới điều kiện trong đó tỷ lệ cấp chất kết tụ vào trong máy nghiền phun được thiết lập từ 50 g/giờ đến 1.500 g/giờ, và áp suất không khí được thiết lập nằm trong khoảng từ 0,3 MPa đến 0,7 MPa,

đường kính trung bình của các hạt bột nghiền bằng hoặc lớn hơn 0,52 μm và bằng hoặc nhỏ hơn 0,78 μm hoặc,

độ kết tủa màu b^* trong không gian màu $L^*a^*b^*$ của các hạt vật liệu hoạt tính bằng hoặc lớn hơn 1,9 và bằng hoặc nhỏ hơn 2,3, và

độ dày của màng cacbon bằng hoặc lớn hơn 0,2 nm và bằng hoặc nhỏ hơn 10 nm,

tỷ lệ phủ của màng cacbon đối với các hạt tâm bằng hoặc lớn hơn 60% và bằng hoặc nhỏ hơn 95%,

đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt sơ cấp của các hạt tâm bằng hoặc lớn hơn 20 nm và bằng hoặc nhỏ hơn 500 nm.

2. Vật liệu catốt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo điểm 1, trong đó các hạt tâm là LiFePO_4 .

3. Vật liệu catốt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo điểm 1, trong đó đường kính trung bình bằng hoặc lớn hơn 0,55 μm và bằng hoặc nhỏ hơn 0,75 μm , và độ kết tủa màu b^* bằng hoặc lớn hơn 1,95 và bằng hoặc nhỏ hơn 2,3.

4. Vật liệu catốt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo điểm 1, trong đó diện tích bề mặt riêng BET bằng hoặc lớn hơn 5 m^2/g và bằng hoặc nhỏ hơn 25 m^2/g , và lượng cacbon tạo

ra màng cacbon bằng hoặc lớn hơn 0,1 phần khối lượng và bằng hoặc nhỏ hơn 10 phần khối lượng so với 100 phần khối lượng của các hạt tâm.

5. Catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi bao gồm:

bộ gom dòng điện cực; và

lớp hỗn hợp catôt được tạo ra trên bộ gom dòng điện cực,

trong đó lớp hỗn hợp catôt chứa vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo điểm 1.

6. Pin thứ cấp ion lithi bao gồm catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo điểm 5.

7. Vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo điểm 1, trong đó bột nghiền là hạt thứ cấp của các hạt vật liệu hoạt tính.

8. Vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo điểm 1, trong đó đường kính trung bình của bột nghiền đo được nhờ nhiễu xạ laze, và

đường kính hạt sơ cấp trung bình của các hạt sơ cấp của các hạt tâm đo được bởi kính hiển vi điện tử quét.

9. Vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo điểm 1, trong đó lượng cacbon tạo ra màng cacbon bằng hoặc lớn hơn 0,1 phần khối lượng và bằng hoặc nhỏ hơn 3 phần khối lượng so với 100 phần khối lượng của các hạt tâm.

10. Vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo điểm 1, trong đó lượng cacbon của các hạt sơ cấp tương ứng với diện tích bề mặt riêng của các hạt sơ cấp được thể hiện bởi $\frac{[\text{lượng cacbon}]}{[\text{diện tích bề mặt riêng của các hạt sơ cấp của các hạt tâm}]}$ bằng hoặc lớn hơn 0,01 g/m² và bằng hoặc nhỏ hơn 0,5 g/m².

11. Vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo điểm 1, trong đó màng cacbon được tạo ra bằng cách cacbon hóa polyetylen glycol.

12. Vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo điểm 1, trong đó lượng cacbon tạo ra màng cacbon nằm trong khoảng từ 0,1 đến 2,90 phần khối lượng so với 100 phần khối lượng của các hạt tâm.

13. Vật liệu catôt dùng cho pin thứ cấp ion lithi theo điểm 1, trong đó lượng cacbon tạo ra màng cacbon nằm trong khoảng từ 0,1 đến 1,85 phần khối lượng so với 100 phần khối lượng của các hạt tâm.