



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

کاتالیست نانوکامپوزت Co_3O_4 /کربن - کره برای الکتروود موثر هوا در باتری های

لیتیوم / هوا

چکیده

به عنوان روش جدید برای توسعه ی باتری های لیتیوم/هوا ی پیشرفته، یک نانوکامپوزیت کربن-کره/ Co_3O_4 به عنوان یک کاتالیست برای الکتروود هوا معرفی شد. نانوذرات Co_3O_4 به طور یکنواخت روی سطح کره های کربن توزیع شد تا سطح تماس در طول واکنش های الکتروشیمیایی افزایش یابد. یک ظرفیت دشارژ بالا، برگشت پذیری نسبتاً ثابت و اوورولتاژ پایین در تست های الکتروشیمیایی یک الکتروود حاوی این نانوکامپوزیت کربن-کره/ Co_3O_4 مشاهده شد. این نشان میدهد که کامپوزیت کربن-کره/ Co_3O_4 یک کاتالیست امیدبخش برای الکتروود هوای باتری های لیتیوم/هوا میباشد.

1. مقدمه

باتری های لیتیوم/هوا امروزه امیدبخش ترین باتری های قابل شارژ جدید هستند. زیرا آن ها چگالی انرژی بیشتری از دیگر سیستم های ذخیره ی انرژی همچون باتری های یون / لیتیوم دارند [1-7]. دانسیته انرژی بالای پیل لیتیوم/هوا به این مساله نسبت داده میشود که ماده ی فعال کاتدی (اکسیژن) در باتری ذخیره نمی شود، اما در عوض از هوا تامین می شود. بویژه اینکه، اکسیژن در سطح الکتروود هوا از لحاظ کاتالیستی افت می کند و با کاتیون های لیتیوم تامین شده از آند واکنش می دهد تا Li_2O_2 روی الکتروود هوا در طول فرآیند دشارژ تشکیل شود [8-10]. از لحاظ تئوریتیکی، اگر اکسیژن بدون محدودیت تامین شود، باتری لیتیوم/هوا میتواند تا زمانی که کل لیتیوم آند با اکسیژن واکنش داده، دشارژ شود. اگرچه در کاربردهای عملی که از الکتروولیت های آلی استفاده می شود، چگالی انرژی پیل لیتیوم/هوا از مقدار محاسبه شده کمتر می شود. مطالعات قبلی پیشنهاد کردند که محصولات واکنش غیرمحلول همچون لیتیوم پراکسید می توانند مکان های فعال کاتالیستی را مسدود کنند و مانع از جای گیری O_2 و ارسال یون لیتیوم به مکان های فعال برای واکنش و پایان فرآیند دشارژ شوند [11-13]. بنابراین عملاً، ظرفیت

در دسترس باتری لیتیوم/ هوا به شدن به خواص الکتروود هوا بستگی دارد. به علاوه الکتروود هوا تاثیر مهمی روی توانایی شارژ و اوورولتاژ پیل لیتیوم. هوا دارد [8-13].

در کل، یک الکتروود هوا از یک کاتالیست، کربن و یک بایندر تشکیل می شود. اگرچ کربن خود دارای خاصیت کاتالیستی ست ولی این برای بدست آوردن محصولات واکنش کافی نیست. به این منظور، نیاز به اکسیدهایی همچون Co_3O_4 برای تامین فعالیت کاتالیستی بیشتر الکتروود وا آشکار است. در حالیکه کاتالیست های اکسیدی باید با کربن تماس داشته باشند تا هدایت الکترونی ضعیف آن ها را جبران کنند. نظر به مدل واکنش الکتروود هوا [12]، فعال ترین مکان ها می توانند نواحی تماس کربن/ کاتالیست در الکتروود هوا باشد. از اینرو انتظار می رود که استفاده از یک الکتروود هوا با یک منطقه وسیع تماس کربن/ کاتالیست، فعالیت کاتالیستی را افزایش دهد. تا به امروز بیشترین الکتروود های هوا توسط اختلاط مکانیکی کربن با یک کاتالیست تهیه شده اند [8-10]. با این حال، چنین اختلاط مکانیکی ای ممکن است نتواند یک کاتالیست نانوسایز را به طور کامل روی سطح کربن دیسپرس کند. بنابراین به دست آوردن یک سطح تماس کافی کربن/ کاتالیست مشکل خواهد بود.

در تحقیق حاضر، کره های کربن به عنوان یک دگر شکل جدید کربن برای ترکیب با یک اکسید معرفی شدند. تحقیق ما با تصور اینکه یک کره ی کربن با سطح انرژی متناسب، دیسپرس یکنواخت و پوشش نانوکاتالیست روی سطح کربن را تسهیل می کند، مورد توجه قرار گرفت. بنابراین، نانوکامپوزیت کربن- کره/ کاتالیست می تواند سطح تماس وسیعی برای کربن و کاتالیست عرضه کند که می تواند به عنوان مکان فعال کاتالیستی عمل کند. به علاوه، کربن- کره می تواند هدایت الکترونی ضعیف اکسید را جبران کند.

در این کار، یک کاتالیست کربن- کره/ کاتالیست ساخته شد و خواص الکتروشیمیایی آن به عنوان یک الکتروود هوا در پیل لیتیوم/ هوا بررسی شد. Co_3O_4 بخاطر فعالیت کاتالیستی جذاب آن در زمینه های کاربردی مختلف، به عنوان کاتالیست اکسیدی به کار گرفته شد [14-16]. الکتروود هوا شامل Co_3O_4 ، ظرفیت بالا همچنین عملکرد چرخه ای نسبتاً پایداری را از خود نشان می دهد. نانو کامپوزیت کربن- کره/ Co_3O_4 انتظار می رود که افزایش

فعالیت های کاتالیستی به عنوان مواد الکترودی در پیل های لیتیوم/ هوا بخاطر مساحت فعال کاتالیستی وسیع آن ها و هدایت الکترونی بهبود یافته ی آن ها را نشان دهند.

