

معرفی انواع فناوری های باتری نسل جدید و ابر خازنها

پروژه درس مباحث ویژه

استاد: آقای دکتر مهدویان
دانشجو: علی مقتدایی
شماره دانشجویی: 940448793

معرفی انواع فناوری های باتری نسل جدید و ابر خازنها

1- مقدمه :

با توجه به گسترش کاربرد باتری در زندگی بشر، خصوصا نیاز به خودروهای الکتریکی (بدلیل مشکلات سوخت‌های فسیلی) اهمیت پژوهش‌های کاربردی در زمینه باتری روز به روز روشن تر می شود.

به طور کلی باتری‌ها به دو دسته اصلی باتری‌های اولیه و ثانویه تقسیم می‌شوند. باتری‌های اولیه غیر قابل شارژ و یک بار مصرف، ولی باتری‌های ثانویه بسته به نوع باتری می‌توانند تا چندین دوره یا سیکل مورد استفاده قرار گیرند. که بدلیل اهمیت باتری‌های ثانویه و کاربرد فراوان نانوفناوری در آن، تمامی بحث‌ها معطوف به باتری‌های ثانویه است.

به طور کلی سه نوع ابزار ذخیره سازی انرژی با مکانیزم الکتروشیمیایی وجود دارد پیل سوختی، باتری و ابرخازن هستند. پیل سوختی چگالی انرژی بالایی را فراهم می‌کند ابرخازن توان بالایی را ارائه می‌دهد همچنین در دنیای باتریها چندین فناوری وجود داشته که هر یک جای خود را به تکنولوژیهای جدید داده و منسوخ شده اند. تنوع و انواع باتری‌ها بسیار زیاد است بعضی باتری‌ها برای مصارف عمومی و بعضی جهت کاربردهای خاص مثل صنایع نظامی و پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این پژوهش خلاصه ای از ویژگی‌هایی از باتری مانند ظرفیت، انرژی و توان توضیح داده شده و ارتباط بین آن‌ها بیان می‌شود.

2- ویژگی های باتری

هر باتری با یک سری ویژگی‌ها شناخته می‌شود. این ویژگی‌ها را به طور کلی می‌توان به دو دسته تقسیم کرد. دسته اول مستقیما به عملکرد باتری مرتبطند مانند چگالی انرژی، چگالی توان، طول عمر سیکلی، و دسته دوم ارتباط مستقیمی با عملکرد باتری ندارند مانند قیمت، اثرات زیست محیطی، ایمنی و مانند آن. برای بیان عملکرد باتری لازم است تا این مشخصات توضیح داده شود.

- ولتاژ باتری: به مقدار ولتاژ تولید شده توسط باتری گویند و به جنس آنند و کاتد به کار رفته در باتری دارد. برای باتری انواع گوناگون ولتاژ تعریف می‌شود. یکی از مشخصه‌ها، ولتاژ تئوری باتری است که تنها به جنس آنند و کاتد باتری بستگی دارد و از

طریق نیم واکنش های اکسایش-کاهش با رجوع به جدول استاندارد پتانسیل الکترودها مشخص می شود (همان معادله نرنست) دیگری ولتاژ مدار باز (وقتی باتری به مصرف کننده وصل نشده است) که مقدار آن نزدیک به ولتاژ تئوری است. مشخصه دیگر ولتاژ اسمی است، که به عنوان ولتاژی که یک باتری با آن کار می کند پذیرفته شده است. دیگری ولتاژ قطع (Cut-off) است که بدلیل ایمنی، از بین رفتن دایمی ظرفیت و ... نباید ولتاژ باتری پایین تر از آن باشد.

- چگالی انرژی (Energy Density): مقدار انرژی قابل دریافت از باتری به ازای واحد حجم است و با واحدهایی نظیر Wh/L (وات ساعت بر لیتر) بیان می شود. در مقایسه بین دو باتری هر کدام که چگالی انرژی بالاتری داشته باشد به ازای واحد حجم انرژی بیشتری را تحویل می دهد.

