بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مواد

سمینار پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی مواد گرایش شناسایی و انتخاب مواد

با عنوان

سنتز و مشخصه‌یابی ریزساختار و خواص الکتروشیمیایی اکسید آنتروپی بالای $(FeCoNiCrMn)_3O_4$ جهت کاربرد در آند باتری‌های لیتیوم یون

Synthesis and characterization of the microstructure and electrochemical properties of the high entropy oxide $(FeCoNiCrMn)_3O_4$ intended for use as an anode in lithium-ion batteries

ارائه دهنده: **آرزو جاری**

زمان: ۱۴۰۲/۱۱/۰۷ ساعت ۱۳:۳۰ — مکان: دانشکده مهندسی مواد، سالن سمینار

اساتید راهنما: دکتر عباس بهرامی — اساتید داور: دکتر کیوان رئیسی

دکتر مسعود پنجه‌پور — دکتر محمود مراتیان

چکیده

باتری‌های لیتیوم یونی یکی از پرکاربردترین ابزارهای ذخیره انرژی در حال حاضر است و نه تنها به طور گسترده به‌عنوان ذخیره‌کننده انرژی برای دستگاه‌های قابل حمل استفاده می‌شود، بلکه نقش مهمی در بازارهای رو به رشد وسایل محرک الکتریکی و یکپارچه‌سازی شبکه‌های انرژی تجدیدپذیر ایفا می‌کنند. لذا با توجه به گسترش استفاده از باتری‌های لیتیومی برای کاربردهای ذخیره انرژی به‌ویژه خودروهای الکتریکی پیش‌بینی می‌شود که تقاضا برای باتری‌های لیتیوم‌یونی با ظرفیت و چگالی انرژی بالا در سال‌های آینده افزایش چشم‌گیری داشته باشد که این وضعیت یک ضرورت جدی برای تحقیقات به سمت راه حل‌های نوآورانه و زیست‌محیطی ایجاد می‌کند. در این پژوهش، آندهای متشکل از اکسیدهای آنتروپی بالا که هنوز در مراحل اولیه تحقیقاتی قرار دارند، به دلیل خواص الکتروشیمیایی عالی از جمله رسانایی الکتریکی، بازده کولمبی و نرخ‌پذیری به‌عنوان آند باتری‌های لیتیوم یونی بررسی شدند. در اولین بخش از این مطالعه، اکسید آنتروپی بالای $(FeCoNiCrMn)_3O_4$ با استفاده از واکنش محلول جامد دمای بالا سنتز شد. مشخصه‌یابی ریزساختار بدست آمده با استفاده از پراش پرتو ایکس (XRD) و میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این دو آزمون نشان داد که ساختار اکسید آنتروپی بالای حاصل شده، ساختاری تک فاز با پایداری بالاست، همچنین توزیع عناصر فلزی در این ساختار به طور کامل همگن بود و هیچ جدایش عنصری مشاهده نشد. آزمون گالوانواستاتیک برای اندازه‌گیری خواص الکتروشیمیایی آند سنتز شده با استفاده از سلول سکه‌ای CR2032 انجام شد. آند اکسیدآنتروپی بالا (HEO) ظرفیت $828\ mA\ h\ g^{-1}$ در دشارژ اول و $445\ mA\ h\ g^{-1}$ در شارژ اول از خود نشان داد. در ادامه این پژوهش، برای بهبود عملکرد الکتروشیمیایی و افزایش هدایت الکتریکی با استفاده از فرآیند بسپارش، پلیمر رسانای پلی‌آنیلین روی ذرات HEO پوشش داده شد. برای اطمینان از تشکیل پوشش پلیمری، آزمون طیف سنجی تبدیل فوریه (FTIR)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و طیف‌سنجی پراش انرژی اشعه ایکس (EDX) انجام شد. آند HEO با پوشش پلیمری (HEO-P) ظرفیت بالای $964\ mA\ h\ g^{-1}$ در دشارژ اول و $612\ mA\ h\ g^{-1}$ در شارژ اول از خود نشان داد. همچنین این آند خواص نرخ پذیری خوبی با ظرفیت $104\ mA\ h\ g^{-1}$ در ۱ C ($1\ C = 2\ mA\ g^{-1}$) ارائه داد. برای مقایسه بهتر، آندهای HEO-P و HEO با آزمون طیف‌سنجی امپدانس الکتروشیمیایی (EIS) و میکروسکوپ الکترونی روبشی گسیل میدانی (FESEM) مورد بررسی قرار گرفتند. خواص الکتروشیمیایی عالی HEO-P نسبت به HEO را می‌توان به پوشش پلی‌آنیلین رسانا نسبت داد که باعث شد تغییرات حجم را کاهش دهد، یکپارچگی ساختاری را در طول چرخه حفظ کند، از واکنش‌های جانبی بین الکترولیت و مواد الکترود جلوگیری کند، تولید بیش از حد الکترولیت میان فازی جامد را سرکوب کند و هدایت یونی/ الکترونیکی را افزایش دهد. اثر هم‌افزایی کاتیون‌های فلزی متعدد با شعاع، حالت ظرفیت و پتانسیل واکنش متفاوت و اثر تثبیت آنتروپی باعث می‌شود که HEO عملکرد الکتروشیمیایی برتری داشته باشد. همچنین مفهوم پوشش‌دهی یک گام کلیدی برای بهبود قابل توجه عملکرد آندهای HEO در باتری‌های لیتیوم یونی است که می‌تواند به مسیر بهبود کاربردهای عملی آن کمک کند.

کلمات کلیدی: باتری‌های لیتیوم یون، ذخیره انرژی الکتروشیمیایی، آند باتری، اکسیدهای آنتروپی بالا، پایداری فاز