2. بخش تجربی

الگوهای کربن- کره از پیش ماده ی D-گلوکز با استفاده از فرآیند سنتز هیدروترمال اصلاح شده آماده شدند [17و18]. به طور مثال، 3 گرم گلوکز در آب دیونیزه رقیق شد و با همزن مغناطیسی مخلوط شد. مخلوط سپس به طور پیوسته تحت التراسونیک به مدت 10 دقیقه قرار گرفت تا یک محلول شفاف تشکیل شود. سپس محلول به یک اتوکلاو منتقل شد و در یک آون الکتریکی در دمای 180 درجه به مدت 14 ساعت بازپخت شد. پس از آن ماده ی سیاه رنگ سنتریفیوژ شده و آب و الکل شستشو داده شد. سرانجام، نمونه های تهیه شده یک شب در آون خلاء با دمای 90 درجه خشک شد. برای کنترل میزان نقص کره های کربن تهیه شده، طیف رامان با استفاده از طیف سنجی رامان بدست آمد.

نانوکامپوزیت کربن- کره / Co_3O_4 توسط اشباع کره های کربن با یک محلول نیترات کبالت تهیه میشود که طی آن 2/5 گرم کربن داخل 100 میلی لیتر محلول نیترات کبالت 0/05 مولار تحت التراسوند حل می شود. مخلوط سونیکیت شده در دمای اتاق، به طور مغناطیسی به مدت 24 ساعت هم زده میشود و سپس یک بار با آب شستشو میشود. پس از آن پودر به مدت یک شب در آون 80 درجه خشک شده و بعد از آن در دمای 400 درجه تحت اتمسفر نیتروژن سوزانده میشود. فرآیند ساخت کامپوزیت در شکل 1 نشان داده شده است.

الگوی پراش اشعه ی ایکس ترکیب با استفاده از پراش سنج پرتو ایکس Rigaku با تابش تک فام ساز $\text{Cu-K}\alpha$ بدست آمد.

میکروساختار ترکیب با استفاده از میکروسکوپ الکترونی عبوری و روبشی مطالعه شد. نسبت عنصری کامپوزیت مذکور با استفاده از گرماوزن سنجی در سرعت اسکن 10 درجه بر دقیقه از 25 تا 800 درجه درز امسفر هوا آنالیز شد.

عملکرد الکتروشیمیایی یک الکترو دوا شامل نانوکامپوزیت کربن- کره/Co3O4 به عنوان یک کاتالیست تست شد. با استفاده از پیل اصلاح شده ی Swagelok حاوی یک الکترو دوا، یک آند لیتیوم فلزی، یک جداکننده شیشه ای و یک الکترو لیت حاوی یک مولار LiTFSi در تترا اتیلن گلیکول در متیل اتر. الکترو دوا شامل کربن (باحجم متخلخل 3/21 سانتی مترمکعب بر گرم)، کاتالیست (نانوکامپوزیت کربن- کره/بحجم متخلخل 0/038 سانتی مترمکعب بر گرم Co3O4) و یک بایندر. نسبت وزنی کاتالیست/ کربن / بایندر به 72:18:10 تنظیم شد. چون نسبت وزنی کره های کربن به Co3O4 در کامپوزیت 79:29 بود، نسبت Co3O4 الکترو دوا کامپوزیت 21٪ وزنی بود.

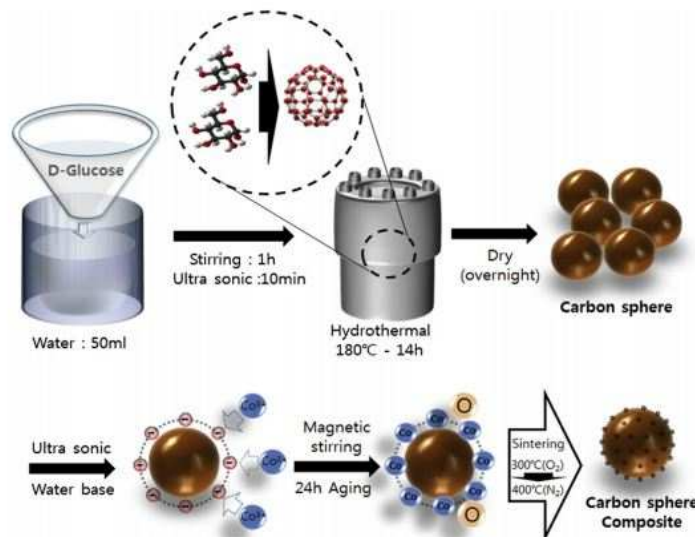


Fig. 1. Schematic of the synthetic procedure used to obtain carbon-sphere/Co₃O₄ nanocomposite.

یک الکترو دوا حاوی پودر نانوسایز تجاری Co3O4 بود که با همان نسبت مشابه به عنوان الکترو دوا حاوی کامپوزیت کربن- کره/Co3O4 برای مقایسه ی خواص الکتروشیمیایی الکترو دوا تهیه شد. اجزاء سپس برای همگن شدن بیشتر مخلوط شد و سپس آن ها روی پارچه ی کربنی متخلخل پوشش داده شدند و در 90 درجه به مدت 2 ساعت خشک شدند. چندین حفره روی یم طرف پیل تشکیل شد تا اجازه ی ورود اکسیژن را به الکترو دوا بدهد. پیل سپس در یک جعبه پر از گاز آرگون سوار شد و در معرض چرخه ی گالوانوستاتیک با استفاده از سیستم شارژ- دشارژ wonAtech قرار گرفت. آزمایشات تحت فشار اکسیژن 1 اتمسفر در یک محفظه ی هوا انجام شدند.

