

اصلاح غنی از فلئوئور جداکننده‌های باتری‌های لیتیوم-یون خود خاموش شونده با استفاده از شبکه‌های اتصال متقابل از ترپلیمرهای پلی‌وینیلیدین فلوراید دارای عامل شیمیایی به منظور افزایش میل ترکیبی الکترولیت و پایداری حرارتی-مکانیکی

چکیده

فرار حرارتی^۱ برای توسعه باتری‌های لیتیوم یون^۲ (LIBs) با کارایی بالا بسیار مورد توجه است و با ذوب کردن یک جداکننده در دمای بالا در طول خرابی باتری تسریع می‌گردد. در این مقاله، یک روش آسان، پوشش پلیمری برای جداکننده‌های بر پایه پلی پروپیلن^۳ (PPSs) گزارش می‌گردد که ویژگی‌های حرارتی، مکانیکی و الکتروشیمیایی را افزایش می‌دهد. یک پیوند دوگانه با طراحی مفهومی حاوی ترپلیمر پلی‌وینیلیدین فلوراید^۴ (DPVDF) بر روی جداکننده PPSs با استفاده از یک روش پوشش دهی ساده^۵ (DPSs) و به دنبال آن یک فرآیند پیوند متقابل^۶ به منظور ساخت جداکننده (DPSX) استفاده شد. مقدار مدول یانگ برای جداکننده DPSX از Mpa ۴۹/۰۶ به ۶۴/۲۹ افزایش یافت. مقدار انقباض حرارتی DPSX در دمای ۱۴۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه کمتر از ۱۰٪ بود، در حالیکه این مقدار برای جداکننده PPS ۳۱/۲٪ بوده است. آزمایش ولتاژ مدار باز در دمای بالا^۷ (۱۴۰ درجه سلسیوس) نشان داد که نیم‌سل‌های (LFP) LiFePO₄ با PPS و DPS به ترتیب پس از ۱۰ و ۴۰ دقیقه اتصال کوتاه شدند. با این حال، سل LFP با DPSX هیچ افت ولتاژی حتی پس از ۲ ساعت نشان نداد. علاوه بر این، ترشوندگی با الکترولیت^۸ به طور قابل توجهی برای DPS و DPSX در مقایسه با PPS افزایش یافت. علاوه بر این، جذب الکترولیت^۹ نیز از ۶۵/۲۵٪ برای (PPS) به ۱۹۶/۶۳٪ برای (DPSX) افزایش یافت، که این موضوع به ترشوندگی و ساختار منافذ بهبود یافته نسبت داده می‌شود. مقادیر قابلیت سیکل‌زنی طولانی مدت^{۱۰} و سرعت نیم‌سل‌های LFP مونتاژ شده با DPS و DPSX به طور قابل توجهی بالاتر از نیم‌سل‌های LFP با PPS بود، که ارتباط نزدیکی با کاهش مقاومت سل به دلیل تمایل سطحی DPSX با الکترولیت دارد. در نهایت، مشخص شد که پوشش DPVDF عملکردهای خود خاموش شونده را به جداکننده می‌بخشد. آزمایشات شعله نشان داد که DPS و DPSX بلافاصله در عرض یک ثانیه خاموش شدند و بیش از ۷۴/۸۹٪ از وزن خود را پس از آزمایش سوزاندن حفظ کردند، در حالی که PPS ها بیش از ۴۳/۴۶٪ (خشک شده) و ۵۹/۶۵٪ (خیس) وزن خود را از دست دادند.

نتیجه گیری

به طور خلاصه، در این مقاله یک روش پوشش آسان و موثر بر اساس پوشش غوطه‌وری و عملیات پس حرارت^{۱۱} را برای جداکننده‌های پیشرفته بر پایه PP گزارش شد. تغییر سطح جداکننده PP با PVDFهای حاوی پیوند دوگانه متقاطع، سبب تخلخل خوب ۶۲/۶۴٪ و