- انرژی مخصوص (Specific Energy): دقیقاً همانند قبلی ولی به ازای واحد جرم تعریف می شود (Wh/g) و همان مطالبی که برای چگالی انرژی گفته شده برای آن صادق است. به صورت مرسوم در نوشتجات، اصطلاح چگالی انرژی برای انرژی مخصوص نیز به کار می رود و حتی گاهی عبارت چگالی انرژی حجمی، برای چگالی انرژی تعریف شده استفاده می شود

- توان باتری (Power Density): مشابه مورد انرژی، توان قابل دریافت از باتری به ازای واحد حجم یا جرم (چگالی توان یا توان مخصوص) است. هرچه جریان یک باتری افزایش یابد متعاقباً مقدار توان تحویلی افزایش می یابد. بدلیل بحثهای مربوط به ایمنی، کاهش ظرفیت، طول عمر و غیره، نمی توان جریان را به هر میزان افزایش داد.

- ظرفیت (Capacity): مقدار بار الکتریکی ذخیره شده در باتری که قابل دریافت است را نشان می دهد که بر حسب واحد آمپر-ساعت بر گرم (mAh/g) بیان می شود. ظرفیت باتری در حین مصرف، تخلیه می شود و در حین شارژ، دوباره بر می گردد. ظرفیت باتری در طول

دوره های شارژ و دشارژ (سیکل) مدام از حالت اولیه کمتر می شود. یعنی بعد از هر بار سیکل کاری، ظرفیت سیکل دوره بعد کاهش می یابد. همچنین اگر از باتری استفاده نکنیم (حالت مدار باز) حتی در این حالت هم بدلیل واکنش های جانبی و ... ظرفیت باتری کاهش می یابد به همین جهت هر باتری دارای تاریخ انقضاست

- طول عمر سیکلی: چون با هر بار شارژ و دشارژ باتری، مقدار ظرفیت قابل دریافت از آن کاهش می یابد. طول عمر سیکلی تعداد سیکل های شارژ و دشارژ باتری را نشان می دهد که بعد از آن ظرفیت باتری از حد مجاز تعیین شده کمتر شود. این ظرفیت به ولتاژ قطع، ایمنی و ... مرتبط است.

3- فناوری های موجود در دنیای باتری ها

در زیر مهمترین نسلهایی که در دنیای وسایل الکترونیکی شایع بوده اند به اختصار بیان شده است:

الف-باتریهای نیکل کادمیوم

این باتری ها در واقع اولین نسل تجاری باتریهای با تولید انبوه در ابزارهایی مانند موبایل و نوت بوک بودند. علامت مشخصه آنها Ni-Cd می باشد. این نوع باتریها به شارژ ابتدایی ۱۲ ساعته نیاز داشتند و همچنین هر بار باید تا انتها تخلیه می شدند تا شارژ مجدد موجب از بین رفتن سلولها نشود. در سالهای اخیر این باتریها به دلایل مختلفی منسوخ شده و در محصولات جدید به هیچ وجه کاربردی ندارند.

ب-باتریهای یون لیتیومی

باتریهای یون لیتیومی نسل دوم تجاری باتریها در دستگاه های الکترونیکی بودند. علامت مشخصه آنها Li-On می باشد. این باتریها کماکان در موبایل و نوت بوک کاربرد دارند اما آنها هم با نسل جدیدتر در حال تعویض هستند.

کارکرد صحیح این باتری ها موجب شده تا نیازی به شارژ ابتدایی ۱۲ ساعته نداشته باشند و همچنین کاملاً برعکس باتریهای نسل قبلی به هیچ وجه نباید تا سر حد تخلیه شدن مورد استفاده قرار گیرند. بلکه می بایست در حدود ۱۰ درصد از شارژ باقیمانده مجدداً شارژ شوند. همچنین نیاز است هر بار تا 100 درصد شارژ شوند.

ج-باتریهای لیتیوم پلیمری

این نوع باتری ها نسل روز باتریها هستند که علاوه بر محدودیتهای کمتری که دارند ایمن تر و سبک تر هستند. علامت مشخصه آنها Li-Po یا Li-on-Po است.

این نوع باتریها نه تنها شارژ ابتدایی ۱۲ ساعته نیاز ندارند بلکه هیچ محدودیتی در کاربرد هم ندارند. مهمترین علامت مشخصه اینکه یک دستگاه دارای این نوع باتری است آن است که در زمان اتصال به کامپیوتر با پورت USB شارژ شود. چون این باتریها نیازی نیست هر بار تا ۱۰۰ درصد شارژ شوند سازندگان امکان شارژ با USB را در آنها قرار داده اند تا عمر باتری بهتری داشته باشند.