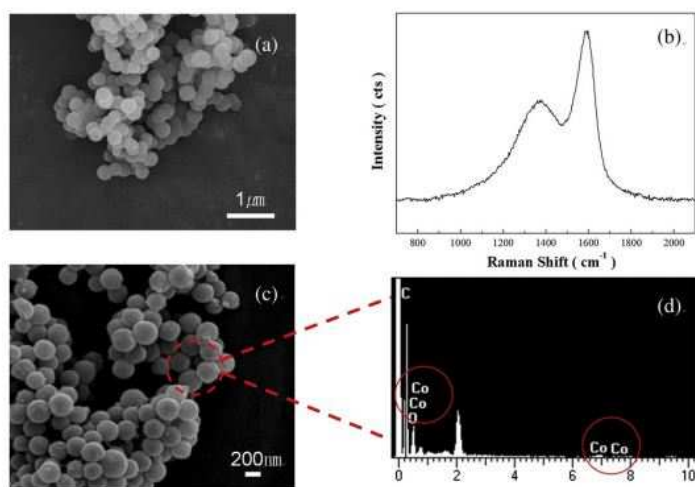
3. نتایج و بحث

شکل 2a تصویر SEM یک کره ی کربن را نشان میدهد. کره های کربنی یک شکل کروی دارند و سایز ذرات نسبتاً یکنواخت است (در حدود 100 تا 300 نانومتر). سایز کره های کربن میتواند توسط زمان و دمای واکنش کنترل شود و مورفولوژی سطح آن ها نرم و تمیز بدون هیچ گونه ذره ای با فاز متفاوت بود. کره های کربن در دمای پایین 400 درجه تحت اتمسفر نیتروژن پخته شدند بنابراین ممکن اسن آن ها دچار نقص شوند. اسپکتروسکوپی رامان تکنیکی ست که به طور گسترده برتی چک کردن درجه ی نقص استفاده می شود. از الگوی رامان در شکل 2b میتوان فهمید که دو پیک پهن در 1585 بر سانتی متر (G باند) و 1370 بر سانتی متر (D باند) مربوط به کربن بی شکل هستند [18]. نسبت شدت D باند به G باند حدود 0/58 است. این مقدار نسبت به مقادیر قبلی گزارش شده کمتر است [18]، که نشان دهنده ی این است که درجه ی نقص کره های کربن تهیه شده در مقایسه با دیگر کره های کربن نسبتاً کمتر است.

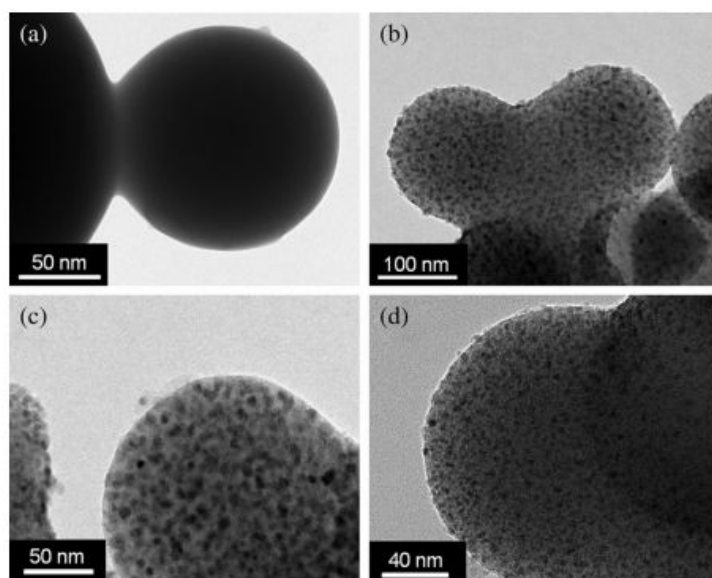
همانطور که در شکل 2c نشان داده شده است اندازه و شکل کامپوزیت کربن- کره / Co_3O_4 شبیه به کره های کربن ساده بود. درحالیکه سطح کامپوزیت زبر بود و توسط نانوذرات پوشیده شده بود. حضور نانوذرات Co_3O_4 روی سطح کره های کربن توسط آنالیز SEM و EDS تایید شد. همانطور که در شکل 2d نشان داده شده است، نه تنها پیک های کربن بلکه پیک های Co_3O_4 در طول آنالیز شناسایی شدند، که دلالت بر این دارد که سطح کامپوزیت شامل کربن و Co_3O_4 می باشد. آنالیز TEM برای بررسی جزییات مورفولوژی سطح نمونه های اولیه و پوشش داده شده انجام شد. کره های کربن مسطح یک سطح همواری را نشان دادند (شکل 3a). درحالیکه همانطور که در شکل b- 3d نشان داده شده است سطح کامپوزیت به طور یکنواخت توسط نانوذرات با ابعاد کمتر از 10 نانومتر نقطه دار شده است. نانوذرات به طور یکنواخت دیسپرس شده ی Co_3O_4 توانستند بازده کاتالیستی خوبی بخاطر سطح فعال زیادشان ارائه دهند.

حضور نانوذرات Co_3O_4 همچنین توسط آنالیز پراش اشعه ی ایکس (XRD) تایید شد. الگوی پراش کره های کربن در زیر شکل 4a نشان داده شده است. پیک پهن مرکزی در 23/5 درجه میتواند شاخص پیک پراش (002) مربوط