¹ Thermal Runaway

² Li-Ion Batteries

³ Polypropylene (PP)-Based Separators

⁴ Double Bond-Containing Polyvinylidene Fluoride Terpolymer

⁵ Simple Dip-Coating Method

⁶ Cross-Linking Process

⁷ High-Temperature Open-Circuit Voltage Tests

⁸ Electrolyte Wetting

⁹ Electrolyte Uptake

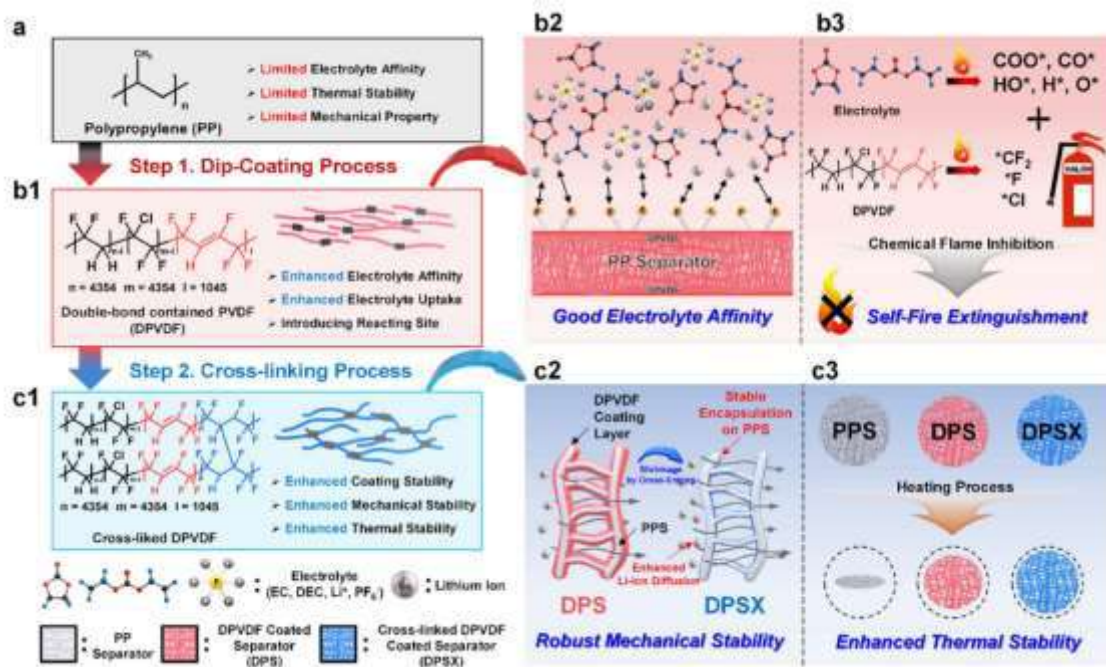
¹⁰ Long-Term Cycling

¹¹ Post-Thermal Treatment

توزیع اندازه حفرات باریک با اندازه حفرات متوسط ۲۸/۷ نانومتر را ارائه می‌دهد. همچنین مدول یانگ و قدرت DPSX به ترتیب ۶۴/۲۹ Mpa و ۵۲/۲۷ Mpa به دست آمد. غنی‌سازی گروه‌های هالوژن F و Cl سبب بهبود میل الکترولیت^{۱۲}، ترشوندگی و جذب الکترولیت (۱۹۶/۶۳٪) و همچنین مقاومت در برابر شعله و ویژگی‌های خاموش‌کنندگی شد. انقباض حرارتی به طور قابل توجهی در DPSX سرکوب شد و سطح جداکننده و وزن بیش از ۸۰٪ از آن باقی ماند. در نهایت، نیم‌سل‌های LiFePO₄/DPSX/Li دارای کمترین مقاومت سلولی، حفظ ظرفیت تخلیه عالی^{۱۳} (۹۹/۱۱٪) پس از ۱۰۰ سیکل، و قابلیت نرخ^{۱۴} بهتر نسبت به نیم‌سل‌های LFP با PPS و DPS را نشان می‌دهند. ما امیدواریم که یافته‌های ما بتواند با اعمال عملکردهای مختلف، یک استراتژی موثر برای جداکننده‌های باتری پیشرفته با استفاده از مواد پلیمری ارائه نماید.

مترجم: علیرضا کرفی

DOI: 10.1039/d3ta06261a



¹² Electrolyte Affinity

¹³ Discharge Capacity Retention

¹⁴ Rate Capability