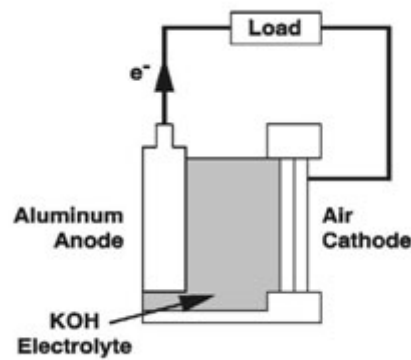
4- معرفی انواع فناوری های باتری نسل جدید

رشد روز افزون تقاضا برای ذخیره انرژی برق و افزایش سرعت شارژ دوباره، محققان را بر آن داشته تا درصد جایگزینی باتریهایی با فناوری پیشرفته به جای باتریهای کنونی باشند. امروزه ۶ نوع باتری در این زمینه در دست تحقیق و توسعه است که آخرین فناوریهای مطرح در باتریها به شرح زیر هستند:

4-1 - باتریهای آلومینیومی

تحقیقات اخیر نشان می دهد باتریهای آلومینیومی منشا انقلاب جدیدی در فناوری موبایل خواهند بود. آخرین تحقیقات در دانشگاه استنفورد بعد از دهها سال وعده به کارگیری باتریهای آلومینیومی در تجهیزات موبایل را می دهد. این باتریها می توانند در کمتر از یک دقیقه شارژ شوند.

باتری آلومینیوم - یون جدید با کارآیی بالا نخستین کاربرد این فلز در باتریهایی است که عمر طولانی داشته و در زمان بسیار کوتاهی شارژ میشوند. باتری آلومینیومی جدید دانشگاه استنفورد میتواند تا ۷۵۰۰ مرتبه شارژ شود. باتریهای لیتیوم - یون متداول موبایل و لپتاپ امروزی به طور معمول برای ۱۰۰۰ مرتبه شارژ عمر میکنند.



البته باتریهای آلومینیومی جدید تا تجاری شدن فاصله دارند و یکی از این دلایل ولتاژ پایینتر آنها نسبت به باتریهای لیتیوم - یون است. (نصف ولتاژ باتری لیتیوم - یون)

به نظر میرسد ارتقای مواد به کار رفته در کاتد بتواند ولتاژ و چگالی انرژی را در این باتریها بهبود دهد. صرف نظر از این دو مسئله باتری آلومینیومی همه ویژگیهای مورد انتظار از باتری از جمله ارزان بودن الکترودها، ایمنی بالا، شارژ سریع، انعطافپذیری و طول عمر زیاد را تامین میکند.

- ✓ مزایا: ارزان بودن، انعطافپذیری، سرعت شارژ بالا، طول عمر شارژ بالا (تعداد دفعات قابل شارژ)، ایمنتر بودن و از همه مهمتر دوستدار محیط زیست بودن
- ✗ معایب: ولتاژ پایینتر آنها نسبت به باتریهای لیتیوم - یون فعلی (نصف ولتاژ باتری لیتیوم - یون)

2-4 -باتریهای بر پایه نانو تیوب

فناوری فعلی باتریهای لیتیوم - یون بزودی به محدودیت خود خواهد رسید. تغییر شیمیایی باتری شاید بتواند راهی برای ارتقای این نوع باتری باشد اما بی تردید تغییر در ساختار الکترودها با استفاده از فناوری نانو روح جدیدی در باتریهای لیتیومی خواهد دمید. با ساخت الکترودهای نانو تیوب محققان توانسته اند سرعت شارژ این باتریها را به میزان چشم افسایی افزایش دهند. به طوری که باتریهای ساخته شده بر پایه این فناوری در مدت ۲ دقیقه به ۷۰ درصد ظرفیت کامل شارژ خود می‌رسند.