به کربن پلی آروماتیک باشد. پیک های پهن گرافیت نشان دهنده ی بی نظمی بالای ساختار کره های کربن می باشد [19]. بخش بالایی شکل 4a پیک های پراش نانوکامپوزیت را نشان می دهد. مخصوصاً یک پیک پهن مربوط به کره های کربن در 23/5 درجه مشاهده شد و پیک های کریستالی نیز هم مشاهده شدند. پیک های بلوری میتوانند دقیقاً مربوط به فاز کریستالی با ساختار اسپینل باشند که نشان میدهند که یک فاز بلوری Co_3O_4 به خوبی روی سطح کره های کربن از طریق روش هیدروترمال تشکیل شدند. شکل 4b طیف XPS کره های کربن، پودر Co_3O_4 تجاری و نانوکامپوزیت کربن- کره / Co_3O_4 را نشان می دهد. برای پودر Co_3O_4 تجاری، پیک های مربوط به $\text{Co } 2\text{P}_{3/2}$ و $\text{Co } 2\text{P}_{1/2}$ به ترتیب در انرژی های پیوندی 780 و 795/1 الکترون ولت مشاهده شدند. این مقادیر در توافق خوبی با داده های گزارش شده برای Co_3O_4 بودند [20 و 21]. طیف نانوکامپوزیت کربن- کره / Co_3O_4 دو پیک اصلی با انرژی پیوندی 781/4 و 797/2 الکترون ولت مربوط به $\text{Co } 2\text{P}_{3/2}$ و $\text{Co } 2\text{P}_{1/2}$ نشان داد. اگرچه پیک ها اندکی به سطح انرژی بالا شیفت کردند، جدایی پیک $\text{Co } 2\text{P}_{3/2}$ - $\text{Co } 2\text{P}_{1/2}$ به طور تقریبی 15/8 الکترون ولت است که با مقدار گزارش شده برای Co_3O_4 قابل مقایسه است که نشان دهنده ی حضور گونه های Co^{2+} و Co^{3+} در نمونه می باشد. در حالیکه چندین پیک هم مشاهده شدند، که احتمالاً به خاطر پیوند با کربن است. آنالیز گرما-وزن سنجی نشان داد که نسبت وزن کره های کربن به فاز بلوری Co_3O_4 تقریباً 71:29 است که در شکل 5 نشان داده شده است.



شکل 2



شکل 3

خواص الکتروشیمیایی الکتروود هوا شامل نانوکامپوزیت کربن- کره/ Co_3O_4 تست شد تا فعالیت کاتالیستی کامپوزیت در پیل لیتیوم/هوا بررسی شود. افزایش یک الکتروولیت مناسب فاکتور کلیدی ست برای بدست آوردن رفتار الکتروشیمیایی قابل اطمینان مناسب است. در مطالعات اولیه ی لیتیوم/ هوا، الکتروولیت های بر پایه ی کربنات ها برای تست های الکتروشیمیایی انتخاب شدند زیرا آنها به طور موفقیت آمیزی در باتری های یون- لیتیوم استفاده شده اند [8-12]. در حالیکه اخیراً الکتروولیت های بر پایه ی اتر همچون TEGDME برای تخریب آسان الکتروولیت و تشکیل کربنات لیتیوم معرفی شدند [22-24]. تحقیق برای یک الکتروولیت مناسب برای پیل لیتیوم/ هوا هنوز در جریان است، اما LiTFSi یک مولار در TEGDME به عنوان الکتروولیت برای تست الکتروود هوایمان انتخاب شد. ظرفیت نشان داده شده در این مقاله بر اساس جرم کل الکتروود است که میتواند برای نمایش توانایی ذخیره انرژی در یک باتری قابل شارژ معقول باشد.

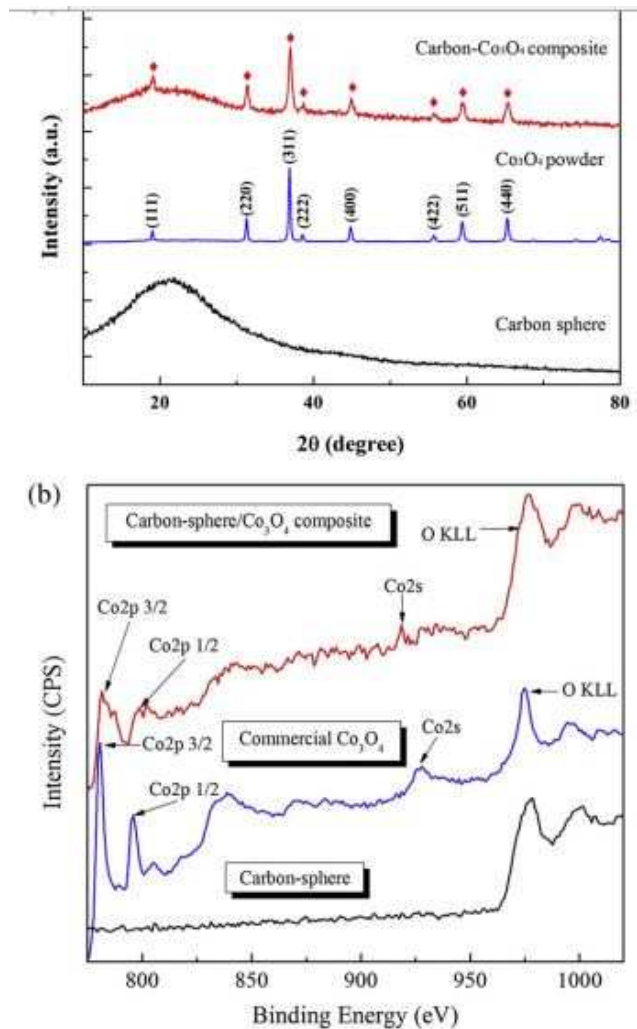
شکل 6a نمایی از شارژ- دشارژ اولیه ی الکتروود هوا حاوی نانوکامپوزیت کربن- کره/ Co_3O_4 به عنوان یک تابعی از مقدار وزن مواد الکتروودی را نشان میدهد (کاتالیت+ کربن+ بایندر). جالب است که ظرفیت ویژه ی الکتروود هوا به شدت بستگی به مقدار ماده نشست شده در سطح دارد. الکتروود با مقدار ماده نشست شده 1/1 میلی گرم بر سانتی متر مربع، 4500 میلی آمپر ساعت بر گرم را در یک دانسیته جریان ثابت 200 میلی آمپر بر گرم در محدوده ولتاژ 2/35- 4/35

ولت نشان میدهد. در حالیکه همزمان با افزایش لودینگ به $1/3$ و $1/9$ میلی گرم بر سانتی متر مربع، ظرفیت دشارژ الکترودها به 3400 و 2900 کاهش میابد. این بدان معنی است که مقدار زیاد ماده الکترودی به ازای واحد سطح برای داشتن فعالیت کاتالیستی زیاد نامساعد است. همچنین مقایسه ی ظرفیت ویژه الکترودها با لودیگ های مختلف عاقلانه نیست. بنابراین در این کار مقدار ماده نشسته بر سطح در مقدار $0/1 \pm 1/3$ میلی گرم بر سانتی متر مربع ثابت شد تا از واقعی بودن نتایج الکتروشیمیایی بدست آمده اطمینان حاصل کنیم.

ظرفیت دشارژ اولیه ی الکترودها در کامپوزیت، در دانسیته جریان های مختلف برای شناسایی ظرفیت نسبی پیل مورد آزمایش اندازه گیری شد. همانطور که در شکل 6b نشان داده شده است ظرفیت دشارژ اولیه ی الکترودها در دانسیته جریان 200 میلی آمپر بر گرم، 3400 میلی آمپر ساعت بر گرم بود. در حالیکه وقتی دانسیته جریان به 100 کاهش یافت، ظرفیت دشارژ اولیه به طور هیجان انگیزی به مقدار 7000 میلی آمپر ساعت بر گرم افزایش یافت. در مقابل، ظرفیت دشارژ اولیه در یک دانسیته جریان اندازه گیری شده ی 400 میلی آمپر بر گرم تنها 2100 بود. این نتایج نشان میدهند که ظرفیت الکترودها بیشتر حساس است به دانسیته جریان استفاده شده برای اندازه گیری. واکنش الکترودها در پیل لیتیوم/ هوا بر اساس الکترولیت آلی طی دشارژ، میتواند وقف تشکیل محصولات جامد واکنش شود. محصولات واکنش که سطح الکترودها را می پوشانند میتوانند مقاومت درونی و حد سینتیک واکنش پیل را بخاطر هدایت پایین آن ها افزایش دهند که میتواند مربوط به ظرفیت نسبی پایین پیل لیتیوم/ هوا باشد.

بر اساس پیش تست بالا، ظرفیت کاتالیستی الکترودها شامل نانوکامپوزیت کربن- کربن/ Co_3O_4 با دیگر الکترودهای هوا مقایسه شد. دو الکترودها استاندارد برای تست های الکتروشیمیایی آماده شد. یکی با استفاده از کربن های کربن با مقدار وزن 72٪ به عنوان کاتالیت و 18٪ کربن و 10٪ بایندر افزوده شده در مقادیر یکسان به عنوان نانوکامپوزیت. و دیگری با استفاده از اختلاط ساده ی پودر Co_3O_4 تجاری با ابعاد نانو، کربن و بایندر ساخته شد. نسبت بایندر/کربن/ Co_3O_4 21:69:10 انتخاب شد. دانسیته ریان در 200 میلی آمپر بر گرم در این تست ثابت شد.

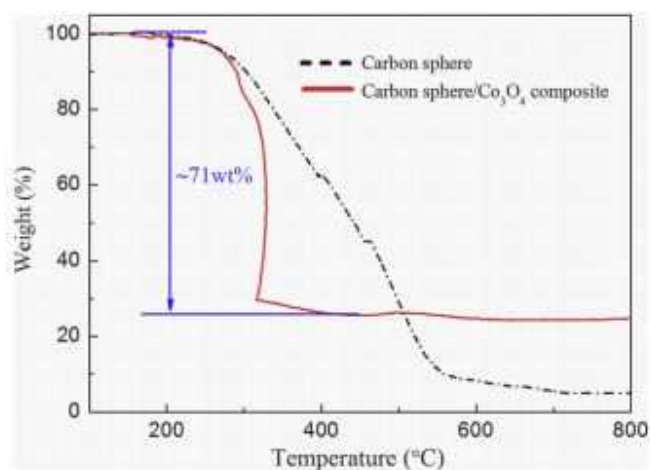
باتوجه به اینکه 200 میلی آمپر بر گرم تقریباً 1/5-1/6 از کاتد حاوی LiCoO_2 در پیل های یون لیتیوم است، آن یک مقدار منطقی برای استفاده برای بررسی ظرفیت در دسترس تجاری الکتروود هوا میباشد.



شکل 4

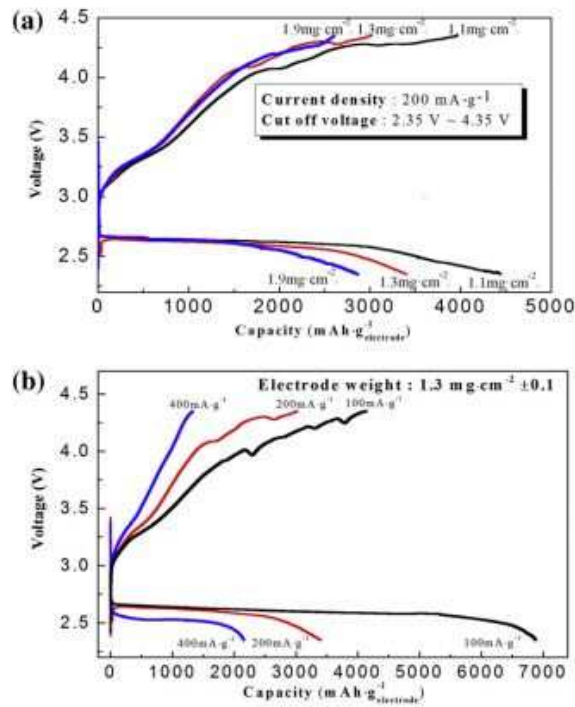
شکل 7 طرح شارژ-دشارژ اولیه ی سه الکتروود مختلف را مقایسه میکند، که در محدوده ولتاژ 2/35-4/35 ولت اندازه گیری شده است. قابل توجه است که الکتروود حاوی نانوکامپوزیت ولتاژ دشارژ بالاتری از دیگر الکتروودها دارد. به علاوه ولتاژ شارژ الکتروود حاوی کلمپوزیت به اندازه کافی کمتر از دیگر الکتروودهاست. این نشان میدهد که نانو کامپوزیت کربن-کره/ Co_3O_4 به طور موثری اوورولتاژ پیل مورد اندازه گیری را کاهش میدهد. پتانسیل استاندارد

پیل لیتیوم/ هوا میتواند از انرژی آزاد هر نیم پیل واکنش محاسبه شود. اگرچه در عمل سینتیک واکنش توسط چندین فاکتور محدود کننده محدود میشود [25].

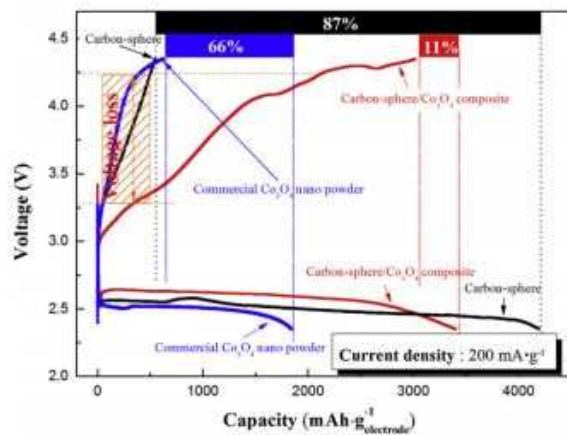


شکل 5

طی دشارژ تشکیل محصولات واکنش همچون Li_2O_2 میتوانند مقاومت درونی را افزایش دهند، سینتیک واکنش را کاهش دهند و مستلزم انرژی مازاد خواهند بود. بنابراین پتانسیل دشارژ از پتانسیل استاندارد به مسیر منفی منحرف میشود (یعنی پتانسیل های منفی). طی شارژ، انرژی مازاد برای تجزیه محصولات واکنش به اکسیژن و یون های لیتیوم نیاز است که باعث انحراف مثبت پتانسیل واقعی از پتانسیل استاندارد میشود (اوورولتاژ مثبت).



شکل 6



شکل 7

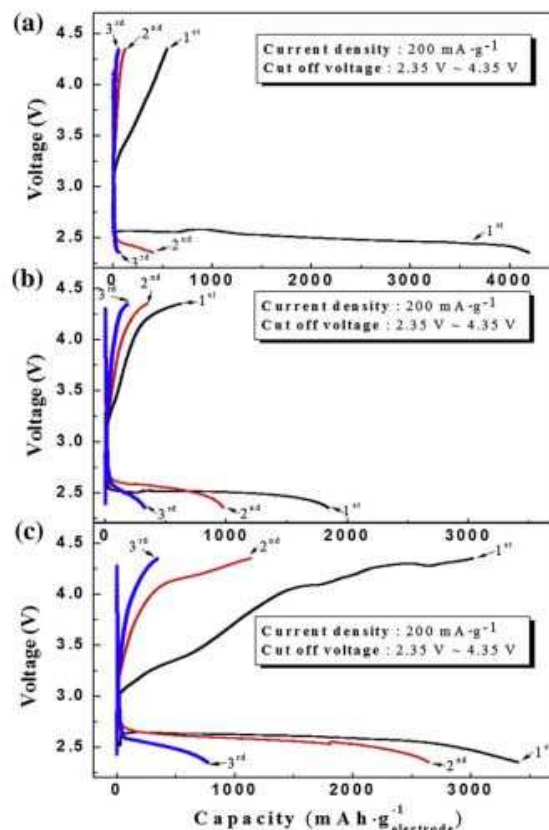
در عمل اوورولتاژ در شارژ شدن بزرگتر از دشارژ شدن است زیرا اندکی انرژی مازاد برای تجزیه ی محصولات جامد واکنش نیاز است. اوورولتاژ کاهش یافته ی الکتروود حاوی نانوکامپوزیت کربن-کره/Co₃O₄ در شکل 7 نشان داده شده است که نشان دهنده ی فعالیت کاتالیستی بالای کامپوزیت فرایند شارژ و دشارژ میباشد. به عبارت دیگر، نان کامپوزیت کربن-کره/Co₃O₄ یک کاتالیست موثر برای افزایش مقاومت درونی بخاطر تشکیل محصولات واکنش

طی دشارژ و برای تسهیل تجزیه محصولات واکنش به اکسیژن و یون های لیتیوم طی شارژ میباشد. در عمل کاهش اوورولتاژ برای فرایند شارژ بسیار رضایت بخش میباشد، طبیعی ست که انرژی مازاد مورد نیاز برای تجزیه محصولات واکنش توسط نانو کامپوزیت کربن- کره/Co3O4 کاهش میابد.

درعمل الکترودهای حاوی کره های کربن و نانوپودر Co3O4 تجاری اوورولتاژ بالاتری از الکترودهای کامپوزیت نشان داد. ظرفیت دشارژ اولیه ی الکترودهای حاوی کره های کربن تقریباً 4200 میلی آمپرساعت بر گرم میباشد. این ظرفیت دشارژ بالا به این حقیقت مربوط میشود که کره های کربن سبک تر از کاتالیست Co3O4 میباشد. در حالیکه اوورولتاژ این الکترودهای خیلی بالاتر از کامپوزیت آن بود. به علاوه 87٪ از ظرفیت دشارژ اولیه طی شارژ از بین میرود، بنابراین ظرفیت شارژ اولیه تنها 13٪ از ظرفیت شارژ اولیه بود که در بالای شکل 7 نشان داده شده است. بادر نظر گرفتن اینکه اختلاف ظرفیت بین شارژ و دشارژ اولیه تنها 11٪ برای الکترودهای کامپوزیت است، که نشان دهنده ی این است که کره های کربن خودشان فعالیت کاتالیستی خوبی برای تجزیه محصولات واکنش نشان نمیدهند. الکترودهای حاوی نانوپودرهای Co3O4 تجاری هم یک مقدار ظرفیت دشارژ کمتر و اوورولتاژ بیشتر از الکترودهای کامپوزیت در چرخه ی اولیه نشان دادند. این الکترودها توسط اختلاط ساده ی نانوپودر Co3O4 و کربن ساخته شدند. کاتالیست های نانوسایز ممکن است به طور کامل دیسپرس نشوند و ممکن است به طور قابل توجهی در الکترودهای متراکم شوند که میتواند ارائه ی فعالیت کاتالیستی کامل آنها را محدود کند. به عبارت دیگر، با نانو کامپوزیت کربن- کره/Co3O4 نانوذرات به طور یکنواخت دیسپرس شده روی سطح کره های کربن میتواند مکان های فعال کاتالیستی کافی برای تشکیل و تجزیه ی محصولات واکنش پیشنهاد کند. به علاوه هدایت الکترونی پایین کاتالیست Co3O4 میتواند توسط کامپوزیت کربن بهبود یابد که طبیعت کاتالیستی کامل نانوذرات Co3O4 را آشکار میکند.

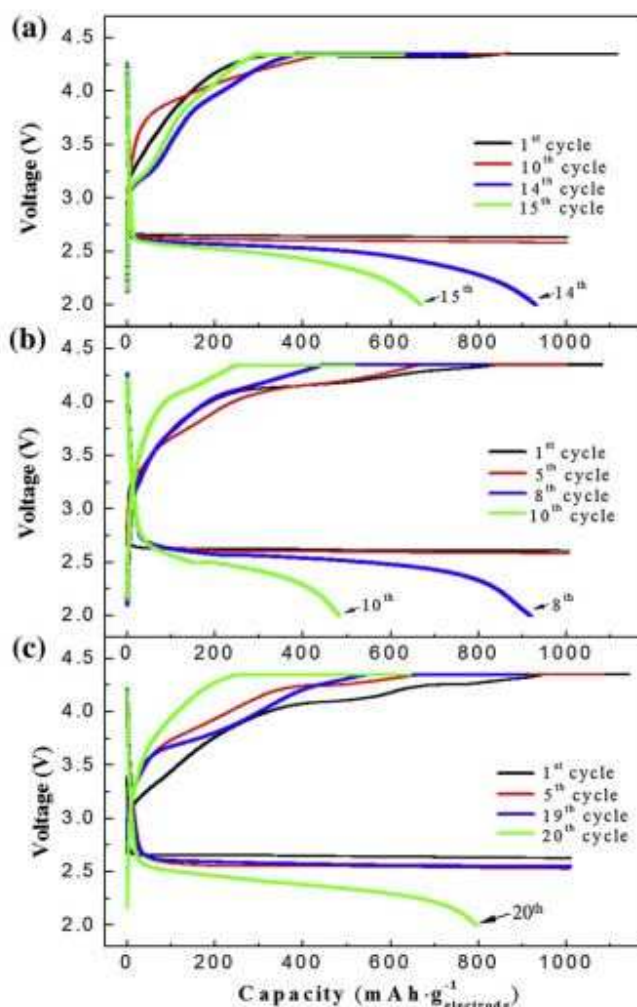
شکل 8 نمایش شارژ دشارژ سه الکترودهای مختلف در سه سیکل آغازی را نشان میدهد. همانطور که در شکل 8a نشان داده شده است، الکترودهای حاوی کره های کربن برگشت پذیری بسیار کمی نشان دادند بر خلاف ظرفیت اولیه ی بالای آن. ظرفیت بعد از فرآیند شارژ دوم تقریباً به صفر میرسد. الکترودهای حاوی نانوپودر Co3O4 اندکی افزایش نسبی در برگشت پذیری نشان میدهد (شکل 8b). برگشت پذیری الکترودها با استفاده از نانو کامپوزیت کربن- کره/Co3O4

به عنوان کاتالیست در الکتروود هوا به طور مشخص هبود میابد (شکل 8c). در حالیکه تنها 25٪ از ظرفیت دشارژ اولیه بعد از سه سیکل باقی میماند. این محوشدن سریع ظرفیت نشان دهنده این است که محصولات واکنش همچون Li_2O_2 به طور کامل طی شارژ تجزیه نمیشوند و روی سطح الکتروود باقی میمانند. طبق بخش های قبلی، ولتاژ شارژ که عموماً برای تست های پیل استفاده شد برای تجزیه ی محصولات واکنش تشکیل شده بعد از یک دشارژ عمیق، کافی نیستند [13,25,26]. تست های چرخه ای نشان داده شده در شکل 8 با یک ولتاژ بالای 4/35 ولت انجام شدند تا مانع از واکنش های ناخواسته همچون تجزیه الکتروولیت در محدوده ولتاژ های بالا شود. در حالیکه این ولتاژ بالایی برای تجزیه کامل محصولات واکنش تشکیل شده طی دشارژ کافی نیست. به علاوه عمق عمیق دشارژ یکی از تهدیدها برای تخریب الکتروود هواست و تراکم کاتالیست در طول سیکل میتواند یکی از احتمالات کاهش فعالیت کاتالیستی سه الکتروود باشد.



شکل 8

به عنوان یک روش برای ممانعت از ژرف عمیق دشارژ و به دست آوردن یک عملکرد چرخه ای بهبود یافته ی پیل هوا، ظرفیت دشارژ الکترودها به 1000 میلی آمپرساعت بر گرم محدود شد. به علاوه، طی شارژ بعد از اینکه ولتاژ به ولتاژ بالایی 4/35 رسید، ولتاژ در این مقدار نگه داشته شد تا دانسیته جریان به 2 میلی آمپر بر گرم برسد که یک صدم دانسیته جریان است، به منظور تامین انرژی کافی برای تجزیه ی محصولات واکنش. شکل 9 نمایش شارژ-دشارژ الکترودهای اندازه گیری شده تحت شرایط چرخه ای جدید را نشان میدهد. به نظر میرسد که عملکرد چرخه ای الکترودها توسط محدودسازی ظرفیت دشارژ بیشتر بهبود یابد و جریان بزرگتر در ولتاژ ثابت را فراهم کند. الکترودهای حاوی نانوکامپوزیت کربن-کره/Co3O4 یک نمایش دشارژ ثابتی را نشان میدهد تا سیکل 19م (شکل 9c).

