نانو تکنولوژی

Vantablack
سیـاه‌تر از سیـاه

تهیه و تنظیم:
دکتر فرناز نایب مراد

می گویند بالاتر از سیاهی رنگی نیست اما دانشمندان ثابت کرده اند که هست و می توان نوعی رنگ مشکی تولید نمود که هیچ نوری از آن بازتابش نداشته باشد و با نگاه به آن تیرگی محض را شاهد باشید.

هنگامی که‌موسسه «SurreyNanoSystems» برای نخستین بار «وانتابلک» را معرفی نمود، در معرفی آن اعلام داشت این نانولوله کربنی قادر است ۹۹،۹۶ درصد از نوری که به آن می رسد را جذب نماید.

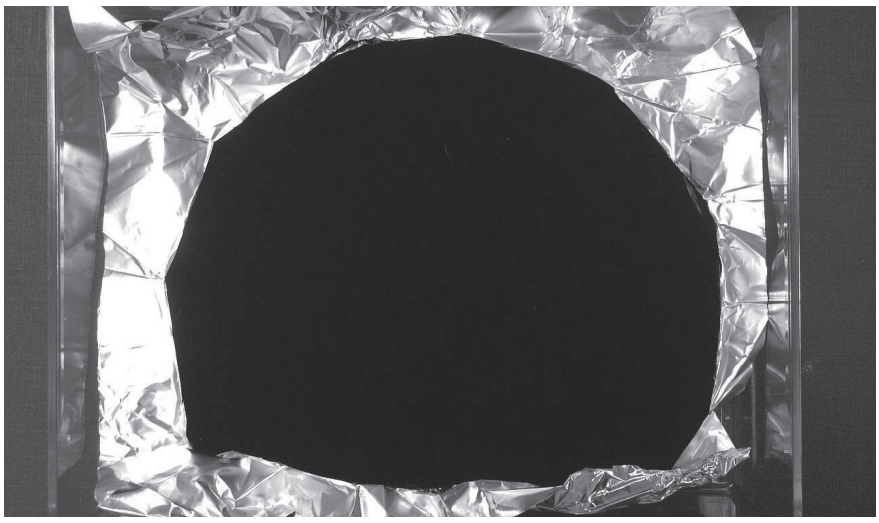
وانتابلک (Vantablack) به عنوان سیاه ترین ماده جهان شناخته می شود. هر شئی که به این ماده آغشته گردد هیچ نوع بازتابشی نخواهد داشت و از این رو جزئیات سطحی جسم موردنظر از بین می رود.

نانو لوله کربنی مورد بحث به راحتی موجب ایجاد خطای دید می‌شود به طوری که وقتی روی سطحی ناصاف ریخته گردد هم از بالا همچون یک سطح صاف به نظر می‌رسد.

همان‌طور که می‌توانید در عکس زیر تماشا نمائید، این نانولوله های کربنی درون فویلی ریخته شده اند که کاملا مچاله گشته اما وقتی آن را نگاه می کنید، تصور خواهد کرد یک سطح صاف و بدون پستی و بلندی را می بینید.

با تمامی این تفاسیر، دانشمندان نمونه جدیدی از وانتابلک کشف نموده اند که از نسخه های پیشین هم تیره تر و سیاه تر است.

جا دارد اشاره کنیم که شرکت Surrey در مورد درصد نوری که توسط این ماده جذب می گردد حرفی به میان نیاورده زیرا گویا این میزان قابل اندازه گیری نیست.



۱- تعریف نانو لوله کربنی و ساختار آن :

این لوله‌ها بدون دوخت بوده و از یک یا چند لایه کربنی ساخته شده اند و به دو شکل تک جداره (SWCNT) و چند جداره (MWCNT) وجود دارند.

در این لوله‌ها اتم‌های کربن با ساختار شش ضلعی و حلقوی توخالی کنار هم قرار گرفتند و شکل استوانه‌ای به ساختار دادند.

چون بین اتم‌های کربن در این ساختار پیوند قوی برقرار است و به علت داشتن ساختار نانو، رسانایی گرمایی و مقاومت کششی در این لوله‌ها بالاست.

این مواد فلز بوده و خاصیت شبه رسانایی دارند. این لوله‌ها دارای تقارن مارپیچی و تقارن انتقالی در امتداد محور لوله و بعضی دارای تقارن مرکزی هستند.

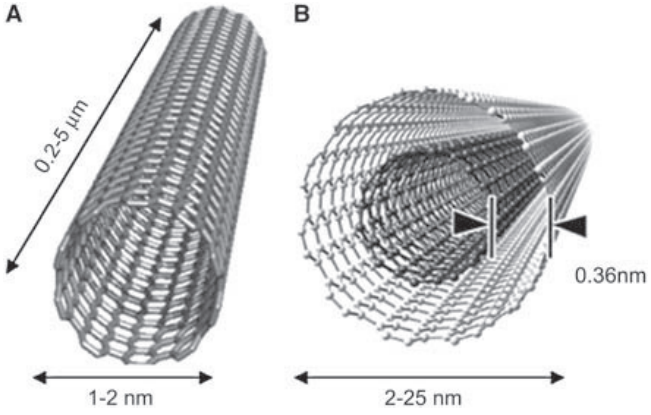
۲- اندازه نانولوله ها :

نانولوله های کربنی تک جداره در سال ۱۹۹۳ توسط ایجیما و ایچیهاشی و بتهونه کشف شد و قطری بین ۰/۸ تا ۲ نانومتر دارند و از لحاظ ساختاری حالتی بین فولرن و گرافن های مسطح می باشد. این نانولوله‌ها یک ورقه گرافنی پیچیده شده به شکل لوله است.

نانولوله‌های تک‌جداره وقتی به صورت تو در تو با نیروهای واندروالسی کنار هم قرار گیرند و یک ساختار درختی ایجاد می‌کنند، نانولوله‌های چندجداره را تشکیل می‌دهند. قطر لوله های چندجداره بین ۵ تا ۲۰ نانومتر است.

در کل طول نانولوله های کربنی از قطر آنها بیشتر و

بین ۱۰۰ نانومتر تا چند سانتی متر است ولی بدون در نظر گرفن اثرات انتهایی طول آنها بی‌نهایت در نظر گرفته می‌شود.



*** اندازه نانولوله های کربنی**

۳- سنتز و فرآوری نانولوله کربنی :

برای سنتز این لوله‌ها از فرآیند چگالش بخار شیمیایی استفاده می‌شود. این روش شامل تجزیه گازهای هیدروکربنی در کنار کاتالیزورهای فلزات واسطه است. استفاده از رآکتورهای بستر سیال باعث نفوذ یکنواخت گاز و گرما به ذرات می‌شود و در این روش نانولوله‌های تک جداره ساخته می شود.

با دو روش دیگر تخلیه الکتریکی و فرسایش لیزری نیز می توان این لوله‌ها را تولید کرد. در روش تخلیه الکتریکی بین دو الکترود جریان از محیط گازی عبور می کند.

توجه:

تولید انبوه نانو لوله های چندجداره، فراوانی محصول، ارزان بودن مواد اولیه، تولید کم محصولات جانبی و استفاده پایین انرژی باعث ارزان بودن تولید این لوله‌ها شده است. اما با این حال ممکن است در حین تولید آنها ناخالصی‌هایی ایجاد شود که برای حذف آنها عملیات مخصوصی مورد نیاز است که حتی خود این واکنش‌ها خواص چون طول لوله ها را تغییر می‌دهند.

*** سنتز و فرآوری نانولوله ها**

٤- خالص سازی نانولوله های کربنی :

این لوله ها به دلیل داشتن سطح آب گریز و میل به تجمع زیاد دارند و باید سطح آنها را عامل‌دار کرد و قبل از عامل سازی عملیات خالص‌سازی انجام می‌شود. برای خالص سازی از دو روش فیزیکی و شیمیایی استفاده می‌شود.

در روش فیزیکی چون اندازه ، حلالیت و چگالی نسبی نانولوله ها و ناخالصی ها با هم متفاوت است بر این اساس می‌توان آنها را از نانولوله‌ها جدا کرد. اما روش شیمیایی برخلاف روش فیزیکی که غیراکسیداسیونی است، بر اساس اکسیداسیون انجام می شود. برای رسیدن به نانولوله با درجه خلوص بالا باید از هر دو روش در کنار هم استفاده شود.

۵- خواص :

به خاطر خواص منحصر به فردی چون مقاومت کششی بالا و ساختار کربنی که نانولوله ها دارند و چون کربن کم‌وزن و ارزان می‌باشد، تحقیقات زیادی روی ساختارهای اتمی و الکترونی آن انجام شده است.

رویای ساخت روبات‌های میکروسکوپی و بدنه‌های پولادی ماشین‌ها و ساختمان‌هایی که در برابر زلزله مقاوم هستند، با فناوری‌های نانولوله ها امکان‌پذیر خواهد بود.

***خواص نانولوله ها**

یکی از این خواص اندازه بسیار کوچک و نانویی، قابلیت تغییر شکل و انعطاف پذیری آن است.

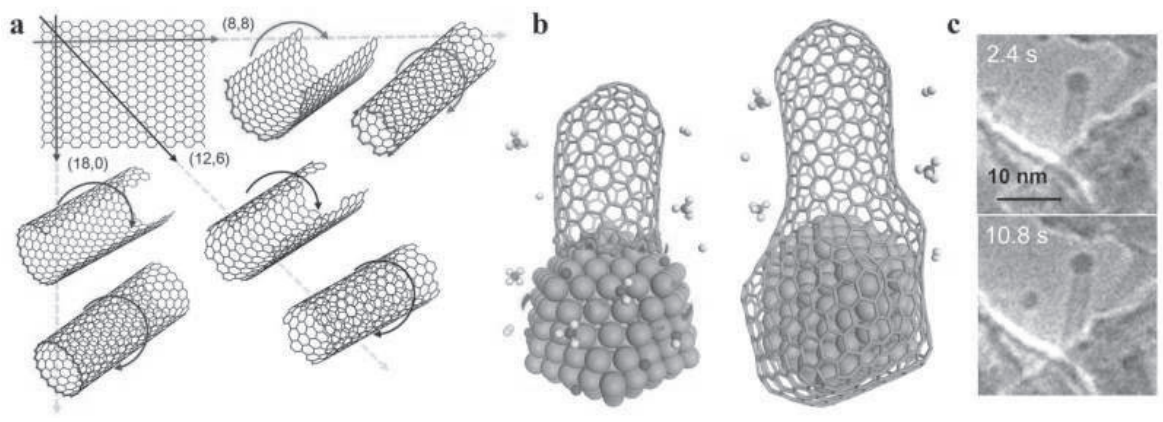
۵-۱- خاصیت رسانایی و نیمه رسانایی :