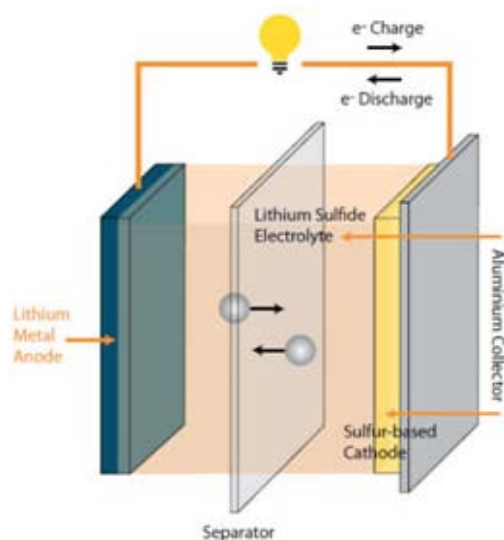
برخی محققان از ماده سیلیکون به جای گرافیت در الکترودها استفاده کرده اند؛ برخی دیگر همچون محققان دانشگاه تکنولوژی نانیانگ سنگاپور استفاده از نانو تیوبهای دی اکسید تیتانیوم را به نام خود ثبت کرده اند که گواهی توسعه و بهره‌برداری تجاری را نیز اخذ کرده و ظرف دو سال آینده در دسترس خواهد بود.

✓ مزایا: سرعت شارژ بالا، طول عمر و شارژ بالا (تعداد دفعات قابل شارژ)

* معایب: چگالی انرژی برابر با باتریهای موجود در بازار

3-4 - باتریهای مبتنی بر گوگرد

در زمینه افزایش دوام باتریها با حجم مشابه همواره تحقیقات در جریان بوده و از مواد شیمیایی مختلفی در این زمینه استفاده شده است. یکی از امیدوارکننده ترین نوع باتریها در این میان باتریهای مبتنی بر گوگرد است. باتریهای لیتیوم - سولفور می توانند در وزن مشابه، تا ۵ برابر نسبت به باتریهای لیتیوم - یون فعلی انرژی در خود ذخیره کنند. پیشبینی می شود زمانی این باتریها تجاری می شوند که چگالی انرژی آنها حدود ۲ برابر باتریهای لیتیوم - یون فعلی باشد. این به معنای دوام بیشتر در تجهیزات الکتریکی است یا به عبارتی عمر دو برابر. این فناوری حدود ۲۰ سال است که در حال توسعه و تحقیق است و دست کم یک شرکت خودروسازی در نظر دارد تا از این باتریها در سال ۲۰۱۶ در خودرو برقی خود استفاده کند اما استفاده از این نوع باتریها در تجهیزات موبایل سالها بعدتر امکان پذیر خواهد شد.



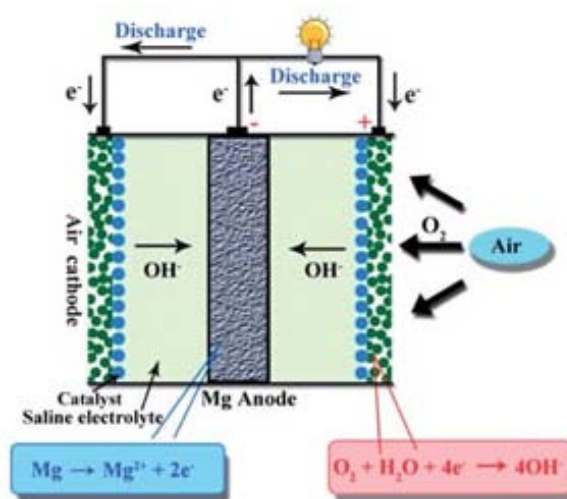
✓ مزایا: حداقل عمر دو برابر باتریهای لیتیومی فعلی

* معایب: عمر کمتر از نظر سیکل شارژ، ثبات نداشتن و فرار بودن شیمیایی، مدت زمان شارژ مشابه با باتریهای فعلی لیتیوم - یون

4-4 - باتریهای فلز- هوا

باتریهای فلز - هوا در واقع کاتد باتریهای لیتیوم - یون متداول را که بیشتر گرافیت است با اکسیژن موجود در هوا جایگزین می‌کنند. نتیجه این کار به طور طبیعی کاهش وزن باتری و داشتن یک کاتد بدون هزینه است که به طور دائم تعویض و تازه می‌شود.

کاهش وزن به مفهوم دیگر یعنی چگالی انرژی بالاتر. برخی محققان این تراکم انرژی را با سوختهای نفتی مقایسه کرده‌اند که این به معنای عمر طولانی‌تر و قابلیت استفاده در خودروهای برقی می باشد. این فناوری توسط شرکت Tesla برای استفاده در خودروهای برقی به ثبت رسیده است. یک خودرو سیتروئن C۱ با استفاده از این فناوری توانست با یک شارژ ۱۸۰۰ کیلومتر پیمایش داشته باشد.

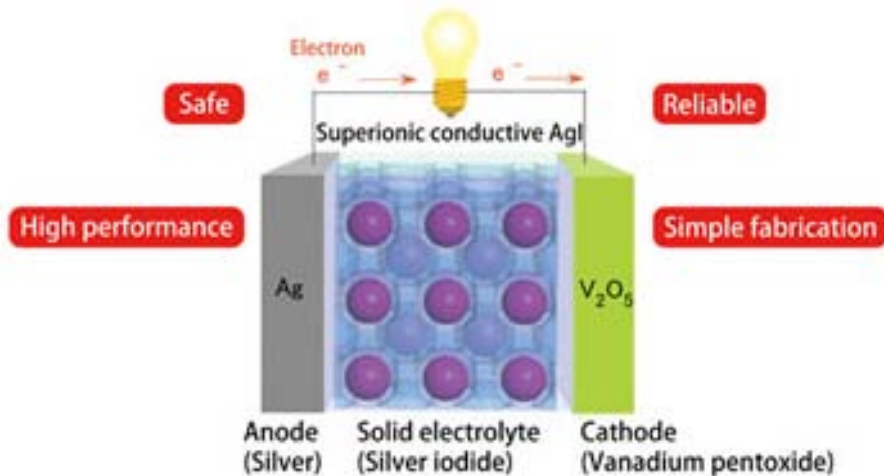


لیکن مشکلاتی از قبیل تخریب خودبه خودی، مشکلات شارژ دوباره و عمر کوتاه از نظر سیکل شارژ مانع بزرگی در راه تجاری‌سازی این نوع باتری بوده است.

✓ مزایا: چگالی انرژی بسیار بسیار بالا
 ✗ معایب: به سختی شارژ می‌شوند، عمر مناسبی از نظر تعداد سیکل شارژ ندارند.

5-4 - باتریهای حالت جامد

در باتریهای حالت جامد الکتrolیت مایع که در اغلب باتریها وظیفه جابجایی یونها را بین الکترودها دارد حذف شده است. به این ترتیب باتریهای حالت جامد چگالی انرژی بسیار بالاتری دارند.



شرکت باتری‌سازی Sakti که به تازگی قرارداد همکاری تجاری با شرکت بریتانیایی Dyson امضا کرده؛ ادعا دارد باتریهای آنها می‌تواند دو برابر باتریهای لیتیوم - یون متداول انرژی ذخیره کند.

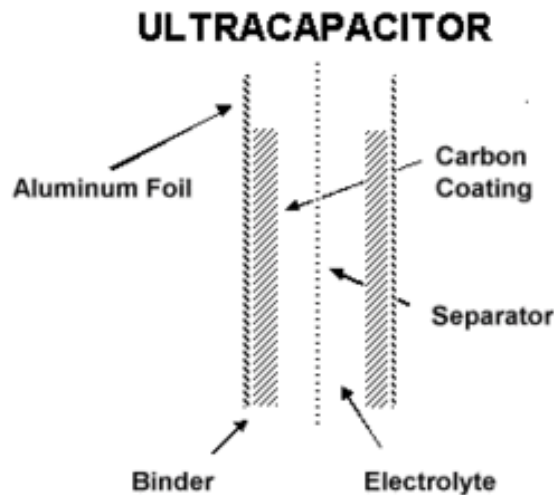
✓ مزایا: عمر دو برابر باتری در ابعاد مشابه با لیتیوم - یون، ایمن‌تر، قابلیت ساخت در شکلها و ابعاد متفاوت، دوستدار محیط زیست.
 ✗ معایب: معایب چندانی گزارش نشده است.

6-4 - ابر خازن ها

ابر خازن نوعی خازن است که ظرفیت بسیار زیادی نسبت به خازن‌های معمولی دارد. ظرفیت آن‌ها معمولاً بیش از ۱۰ میلی فاراد است و کاربردهای بسیاری دارد. ابر خازن‌ها برای ذخیره ی انرژی ایده آل هستند، چرا که جریان بالا و زمان تخلیه کوتاه دارند.

خازن های معمولی توان بالایی دارند اما تنها مقدار کمی از انرژی را ذخیره می کنند در صورتی که ابر خازن ها توان و انرژی بالایی دارند. همچنین دارای قابلیت شارژ و تخلیه بسیار سریع می باشند و می توانند تعداد بسیار زیادی چرخه شارژ و دشارژ را تکرار کنند.

باتریها تحت یک واکنش شیمیایی شارژ می شوند اما زمانی که یک ابر خازن شارژ می شود، هیچ واکنش شیمیایی رخ نمی دهد و در عوض، انرژی به صورت غلظت الکترون ها بر روی سطح مواد ذخیره می شود و این انرژی بسیار سریعتر از یک واکنش شیمیایی در یک میکرو ثانیه می تواند آزاد شود.



ابر خازن ها با عنوان خازن های دو لایه نیز شناخته می شوند که به صورت دو صفحه و یا الکتروود بوده و در یک الکتروولیت غوطه ور هستند. در یک سلول ابر خازنی پتانسیل اعمال شده بر روی الکتروود مثبت جذب یون های منفی در الکتروولیت می شود در حالی که پتانسیل اعمال شده بر روی الکتروود منفی جذب یون های مثبت می شود. صفحات بارهای مخالف را نگه می دارند که این امر باعث تولید یک میدان الکتریکی می شود.

بر خلاف باتری ها که انرژی را به صورت شیمیایی ذخیره می کنند، ابر خازن ها انرژی را از طریق بارهای الکترواستاتیک بر روی سطوح مخالف ذخیره می کنند.

به علت اینکه ابر خازن ها بارهای الکتریکی را بین مواد حالت جامد جا به جا می کنند تا دهها هزار بار و با سرعت بیشتری قادر به تکرار چرخه شارژ و دشارژ هستند.

زمان تخلیه در محدوده کسری از ثانیه تا 10 ثانیه و در بعضی موارد تا چند دقیقه طول می کشد. میزان انرژی ذخیره شده در مقایسه با یک خازن استاندارد بسیار بزرگ است و ابر خازن می تواند انرژی را سریعتر و با قدرت بیشتری نسبت به باتری آزاد کند.

ابر خازن ها از الکترودهای اکسید فلزی به جای کربن فعال استفاده می کنند.

ویژگی های ابر خازن ها

- به تعداد نامحدودی قابلیت شارژ و دشارژ دارند.
- می توانند در کسری از ثانیه ، 10 ثانیه و یا در بعضی از موارد در عرض چند دقیقه تخلیه شوند.
- قادر به شارژ شدن در عرض چند ثانیه تا چند دقیقه می باشند.
- چگالی توان بالایی دارند.
- به هنگام تخلیه انرژی هیچ حرارتی آزاد نمی کنند.
- هیچ خطری به هنگام شارژ بیش از حد وجود نخواهد داشت.
- طول عمر بالایی که دارند موجب کاهش هزینه های نگه داری می شود. تحقیقات نشان می دهد که این خازن ها پس از 10 سال حدود 80% از ظرفیت ذخیره سازی خود را از دست می دهند.
- محدوده دمای عملکرد این خازن ها بین 50- تا 85 درجه سانتیگراد است که نسبت به خازن های معمولی، محدوده دمای بزرگتری را شامل می شود.

- این خازن ها هیچ گونه ماده خطرناکی که سبب آسیب رساندن به محیط زیست شود را آزاد نمی کنند.
- کاربرد های ابر خازن ها
 - با توجه به سرعت بالای شارژ و دشارژ، این خازنها یک ابزار عالی در سیستم های ترمز خودرو به شمار می روند.
 - به منظور گسترش محدوده و طول عمر باتری در خودروهای الکتریکی هیبریدی به کار می روند.
 - به صورت منابع تغذیه سبک در هواپیماهای کوچک کاربرد دارند.
 - در تلفن های بی سیم، موبایل، دوربین، فرستنده و گیرنده های مخابراتی و پیجرها مورد استفاده قرار می گیرند.
 - جهت بک آپ گرفتن از آی سی های CMOS و باتری های لیتیم بکار می روند.
 - این خازن ها در مبدل های DC به DC نیز کاربرد دارند.

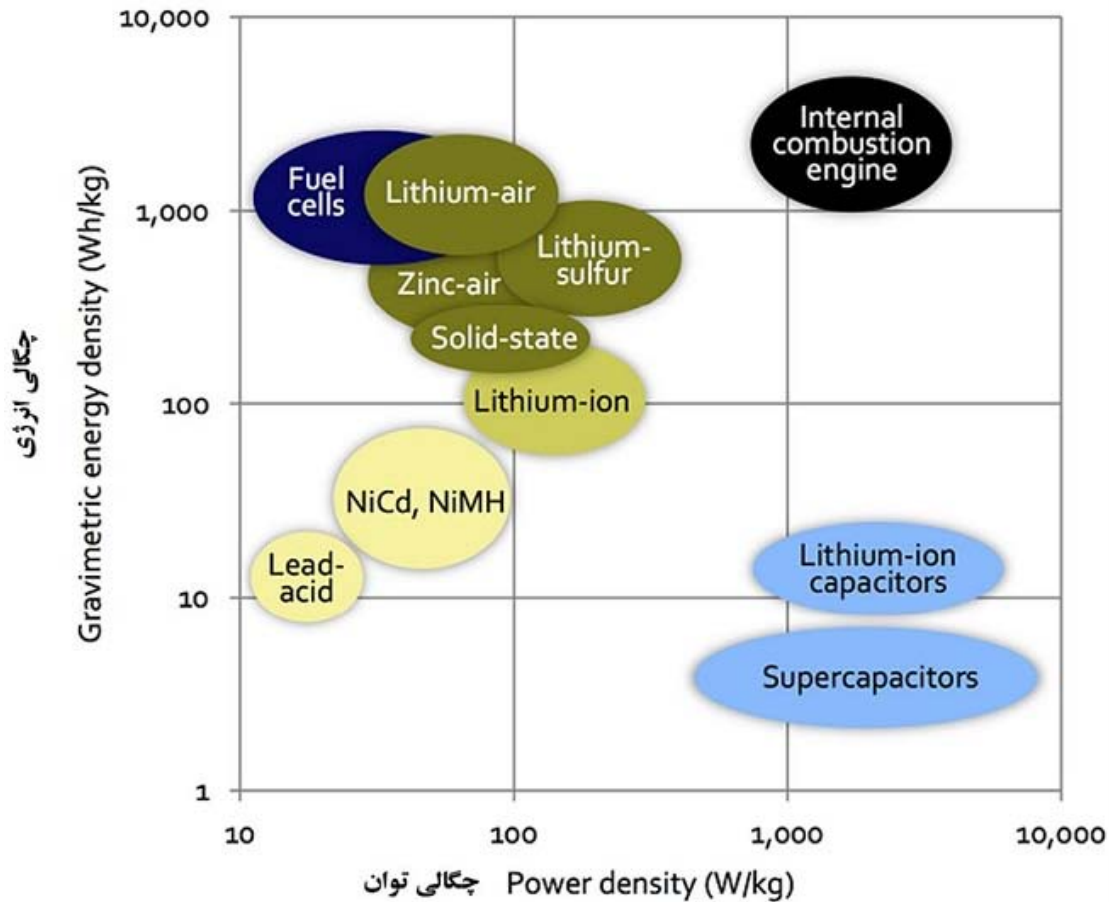
محدودیت ابر خازن ها

محدودیتی که ابر خازن ها دارند چگالی انرژی پایین آنهاست به طوری که بهترین ابر خازن ها می توانند چگالی انرژی معادل باتری های یون لیتیومی متداول داشته باشند. سازمان ملی علوم (CSIRO) در استرالیا ابر باتری هایی را توسعه داده اند که ترکیبی از یک ابر خازن و یک باتری اسید سرب می باشند. این ابر باتری ها نسبت به باتری هایی که در خودروهای الکتریکی هیبریدی استفاده می شدند چهار برابر چرخه زندگی طولانی تر و 50% توان بیشتر داشته و از نظر اقتصادی نیز 70% به صرفه تر می باشند.

مقایسه باتریهای قابل شارژ و ابر خازن ها

باتری ها	ابر خازن ها
چگالی انرژی بالاتر	چگالی توان بالاتر

حدود یک میلیون بار چرخه شارژ و دشارژ	معمولا بین 100 تا 200 بار چرخه شارژ و دشارژ دارند
سرعت شارژ و دشارژ بالاتر	حاوی مواد شیمیایی بسیار واکنش پذیر و خطرناک
دوستانار محیط زیست	تحت تاثیر درجه حرارت پایین قرار می گیرند
مقاومت داخلی بسیار پایین	
بازده بالا (97%-98%)	



مقایسه توان و انرژی باتری، ییل سوختی و ابرخازن