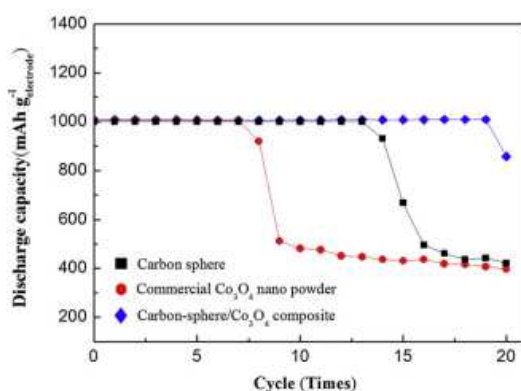


شکل 9

در حالیکه ولتاژ شارژ متوسط به تدریج در طول چرخه افزایش میابد که دلالت بر یک افزایش در مقاومت درونی دارد. نمایش دشارژ الکتروود به طور قابل توجهی به ولتاژهای پایین تر شیفت کرد که نشان دهنده ی یک افزایش در اوورولتاژ است. افزایش تدریجی اوورولتاژ و عملکرد چرخه ای محدود، نشان میدهد که محصولات واکنش تحت شرایط تست های جدید هنوز به طور کامل تجزیه نشده اند. تشکیل یکنواخت Li_2O_2 طی دشارژ و تخریب کامل آن طی شارژ برای پیل لیتیوم/هوا با یک عملکرد خوب شناخته شده است. برخی مطالعات پیش بینی کرده اند که چندین محصول واکنش مثل $\text{C}_3\text{H}_6(\text{OCO}_2\text{Li})_2$ ، Li_2CO_3 ، HCO_2Li و CH_3CO_2 میتوانند از تجزیه ی الکتروولیت های بر پایه ی کربنات تشکیل شوند [27,23,22,13]. این محصولات طی شارژ به طور کامل تفکیک نمیشوند که منجر به یک کاهش در ظرفیت در چرخه های متوالی هنگام استفاده از الکتروولیت های بر پایه ی کربنات میشود. به عبارت دیگر، با الکتروولیت بر پایه ی TEGDME استفاده شده در این کار، تایید شد که Li_2O_2 با موفقیت در سیکل اول تشکیل و تجزیه میشود [22-24]. در حالیکه اخیراً نیز گزارش شده است که واکنش های جانبی ناخواسته همچنان طی سیکل ها اتفاق می افتند. در عمل، Li_2CO_3 میتواند از طریق یک واکنش جانبی در سطح مشترک کربن/ Li_2O_2 بعد از چندین سیکل تشکیل شود [28]. افت آهسته ی الکتروود هوا حاوی کامپوزیت میتواند با این نوع از واکنش های جانبی همراه باشد. گزارشات قبلی همچنین عملکرد چرخه ای محدود تا 20 سیکل نشان دادند دقیقاً شبیه به آنچه که در کار ما نشان داده شده است [30,29].

الکتروود های حاوی کره های کربن و نانوپودرهای تجاری Co_3O_4 عملکرد چرخه ای نامطلوبی را در مقایسه با الکتروود حاوی کامپوزیت نشان دادند که در شکل 9a,b نشان داده شده است. در حالیکه جالب است که الکتروود حاوی کره های کربن مسطح طول عمر چرخه ای نسبتاً پایداری را نشان دادند. اوورولتاژ الکتروود در شارژ به نظر میرسد که بالاتر از دیگر الکتروودهای حاوی Co_3O_4 باشد. هرچند تامین جریان بیشتر در یک ولتاژ ثابت میتواند برای واکنش تجزیه و بهبود عملکرد چرخه ای الکتروود کربن- کره موثر باشد. شکل 10 عملکرد چرخه ای الکتروودها تحت ظرفیت ثابت و با تامین جریان بیشتر در یک ولتاژ شارژ ثابت را نشان میدهد. الکتروودها ظرفیت دشارژ تنظیم شده را به مدت 19 سیکل (الکتروود کامپوزیت)، 13 سیکل (الکتروود کربن- کره) و 7 سیکل (الکتروود تجاری) نگه

داشتند. عملکرد چرخه ای بالاتر الکتروود کامپوزیت نشان داد که فعالیت کاتالیستی بهبود یافته ی کامپوزیت عملکرد چرخه ای الکتروود هوا برای پیل لیتیوم/ هوا را افزایش میدهد. بعد از فرایند دشارژ ممکن است محصولات واکنش در الکتروود هوا با هم برهم کنش داشته باشند. به آسانی انتظار میرود که فصل مشترک محصولات واکنش با کربن و Co_3O_4 برای تفکیک محصولات واکنش همچون Li_2O_2 از فصل مشترک کربن/محصولات موثرتر است. نانو کامپوزیت کربن- کره Co_3O_4 میتواند به طور گسترده تری با فصل مشترک محصولات Co_3O_4 / کربن واکنش دهد که ممکن است تفکیک محصولات واکنش را تسهیل کند و باعث افزایش عملکرد چرخه ای شود.



شکل 10

4. نتیجه گیری

یک نانو کامپوزیت کربن-کره Co_3O_4 برای استفاده در الکتروود هوای باتری لیتیوم/ هوا با موفقیت ساخته شد. کره های کربن (200-300 نانومتر) به طور یکنواخت با نانوذرات با ابعاد 10 نانومتر نقطه دار شدند. الگوهای XRD، SEM و EDX تشکیل فاز بلوری نانوذرات Co_3O_4 با ساختار اسپینل را تایید کردند. الکتروود هوا حاوی نانو کامپوزیت کربن- کره Co_3O_4 ظرفیت بیشتر و اوورولتاژ بالاتری در طول فرایند شارژ-دشارژ نسبت به کره های کربن مسطح یا نانوپودر تجاری Co_3O_4 نشان دادند. این یافته ها نشان داد که نانو کامپوزیت کربن- کره Co_3O_4 یک کاتالیست خوب برای الکتروود هوا با سطح فعال کاتالیستی بزرگ میباشد. به علاوه تماس ثابت بین Co_3O_4 و کره های کربن میتواند هدایت الکترونی پایین Co_3O_4 را جبران کند که میتواند دستیابی به فعالیت کاتالیستی کاتالیت اکسیدی را تسهیل کند.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی