

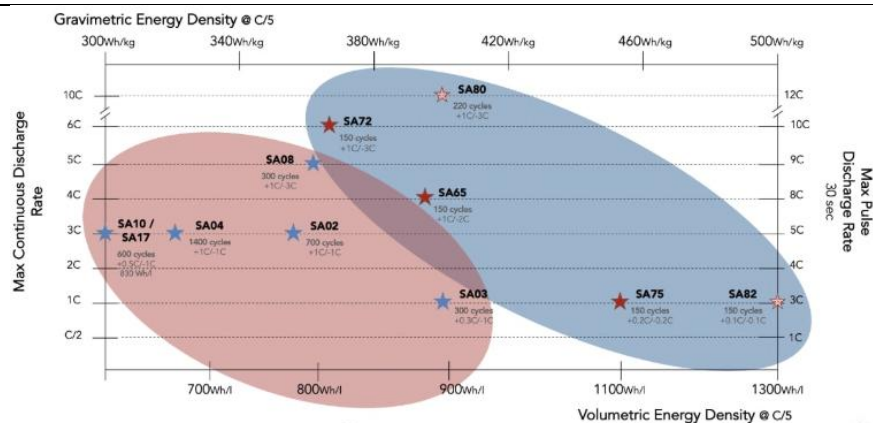
بیان نیاز تفصیلی	
عنوان	نیاز سنجی، امکان سنجی و کسب دانش فنی تولید باتری‌های لیتیوم-یونی با استفاده از آندهای سیلیکونی

۱. حوزه‌ی کاربری	انرژی
۴. عنوان نیاز/ فرصت	با توجه به گسترش سریع بازار جهانی باتری‌های لیتیومی، به‌ویژه در حوزه‌هایی نظیر صنایع دفاعی، وسایل نقلیه الکتریکی، ذخیره‌سازی انرژی در مقیاس شبکه، و تجهیزات الکترونیکی قابل حمل، توسعه فناوری‌های نوآورانه به‌منظور افزایش عملکرد این باتری‌ها به یک اولویت صنعتی و تحقیقاتی تبدیل شده است. یکی از فناوری‌های پیشرو در این راستا، استفاده از آندهای سیلیکونی به‌جای مواد گرافیتی متداول است. سیلیکون به دلیل ظرفیت نظری بسیار بالا حدود ۳۵۰۰ mAh/g، پتانسیل عظیمی برای افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی انرژی باتری‌های لیتیومی در مقایسه با گرافیت‌های مورد استفاده کنونی (حدود ۳۷۰ mAh/g) دارد. افزایش ظرفیت باتری‌ها به کمک آندهای سیلیکونی می‌تواند تأثیرات قابل توجهی برای کاربران نهایی به همراه داشته باشد، از جمله افزایش برد و مداومت سامانه‌های دفاعی، برد خودروهای الکتریکی، کاهش دفعات نیاز به شارژ تجهیزات الکترونیکی، و کاهش هزینه‌های عملیاتی در سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی. این مزایا نه تنها تجربه کاربران را بهبود می‌بخشد بلکه به توسعه پایدار و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی نیز کمک می‌کند. با این حال، توسعه و تولید آندهای سیلیکونی با چالش‌های قابل توجهی همراه است. از جمله این معضلات می‌توان به انبساط حجمی بالای سیلیکون در طی چرخه‌های شارژ و دشارژ اشاره کرد که می‌تواند منجر به شکست ساختاری و کاهش سریع ظرفیت باتری شود. علاوه بر این، طراحی و توسعه فرآیندهای پایدار برای تولید آندهای سیلیکونی با هزینه مقرون‌به‌صرفه و کیفیت قابل اعتماد نیز از دیگر موانع پیش رو به شمار می‌رود. اجرای این پروژه فرصتی استثنایی برای دستیابی به دانش فنی تولید آند سیلیکونی فراهم می‌آورد. این دانش نه تنها می‌تواند در افزایش ظرفیت ذخیره انرژی و طول عمر باتری‌های لیتیومی نقش کلیدی ایفا کند، بلکه زمینه‌ساز توسعه فناوری‌های بومی، افزایش رقابت‌پذیری در بازارهای بین‌المللی و ایجاد ارزش افزوده در زنجیره تولید داخلی نیز خواهد بود.
۵. مشکلات و نواقص موجود و دلیل بروز مشکل	باتری‌های لیتیوم-یونی به دلیل عملکرد قابل اعتماد و چگالی انرژی بالا، به عنوان فناوری اصلی ذخیره‌سازی انرژی در بسیاری از کاربردها استفاده می‌شوند. اما محدودیت‌ها و چالش‌هایی در استفاده از آندهای گرافیتی (که ماده اصلی در آندهای کنونی هستند) وجود دارد که توسعه آندهای سیلیکونی را به عنوان جایگزینی جذاب و پیشرفته مطرح کرده است. در ادامه برخی از این چالش‌ها و نواقص گرافیت به عنوان ماده اصلی مورد استفاده در آند ارائه شده است: ۱. ظرفیت محدود گرافیت: ظرفیت نظری گرافیت برای ذخیره لیتیوم تنها ۳۷۰ mAh/g است که برای پاسخگویی به نیاز روزافزون به باتری‌های با ظرفیت بالاتر در کاربردهایی مانند تجهیزات دفاعی، خودروهای الکتریکی و دستگاه‌های الکترونیکی کافی نیست. ۲. تقاضای انرژی در ابعاد کوچک‌تر: نیاز به طراحی تجهیزات الکترونیکی سبک‌تر و جمع‌وجورتر (بسیار حائز اهمیت در صنایع دفاعی) محدودیت‌های فیزیکی گرافیت را نمایان‌تر کرده است، زیرا افزایش ظرفیت بدون افزایش وزن و حجم دشوار است. ۳. عملکرد ضعیف در شرایط شدید: آندهای گرافیتی در نرخ‌های شارژ/دشارژ بالا یا دماهای شدید دچار کاهش بازدهی و طول عمر چرخه‌ای می‌شوند که در کاربردهای نظامی، صنعتی و خودروهای الکتریکی چالشی جدی است.

کاربر	مرکز عملیات رشد
تاریخ:	تاریخ:

در سال ۲۰۲۴ حجم بازار باتری‌های لیتیوم-یونی تقریباً ۱۰۰ میلیارد دلار بوده و طبق پیش‌بینی سایت معتبر (statista) این تقاضا تا سال ۲۰۳۰ به حدود ۲۵۵ میلیارد دلار خواهد رسید. لازم به ذکر است مطابق آمار رسمی گمرک ایران در سال ۱۴۰۲، میزان واردات باتری‌های لیتیوم-یونی در کشور معادل ۱۸ میلیون دلار بوده است و پیش‌بینی می‌شود این بازار در سال‌های آینده با ورود ماشین‌های برقی به ناوگان کشور افزایش چشمگیری پیدا کند.	۶. فراوانی / حجم نیاز
- در بالا ذکر شد	۷. ارزش مالی حل مسئله:
ویژگی‌های مورد انتظار از سنتز آند سیلیکونی (کامپوزیت سیلیکون-گرافیت یا سیلیکون خالص) به شرح زیر است: انرژی ویژه مورد انتظار از باتری لیتیوم یونی حاصل از آند سنتز شده: حداقل ۳۰۰ wh/kg ✓ چگالی انرژی مورد انتظار از باتری لیتیوم یونی حاصل از آند سنتز شده: حداقل ۷۰۰ wh/lit ✓ قابلیت نرخ پذیری: حداقل ۱۰ C ✓ تعداد سیکل‌های شارژ و دشارژ: حداقل ۳۰۰ سیکل ✓ دمای کاری: از ۲۵- تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد	۸. الزامات کلیدی و حیاتی مربوط به نیاز
• آند ساخته شده در محیط الکترولیت دچار خوردگی و واکنش نشود. • استحکام مکانیکی بالا داشته باشد. • مشکلات و نواقص آندهای گرافیتی را حل کند. • مشکل تخریب ساختار آند در طول شارژ و دشارژ در آن برای حداقل ۳۰۰ سیکل حل شود. • موارد کمی ذکر شده در قسمت ۸ را برآورده نماید.	۹. محدودیت ها و قیود
راه‌حل‌های فعلی برای رفع محدودیت‌ها در باتری‌های مبتنی بر آند سیلیکونی: ۱. فناوری نانوسیم سیلیکونی: شرکت‌هایی مانند Amprius از نانوسیم‌های سیلیکونی استفاده می‌کنند که قادر به تحمل انبساط حجمی سیلیکون در طول چرخه‌های شارژ و دشارژ هستند. این طراحی نوآورانه ترک‌خوردگی و شکست مکانیکی آند را به حداقل می‌رساند و طول عمر باتری را افزایش می‌دهد. ۲. پوشش‌دهی سطح آند: برای جلوگیری از واکنش‌های ناخواسته با الکترولیت و پایداری بیشتر لایه SEI، از پوشش‌های محافظ روی سطح آندهای سیلیکونی استفاده می‌شود. این پوشش‌ها می‌توانند از مصرف اضافی الکترولیت جلوگیری کرده و بازدهی باتری را بهبود دهند. ۳. توسعه مواد ترکیبی: ترکیب سیلیکون با مواد دیگر مانند گرافیت یا مواد کربنی باعث کاهش اثرات منفی انبساط حجمی و بهبود هدایت الکتریکی آند می‌شود. این روش به افزایش پایداری مکانیکی و عملکرد بهتر کمک می‌کند. ۴. بهینه‌سازی فرآیندهای تولید: فناوری‌های نوین مانند تولید با لایه‌نشانی شیمیایی بخار (CVD) و دیگر فرآیندهای پیشرفته به تولید اقتصادی‌تر و مقیاس‌پذیر نانو ساختارهای سیلیکونی کمک می‌کنند.	۱۰. راه حل فعلی
با توجه مطالعات و بررسی‌های انجام شده، در کشور یک گروه تحت عنوان Sinaf بر روی این نوع آندها فعالیت دارد. همچنین در دنیا نیز فقط شرکت Amprius آمریکا توانسته نمونه تجاری این نوع آندها را با موفقیت مورد استفاده قرار دهد. همچنین ذکر این نکته ضروری است که تنها مشتری این شرکت در سال‌های گذشته صرفاً صنایع دفاعی ایالات متحده آمریکا بوده است	۱۱. برنامه ه. ۱، پروژه ها و اقدامات مرتبط
باتری لیتیوم یونی - آند سیلیکونی - نانوسیم‌های سیلیکونی	۱۴. کلمات کلیدی

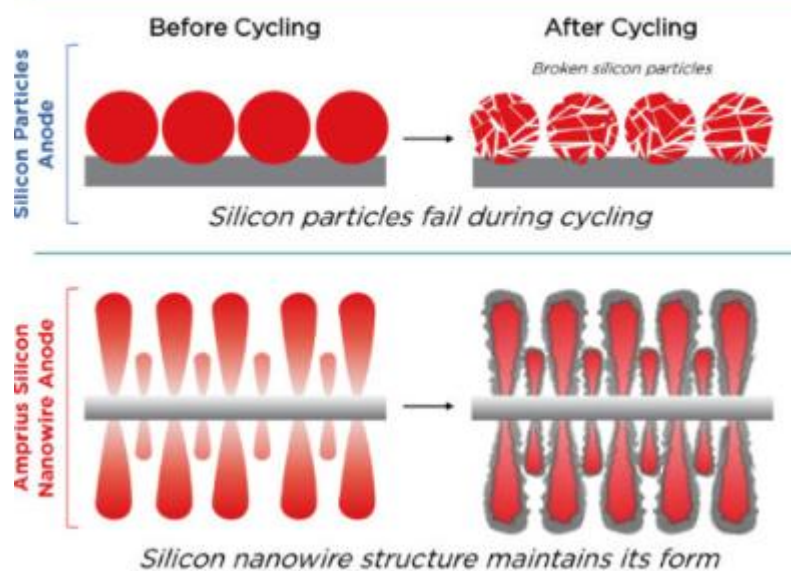
کاربر	مرکز عملیات رشد
تاریخ:	تاریخ:



Cycle Life to 80% of initial capacity @ 100% DoD

۱- مشخصات باتری لیتیومی ساخته شده توسط شرکت امپریوس

Silicon anode can swell up to -300% causing battery damage after a few cycles



۲- بهبود سیکل پذیری باتری در صورت استفاده از نانوسیم های سیلیکونی

۱۵. تصاویر مرتبط

کاربر	مرکز عملیات رشد
تاریخ:	تاریخ: