

کاربرد فناوری نانو در گوشی‌های هوشمند

سال انتشار: ۱۳۹۹

ویرایش نخست



شناسنامه

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

گروه رصد و تولید محتوا در صنعت برق و انرژی

بخش ترویج صنعتی

طراحی و اجرا:	توسعه فناوری مهرویژن	تلفن:	۰۲۱-۶۳۱۰۰
نظارت:	داود قزایلو	نمابر:	۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰
	report@nano.ir	صندوق پستی:	۱۴۵۶۵-۳۴۴
پست الکترونیک:	ind@nano.ir	پایگاه اینترنتی:	www.nano.ir
تهیه‌کننده:	دکتر سیدفرزاد حسینی نسب		www.indnano.ir

فهرست مطالب

۳	مقدمه
۳	کاربرد فناوری نانو در گوشی‌های هوشمند
۳	کاربرد فناوری نانو در رنگ گوشی‌های هوشمند
۴	کاربرد فناوری نانو در احیای خودپه‌خودی مدارها
۴	کاربرد فناوری نانو در باتری گوشی‌های هوشمند
۵	کاربرد فناوری نانو در ساخت نمایشگرها
۶	بازار خارجی
۱۰	خلاصه

مقدمه

با توسعه فناوری نانو در صنعت، محققان در عرصه الکترونیک به منظور استفاده از خواص منحصر به فرد مقیاس نانو، به سمت استفاده از این فناوری در سیستم های الکترونیکی مانند رایانه، تلفن های همراه، تلویزیون و سایر دستگاه های الکترونیکی سوق پیدا کردند [۱-۶]. با به کارگیری فناوری نانو در حوزه الکترونیک، خواصی از قبیل وزن، استحکام، هدایت گرمایی و الکتریکی بهبود داده شد [۷-۸]. امروزه گوشی های هوشمند از لحاظ فناوری در وضعیت پیشرفته ای قرار دارند، قطر گوشی ها روز به روز نازک تر و سرعت عملکرد آن ها افزایش پیدا کرده است همچنین فناوری وضوح تصویر صفحه نمایش و دوربین آن ها متحول شده است. با اختراع صفحه های OLED، نسل جدید صفحه نمایش ها مانند صفحه نمایش های منعطف که در مقابل شکستن پایداری بالایی دارند، رونمایی شده است [۹]. در ادامه به نحوه استفاده از فناوری نانو در گوشی های هوشمند در سراسر دنیا پرداخته خواهد شد.

کاربرد فناوری نانو در گوشی های هوشمند

رشد فناوری نانو، باعث ایجاد تغییرات شگرفی در صنایعی مانند تلفن همراه شده است و می تواند آینده تلفن های همراه را به سمت تغییر و تحولاتی مانند کوچک تر و ظریف تر شدن و در عین حال سرعت بیشتر پیش برد، همچنین نانو فناوری می تواند در مواردی مانند باتری، وضوح تصویر و کیفیت دوربین نیز تأثیرگذار باشد. این تحولات با استفاده از نانو موادی مانند نانولوله های کربنی، گرافن، نقاط کوانتومی، اکسید نانو ذرات و نانوکامپوزیت ها انجام می پذیرد و می تواند منجر به ایجاد راه کارهایی برای سیستم های الکترونیکی، منابع انرژی و مشکلات زیست محیطی شود.

به طور خلاصه عوامل تأثیرگذار در بهبود عملکرد گوشی های هوشمند با استفاده از فناوری نانو عبارت اند از:

- کیفیت رنگ؛
- عمر باتری گوشی های همراه؛
- احیای خود به خودی مدار؛
- انعطاف پذیری صفحه نمایش؛
- کاهش ابعاد تراشه و افزایش حافظه؛
- وزیست سازگاری اجزای گوشی همراه.

کاربرد فناوری نانو در رنگ گوشی های هوشمند

یکی از عوامل زیبایی گوشی های همراه، رنگ بدنه گوشی است. بدین منظور با استفاده از نانوذرات و ترکیب آن ها در مواد پلیمری و آلی و ترکیبات غیر آلی می توان علاوه بر زیبایی ظاهری و مقاومت در برابر خش به خواص دیگری مانند کاهش وزن و سازگاری با محیط زیست دست یافت. با افزودن مواد نانو ساختار خصوصاً نانوذرات اکسید فلزی همچنین می توان خطرات ناشی از مشکلات زیست محیطی را تا حد زیادی کنترل کرد و با آنتی باکتریال کردن بدنه گوشی همراه از رشد باکتری ها و بیماری های احتمالی در صورت تماس با دست انسان به خصوص کودکان جلوگیری کرد [۱۰-۱۳].

کاربرد فناوری نانو در احیای خود به خودی مدارها

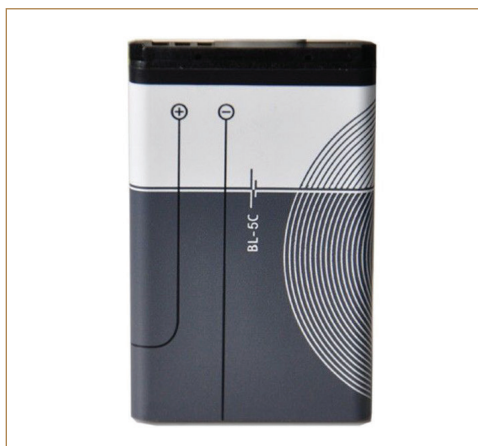
به طور کلی مواد خودترمیم شونده شاخه جدیدی از تحقیقات را به خود اختصاص داده اند. این مواد توانایی تشخیص خودکار عیب و ترمیم آن را دارند. مواد نانو ساختار در این زمینه کاربرد بسیاری پیدا کرده اند که از جمله آن ها می توان به نانولوله های کربنی اشاره کرد.

با زمین خوردن گوشی تلفن همراه، معمولاً به قطعات و مدارهای سخت افزاری گوشی صدمه وارد می شود. برای رفع شکاف و گسیختگی ایجاد شده در ساختار مدار، امروزه محققان استفاده از نانولوله های کربنی را پیشنهاد می دهند. این نانومواد علاوه بر رسانایی الکتریکی و حرارتی بالا، باعث ایجاد خاصیت خودترمیم شوندگی در ساختار نیز می شوند. [۱۴].

کاربرد فناوری نانو در باتری گوشی های هوشمند

یکی از انواع باتری های معمول مورد استفاده در صنعت الکترونیک امروزی، باتری های لیتیوم یون است که در محصولات مختلف مانند لپ تاپ، گوشی های هوشمند و اتومبیل های الکتریکی به عنوان استاندارد شناخته شده است. با این حال، نگرانی های امنیتی در مورد باتری های لیتیوم یون وجود دارد. از جمله راه کارهای بهبود باتری های لیتیوم-یون، کوچک کردن باتری هاست؛ زیرا می توان این طور تصور کرد که با کوتاه تر کردن مسیر یون های لیتیوم در عبور از الکترولیت نرخ بازدهی بیشتر شود در حالی که واکنش های شیمیایی در طول مسیر کوتاه افزایش یافته و عمر باتری کوتاه می شود. برای جبران این مشکل محققان و صنعت گران در بیشتر باتری های لیتیوم-یون از گرافیت در الکترود منفی استفاده می کنند که چگالی انرژی بالایی دارد. زمانی که باتری با نرخ بالایی شارژ شود، رشته های لیتیومی به صورت رشته های عصبی دندریت درآمده و جریان های کوچکی تشکیل می شود که منجر به انفجار باتری و آتش گرفتن آن می شود. برای جبران و برقراری ایمنی در این مشکل باید در الکترود منفی، گرافن با ساختار نانویی جایگزین گرافیت شود [۱۵].

همواره چالش هایی مانند عمر نسبتاً کم و تخلیه شارژ سریع در مورد باتری گوشی های هوشمند وجود داشته



است. علاوه بر این، کم‌ترین توان مصرفی تلفن‌های همراه در حالتی که با آن کار نمی‌شود^۱ به اندازه ۱۸ تا ۲۰ میلی‌وات است، در صورتی که اگر قابلیت‌های مختلف گوشی مانند صفحه‌نمایش روشن، رادیو یا سایر برنامه‌های کاربردی مورد استفاده قرار گیرد، توان مصرفی حدود ۲۰۰۰ میلی‌وات افزایش می‌یابد.

معمولاً جهت سنجش میزان قدرت ذخیره‌سازی باتری، چگالی نیروی می‌سنجند بدین ترتیب که هر قدر که باتری در وزن و سطح کمتر، انرژی بیشتری ذخیره کند، عملکرد باتری بهتری دارد. میزان شارژی که یک باتری می‌تواند در مدتی مشخص در گوشی ذخیره کند به سطح الکترون و جنس الکترودهای باتری بستگی نمونه‌های ساخته شده گوشی همراه با استفاده از نانومواد در الکترودها نشان دهنده افزایش چگالی نیرو و عمر باتری است. در حال حاضر، دانشمندان به دنبال افزایش قابلیت‌های باتری‌های لیتیوم-یون (با ترکیب گرافن به عنوان یک آند) برای ارائه ظرفیت ذخیره‌سازی بسیار بالاتر با طول عمر و نرخ شارژ بسیار بیشتر هستند. در بین نانوساختارها گرافن به دلیل داشتن خواص منحصربه‌فرد مورد مطالعه و توسعه قرار گرفته است که می‌تواند در ساختار آند باتری به کار رود و مقدار زیادی انرژی را ذخیره کنند. این نوع باتری‌ها معمولاً برای استفاده در برنامه‌های کاربردی کم انرژی مانند تلفن‌های هوشمند و لپ‌تاپ با وزن پایین توسعه یافته‌اند و احتمالاً در عرض ۱۰ سال آینده به صورت تجاری در دسترس خواهند بود. علاوه بر گرافن محققان و صنعت‌گران با استفاده از نانولوله‌های کربنی در باتری‌های تلفن هوشمند موفق به افزایش ذخیره‌سازی شارژ گوشی‌های هوشمند و افزایش عمر باتری‌ها تا ۱۰۰ برابر شدند.

نسل جدید گوشی‌های هوشمند به سمت انعطاف‌پذیری، الکترودهای شفاف و صفحه‌های خودتمیزشونده می‌روند. از دیگر فعالیت‌های این نوع گوشی‌های هوشمند نسل جدید استفاده از انرژی خورشیدی برای شارژ و استفاده از حسگرها متناسب با محیط‌زیست است [۱۶].

کاربرد فناوری نانو در ساخت نمایشگرها

صفحه‌نمایش گوشی‌های هوشمند با به‌طور دقیق‌تر دیودهای نوری و یا دیود گسیل نور ارگانیک^۲ (OLED) به جای استفاده از مواد سخت و انعطاف‌ناپذیر، در زیرپوشش انعطاف‌پذیر مانند پلاستیک قرار گرفته‌اند.



صفحه نمایش های نسل جدید خم می شوند ولی نمی شکنند. نخستین بار گوشی تلفن همراه تاشو به نام Reflex با ایده گرفتن از فناوری صفحات انعطاف پذیر ال جی تولید شدند. این نمونه طراحی شده با صفحه نمایش شش اینچی توسط شرکت ال جی ساخته شده است و در ساخت آن از فناوری ^۲FOLED استفاده شده است. نکته قابل توجه در رابطه با این نوع گوشی این است که این نوع گوشی ها تا ۳-۴ سال آینده نمی توانند به طور صنعتی تولید شده و کاربردی تجاری داشته باشند [۱۷].

اخیراً محققان دانشگاه ساسکس با استفاده از ترکیب نانوسیم های نقره که ماده اصلی صفحه نمایش ها هستند، در ترکیب با گرافن، صفحه نمایش هایی مقاوم تر و با کیفیت تر و در عین حال مقرون به صرفه تر ساخته اند. ویژگی بارز این نوع گوشی ها انعطاف پذیری و مقاومت آن ها در مقابل ضربه و افتادن بر روی زمین است. ویژگی دیگر این صفحات، کاهش مصرف انرژی آن ها است. صفحات امروزی به علت داشتن یک لایه اکسید قلع و ایندوم بسیار سریع می شکنند و گران قیمت نیز هستند.

علاوه بر این، در کشورهای کره و ژاپن فیلم های گرافنی را به عنوان الکترودهای شفاف در ابعاد ده ها سانتی متر طراحی کرده اند و آن ها را در داخل افزاره های صفحه نمایش لمسی استفاده کرده اند. این نوع حسگرهای لمسی و قابل انعطاف علاوه بر این که صفحه نمایش را نشکن و ضد ضربه می کند قابلیت های فوق العاده دیگری به گوشی می دهد [۱۷].

بازار خارجی

شرکت Toshiba^۴

■ محصول باتری قابل شارژ (SCiB™):

باتری قابل شارژ توشیبا یک باتری با کارایی بالا، عمر طولانی و قابل شارژ که به منظور ذخیره سازی انرژی در وسایل الکترونیکی مانند گوشی های همراه و لپ تاپ به کار می رود. باتری های SCiB را می توان به اندازه ۱۰ دقیقه شارژ کرد، این باتری ها دارای عملکرد حرارتی بالا هستند. در این باتری ها از نانوبلورهای لیتیوم تیتانات استفاده شده است. از دیگر ویژگی های این نوع باتری، عملکرد خروجی بالا معادل با خازن های فوقانی، عملکرد فوق العاده حتی در دمای کمتر از منفی ۳۰ درجه سانتی گراد و کاهش تأثیرات منفی زیست محیطی زباله باتری های قدیمی است. شرکت توشیبا باتری های SCiB خود را در خط تولیدی اتوماتیک و با حجم و کیفیت بالا تولید می کند [۱۸-۱۹].

شرکت Saintjeancarbon^۵

■ محصول باتری لیتیومی مبتنی بر گرافن

شرکت saintjeancarbon که در حوزه ذخیره سازی سبز انرژی به دنبال استفاده از مواد کربنی برای ساخت باتری است. این شرکت با استفاده از باتری های گرافنی نسبت به گرافیتی توانست در مدت زمان ۴-۵ دقیقه باتری را شارژ کند و تا ۲۵ دقیقه انرژی مورد نیاز آن را تأمین کند. در واقع این شرکت درصد رسیدن به دوبرابر کردن عملکرد آندهای گرافیتی است و می تواند در مدت ۱ دقیقه، ۸۰ درصد از ظرفیت انرژی باتری را شارژ کند و به دنبال تجاری سازی این نوع باتری هاست [۲۱-۲۰].



شکل تصویر باتری های لیتیومی مبتنی بر گرافن تولید شده در شرکت saintjeancarbon

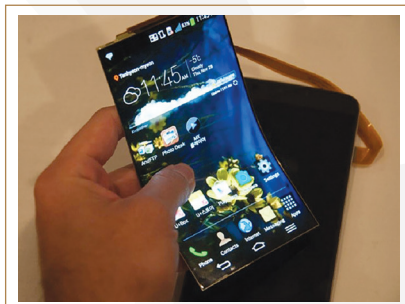
■ محصول باتری های لیتیومی مبتنی بر گرافن در ژل آب نمک

این شرکت علاوه بر باتری های گرافنی به دنبال نسل جدیدی از باتری های لیتیومی است که در آن، گرافن در ژل آب نمک غلیظ می شود و به بهبود عملکرد باتری کمک می کند. یکی از مزایای باتری های آب نمکی این است که آتش نمی گیرد، این شرکت می تواند این نوع باتری را به صورت باتری با ظرفیت بالا و مناسب لوازم الکترونیکی تولید کند و قصد دارد در اواسط سال ۲۰۲۰ این نوع باتری را به صورت تجاری تولید کند [۲۰-۲۲].

شرکت سامسونگ

شرکت سامسونگ از جمله شرکت هایی است که در زمینه استفاده از فناوری نانو در تولید محصولات خود، فعال است. یکی از حوزه های مورد استفاده این شرکت، بهبود عمر باتری گوشی های هوشمند با استفاده از مولکول های پتیدی است. این نوع از باتری ها، در گوشی های گلکسی اس ۳ سامسونگ به کار برده شده است و از مزایای آن شارژ کامل گوشی در کمتر از یک دقیقه است [۲۳].

یکی دیگر از دستاوردهای شرکت سامسونگ، ساخت صفحه نمایش های تاشو است، این شرکت نوید این را داده است که در آینده ای نزدیک این فناوری، با افزایش قیمتی جزئی روانه بازار شود [۲۴].



شکل ۲- گوشی منعطف شرکت سامسونگ

شرکت هواوی

یکی از رقیب های مهم شرکت سامسونگ در تولید گوشی های نسل جدید، شرکت هواوی است. شرکت هواوی توانسته است گوشی هایی نازک تر، صفحه نمایش بزرگ تر با وضوح تصویری بیشتری را ارائه دهد. هواوی این محصول منحصر به فرد خود را با نام Huawei Mate X معرفی کرده است. گوشی Mate X دارای صفحه نمایش OLED ۸۰ اینچی با ضخامتی کمتر از ۱۱ میلی متر و مشخصات سخت افزاری آن نیز مورد توجه زیادی قرار گرفته است و دارای یک باتری ۴۵۰۰ میلی آمپری و 5G است. علاوه بر این می توان گفت صفحه نمایش OLED تبلت به تنهایی سه کار انجام می دهد. بدین ترتیب، هنگامی که دستگاه بسته است، همانند یک گوشی هوشمند عمل می کند و گوشی هوشمند با صفحه نمایش دوم در عقب آن این اجازه را می دهد تا خودتان را با دوربین اصلی بچرخانید یا تصویر خودتان و شخص دیگری که در عقب گوشی قرار دارد را هم زمان به اشتراک بگذارید، از آنجایی که ساخت گوشی با لولای تاشویی بیرونی کمی سخت تر است، هواوی گوشی منعطف خود را با لولای تاشویی داخلی طراحی کرده است [۲۵].



شکل ۳- تبلت Mate X نسل جدید تبلت شرکت هواوی

شرکت اپل

شرکت اپل نیز از این رقابت که در بین گوشی های همراه ایجاد شده است، مستثنی نیست و در پی عرضه گوش های هوشمند منعطف خود است [۲۶]. علاوه بر این، شرکت اپل همانند سامسونگ در پی افزایش عملکرد و عمر باتری گوشی های خود است. بدین منظور از ماده شگفت انگیز گرافن استفاده کرد، به کارگیری گرافن مزیت های فراوانی دارد از جمله مزیت هایی که می توان گفت عبارت اند از:

هدایت الکتریکی گرافن ۱۰ برابر مؤثرتر از مس است که باعث کاهش گرما می شود در واقع گرافن با از بین بردن گرمای بیش از حد درون گوشی به سرعت هدایت الکتریکی کمک می کند در نتیجه عمر باتری را تا ۲۰ درصد افزایش می دهد و این دقیقاً چیزی است که گوشی های آیفون همراه با نانوبه نام nanocase انجام می دهند. علاوه بر این گرافن مورد استفاده در باتری از وزن بسیار پائینی برخوردار است و این موضوع منجر به باریک شدن و سبکی گوشی می شود. این نوع باتری های نانویی در گوشی های آیفون X، آیفون ۷، آیفون پلاس ۷، آیفون ۸ و آیفون پلاس ۸ به کار رفته است [۲۷].



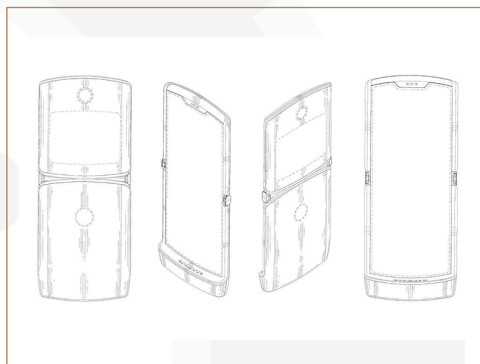
➤ شکل گوشی آیفون همراه با باتری گرافنی [۲۷]

شرکت ال جی

شرکت ال جی طی سال‌های اخیر پتنت‌هایی را در خصوص صفحه‌نمایش های OLED تاشو ارائه کرده است، این صفحه‌نمایش های تاشو قابل انعطاف توسط یک چفت آهن ربایی در حالت تاشده به پشت نگه داشته می‌شوند. ال جی علی‌رغم موفقیت در تولید صفحه‌های تلویزیون منعطف ولی هنوز گوشی با صفحه‌نمایش تاشو به صورت تجاری ارائه نداده است [۲۸].

شرکت موتورولا

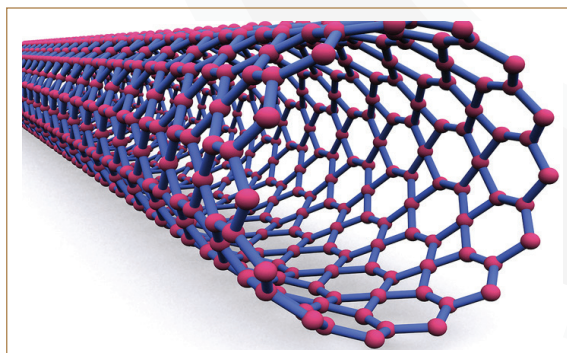
از دیگر شرکت‌هایی که موفق به طراحی صفحه‌نمایش تاشو شده، شرکت موتورولاست، این شرکت گوشی جدید RAZR با یک صفحه‌نمایش تاشو را به تازگی رونمایی کرده است ولی هنوز به صورت رسمی این دستگاه را معرفی نکرده است [۲۸].



➤ شکل ۵- طرح گوشی RAZR شرکت موتورولا [۲۸]

خلاصه

می‌توان انتظار داشت که با به‌کارگیری فناوری نانو و نانو ساختارهایی مانند نقاط کوانتومی، نانولوله‌ها و گرافن در فرایند تولید گوشی‌های هوشمند، از نسل جدید گوشی‌های هوشمند منعطف و با عملکرد و عمر باتری بالاتری رونمایی شود. نانواکسیدهای تمیزشونده می‌توانند در بدنه گوشی‌های همراه به کار روند و از بروز آلودگی در تماس با دست انسان تا حدی جلوگیری کنند؛ علاوه بر این با به‌کارگیری فناوری نانو می‌توان از اثرات زیست‌محیطی و مصرف انرژی بالا رهایی یافت. اگرچه استفاده از فناوری نوین موانعی مانند افزایش قیمت، دشواری فرایند ساخت در صنعت را به همراه دارد اما امروزه شرکت‌های بزرگ تولیدکننده گوشی تلفن همراه به دنبال راهی برای از بین بردن موانع و ساخت گوشی‌هایی با ضخامت کمتر، کیفیت تصویر بالاتر و کارایی راحت‌تر هستند.



پی‌نوشت‌ها

- ۱ Standby
- ۲ Organic Light Emitting Diode
- ۳ Flexible Organic Light Emitting Diode
- ۴ www.toshiba.com
- ۵ www.saintjeancarbon.com

مراجع

- ۱ R. Bawa, S.R. Bawa, S.B. Maebius, T. Flynn. and C. Wei. Nanomed: Nanotech. Bio. Med. 1, 2, 150–158, (2005).
- ۲ J. Timmermans, Y. Zhao and J.V. Hoven. Nanoethics. 5, 3, 269–283, (2011).
- ۳ K.T. Pankaj, Shruti, S. Vikas, and A. Anami. Int. J. Pharm. Innov. 2, 4 48-60, (2012).
- ۴ M. Szabo, P. Pusztai, A.R. Leino, K. Kordas, Z. Konya, A. Kukovec. J. Mol. Struct. 1044 99-103, (2013).

- ۵ U. Zobair. Glob. J. Res. Eng. 12, 4, 34-38, (2012).
- ۶ <http://www.azonano.com> TheNanoAge.com. Retrieved on 15/3/2015 at 12.28p.m.
- ۷ M. Saeid, A.F. Mariela and M.R. Islam. E & P. JPT, 48-51, (2006).
- ۸ E. Abdollah. PETROTECH, 11-15 January, (2009).
- ۹ <http://www.nanotech-now.com/columns/?article=1071>
- ۱۰ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169433214011921>
- ۱۱ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001393512030462X>
- ۱۲ <http://nanofixit.co.nz/blog/titanium-dioxide-tiio2-used-to-prevent-bacteria-growth-on-cell-phones.html>
- ۱۳ <https://patents.google.com/patent/CN103640293A/en?q=nano+coating+mobile>
- ۱۴ Wool, Richard P. "Self-healing materials: a review." Soft Matter 4.3 (2008): 400-418.
- ۱۵ Fu, Zhiguo, Hongjun Si, and Guopeng Gao. "Nano-lithium-ion batteries and methos for manufacturing nano-lithium-ion batteries." U.S. Patent Application No. 11/425,304.
- ۱۶ Yoo, EunJoo, et al. "Large reversible Li storage of graphene nanosheet families for use in rechargeable lithium ion batteries." Nano letters 8.8 (2008): 2277-2282.
- ۱۷ <http://itresan.com/106523/>
- ۱۸ <https://www.toshiba.com/tic/power-electronics/scib-rechargeable-battery>
- ۱۹ www.toshiba.com/tic/power-electronics/scib-rechargeable-battery
- ۲۰ www.saintjeancarbon.com
- ۲۱ www.saintjeancarbon.com/index.php/graphene/lithium-ion-battery/
- ۲۲ http://www.saintjeancarbon.com/files/6715/4826/5031/2018-11-12_salt_water_FNL.pdf
- ۲۳ <https://www.store-dot.com/business-units>
- ۲۴ <https://www.techradar.com/reviews/samsung-galaxy-fold-hands-on>
- ۲۵ <https://www.theverge.com/2019/2/24/18238269/huawei-foldable-phone-mate-x-price-release-date-specs-mwc-2019>
- ۲۶ www.investorvillage.com
- ۲۷ <https://www.digitaltrends.com/mobile/nanocase-graphene-iphone-case-news/>
- ۲۸ <https://www.theverge.com/2019/1/25/18196312/foldable-phones-samsung-lg-moto-razr-huawei-xiaomi-sony-oppo>

از مجموعه گزارش های صنعتی فناوری نانو در صنعت برق و الکترونیک منتشر شده است



- کاربرد فناوری نانو در نمایشگرها؛ نمایشگرهای قابل انعطاف
- کاربرد فناوری نانو در توربین های بادی
- کاربرد فناوری نانو در جوهرهای رسانا مورد استفاده در مدارهای الکتریکی
- کاربرد فناوری نانو در ساخت باتری های قابل شارژ
- کاربرد فناوری نانو در ادوات اپتیکی
- کاربرد نانوسیالات در صنعت برق و انرژی
- کاربرد نانو در باتری های خورشیدی
- کاربرد فناوری نانو در قطعات پلیمری با هدایت الکتریکی بالا
- کاربرد فناوری نانو در آب شیرین کن های خورشیدی
- کاربردهای فناوری نانو در چاه ارت

- کاربرد فناوری نانو در صنعت مفره
- فناوری های نوین در مدیریت و افزایش بهره وری آب در نیروگاه های گرمایی
- کاربردهای فناوری نانو در تولید انرژی الکتریکی
- کاربرد فناوری نانو در صنعت سیم و کابل
- کاربرد فناوری نانو در صنعت دیودهای نورافشان LED
- کاربردهای فناوری نانو در خنک کاری قسمت های مختلف نیروگاه
- کاربرد فناوری نانو در خازن های مختلف
- کاربرد فناوری نانو در صنعت ترانزیستور و مدارهای مجتمع
- صنعت الکترونیک چاپی؛ فرصت ها و چالش های اقتصادی و فناورانه