POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

پیشرفت تحقیق در زمینه غشاهای الیاف شبکه‌ای شده به‌عنوان جداکننده باتری لیتیوم یون

چکیده

برای رفع اشکالات ذاتی جداکننده‌های تجاری بر پایه پلی‌اولفین[۱]، اخیراً غشاهای متخلخل الیاف شبکه‌ای شده از پلیمرهای مقاوم در برابر حرارت ساخته شده‌اند، تا نیازهای باتری‌های لیتیوم یون پیشرفته [۲] (LIBs) با چگالی انرژی و ایمنی بالا را برآورده نمایند. در این پژوهش، برای اولین‌بار، پیشرفت‌های اخیر در زمینه غشاهای الیاف شبکه‌ای شده به‌عنوان جداکننده برای LIBها ارائه شده است. به طور مختصر عملکرد اساسی و الزامات جداکننده‌های متخلخل برای LIB معرفی شده و برتری جداکننده‌های متخلخل الیاف شبکه‌ای را در مقایسه با جداکننده‌های الیاف معمولی برجسته شده است. سپس، روش‌های آماده‌سازی جداکننده‌های الیاف شبکه‌ای شده در یک بخش جداگانه، از جمله روش‌های شبکه‌ای حرارتی[۳]، چسبندگی[۴] و هیدرولیز قلیایی[۵]، همراه با اظهارنظر درباره مزایا و عملکردهای مربوطه بیان شده است. در همین حال، چندین جداکننده الیاف شبکه‌ای شده معمولی که اخیراً گزارش شده‌اند موردبحث قرار می‌گیرند. براین‌اساس، شکاف‌های تحقیقاتی فعلی و چالش‌های تحقیقاتی آینده جداکننده‌های الیاف شبکه‌ای خلاصه و پیش‌بینی می‌شوند.

کلمات کلیدی: الیاف شبکه‌ای شده، جداکننده[۶]، باتری لیتیوم یون[۷]، ایمنی[۸]، غشا[۹].

خلاصه و چشم‌انداز

با پیگیری‌های روزافزون در زمینه ایمنی و عملکرد ذخیره‌سازی انرژی LIBهای پیشرفته، طراحی جداکننده‌های الیاف شبکه‌ای شده بستر[۱۰] قوی برای ارتقای عملکرد LIBهای تولیدشده به مرحله جدیدی را فراهم می‌نماید. در این پژوهش، برای اولین بار، جدیدترین پیشرفت‌های تحقیقاتی غشاهای الیاف شبکه‌ای شده برای جداکننده LIBها، با تاکید بر استراتژی‌های ساخت شبکه و عملکرد بهبودیافته مربوطه بررسی می‌شود. اگرچه تاکنون غشاهای الیافی شبکه‌ای شده با موفقیت برای ساخت یک سری جداکننده‌های LIB با کارایی بالا توسعه یافته‌اند، اما هنوز چندین چالش حیاتی مانند تحقق ساختارهای شبکه‌ای سفارشی سازی شده دقیق[۱۱]، جهت افزایش

---

[1] Polyolefin
[2] Lithium-Ion Batteries
[3] Thermal Crosslinking
[4] Adhesion
[5] Alkaline Hydrolysis
[6] Separator
[7] Lithium-Ion Battery
[8] Safety
[9] Membrane
[10] Platform
[11] Realizing Precisely Customized Cross-Linked Structures

ترشوندگی الکترولیت، ایمنی حرارتی، توسعه آماده سازی ساده اما کارآمد برای تولید انبوه و تنوع بخشیدن به حوزه‌های کاربردی آن‌ها وجود دارد که باید در آینده حل شوند.

1) شناسایی روش‌های آماده‌سازی

در حال حاضر، غشاهای متخلخل با ساختارهای شبکه‌ای عمدتاً از فرآوری و اصلاح غشاهای الیافی الکتروریسی شده به دست می‌آیند. با این حال، فناوری الکتروریسی فعلی برای تهیه غشاهای الیافی نبافته هنوز ناکارآمد، زمان‌بر و انرژی‌بر است. توسعه فناوری‌های مؤثرتر یا دستگاه‌های پیشرفته‌تر برای تحقق تولید انبوه با کارآمدی بالا برای غشاهای الیاف شبکه‌ای ضروری می‌باشد. از سوی دیگر، بررسی روش‌های اصلاح پیوندهای شبکه‌ای سبزتر، تمیزتر و کارآمدتر برای بهبود خواص جامع غشاهای الیاف شبکه‌ای شده نیز نه‌تنها برای افزایش عملکرد الکتروشیمیایی و ایمنی LIBهای حاصل، بلکه برای تنوع بخشیدن به کاربردهای آن‌ها در خارج از زمینه LIB ها نیز در آینده امری حیاتی است.

2) سفارشی‌سازی دقیق ساختارهای شبکه‌ای

به طور کلی، جداکننده‌های متخلخل با تخلخل بالا و اندازه منافذ بزرگ، انتقال یون لیتیوم را تسهیل می‌نمایند و عملکرد الکتروشیمیایی را بهبود می‌بخشند. با این حال، یک ساختار بیش از حد شبکه‌ای ناگزیر منجر به کاهش قابل توجه تخلخل و اندازه منافذ می‌شود، در حالی که درجه شبکه‌ای کم، ممکن است به دلیل عدم وجود نیروی قوی منجر به پراکندگی یا از هم پاشیدگی الیاف شود. بنابراین، ساختار پیوند شبکه‌ای غشای الیافی باید به میزان مناسبی تنظیم شود، با هدف ایجاد مقاومت مکانیکی و پایداری حرارتی به جداکننده‌ها، در حالی که تخلخل و اندازه منافذ کافی برای انتقال سریع یون تضمین می‌شود. علاوه بر این، تناقض بین تخلخل و پایداری را می‌توان با بسیاری از روش‌های جایگزین الهام گرفته از زمینه های دیگر، مانند پوشش غشاهای شبکه‌ای بر روی جداکننده‌های پلی‌اولفین و ایجاد الکترولیت‌های شبکه‌ای را تا حد زیادی برطرف نمود.

3) افزایش ترشوندگی با الکترولیت

قراردادن گروه‌های قطبی بر سطح غشای الیافی دارای پیوند شبکه‌ای از طریق اصلاح شیمیایی می‌تواند ترشوندگی الکترولیت را بهبود بخشد و حتی با تشکیل پیوند هیدروژنی، پیوندهای یونی و پیوندهای کووالانسی، استحکام مکانیکی جداکننده را افزایش دهد. در پژوهش‌های آینده، با ترکیب فناوری شبیه‌سازی

رایانه‌ای[1]، طراحی ساختاری معقول و اصلاح شیمیایی روی سطح الیاف شبکه‌ای شده در سطح مولکولی می‌تواند برای ارائه غشاهای الیافی چند منظوره با ترشوندگی الکترولیت بهبودیافته، استحکام مکانیکی بالا،پایداری فیزیکی/شیمیایی/الکتروشیمیایی و حتی عملکردهای خاص دیگر انجام شود.

4) ایمنی حرارتی

بهبود قابل توجه پایداری حرارتی جداکننده برای عملکرد LIBها امری حیاتی است. از یک طرف، طراحی غشاهای الیاف شبکه‌ای مقاوم در برابر شعله می‌تواند خطر احتراق LIB های تحت خطرات حرارتی را تا حد زیادی کاهش دهد. از طرف دیگر، ساخت غشا الیافی چندلایه دارای پیوند شبکه‌ای با ویژگی خاموش شدن حرارتی، که با آن ساختار متخلخل جداکننده را بتوان به موقع در دمای بحرانی بست، عملکرد غیرعادی LIB ها را مسدود نموده و به‌طور موثر از فرار حرارتی LIBs جلوگیری نمود.

Reference

Deng J, Xie J, Zhang G, Yang X. Research progress of cross-linked fiber membranes for lithium-ion battery separators. Chemical Engineering Science. 2023 Jun 7:118970.

DOI: 10.1016/j.ces.2023.118970

[1] Computer Simulation Technology