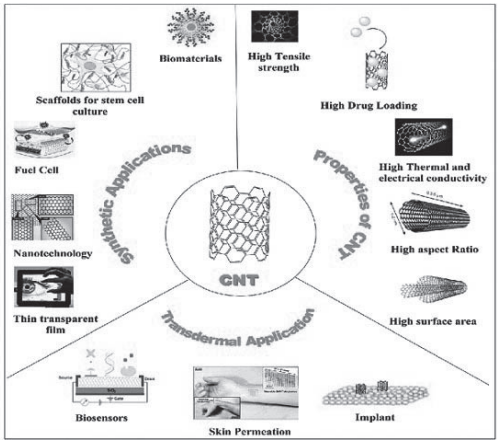
نانولوله ها بر اساس شکل ظاهریشان و این که صفحات کربنی چگونه درهم پیچیده شود، رسانا یا نیم رسانا هستند.

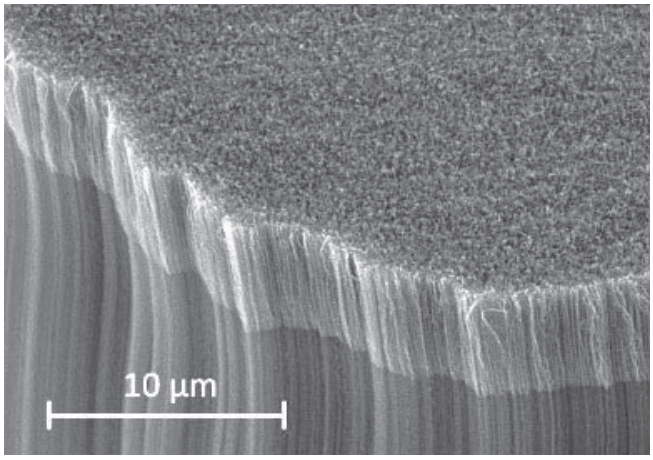
همان طور که گفته شد اتم‌های کربن ساختار شش وجهی دارند، زاویه بین محور لوله و محور الگوی شش وجهی که زاویه پیچش خوانده می شود، رسانا یا نارسانا بودن را تعیین می‌کند. عامل دیگری که در این مورد نقش دارد اندازه شعاع و قطر لوله است. خواص الکتریکی نیز با مکان قرار گرفتن C_{60} می تواند به رسانا یا نارسانا تغییر کند.

۵-۲- داشتن سطح دیواره صاف :

گازهایی مانند هیدروژن و اکسیژن را می‌توان با عبور از نانولوله ها از هم جدا کرد، چون این لوله‌ها به دلیل سطح صافی که دارند مقدار بیشتری گاز می‌توانند از خود عبور دهند. اگر نانولوله‌ها بتوانند گازها را به طور انتخابی از دیواره خود در بیرون از محیط آزمایشگاهی عبور دهند، می‌شود از هوا نیتروژن و هیدروژن تولید کرد.







۵-۳- حساسیت به تغییرات ایجاد شده در نیروهای اعمال شده :

وقتی بر یک نانولوله کربنی کرفشار وارد می‌شود به دلیل تغییر در ساختار کوانتومی الکترون ها، ویژگی‌های الکتریکی آن تغییر می کند.

به دلیل داشتن این خصوصیت ترانسفورماتورها و دستگاه‌های انتقال دهنده ای از جنس نانولوله‌های کربنی ساخته می‌شود که با اعمال کوچک‌ترین نیرو، واکنش نشان می‌دهد. همچنین در آینده دانشمندان می‌توانند از آن ها سوئیچ های نانولوله ای بسازند که به تغییرات بسیار ریز فشار حساس باشند.

۵-٤- خاصیت جذب و نشر نور :

نانولوله های کربنی خاصیت جذب، نشر و طیف سنجی رامان را دارند. این لوله‌ها می‌توانند نور مادون قرمز را جذب کنند و در صورت وارد کردن الکترون و حفره از دو سر نانولوله، نور با طول موج ۱/۵ میکرومتر را نشر کنند.

۵-۵- خاصیت مغناطیسی :

می توان در نانو لوله های کربنی با تزریق الکترون و حفره از دو سر لوله به طور هم زمان خاصیت مغناطیسی ایجاد کرد.

همچنین اگر این لوله‌ها در زیر لایه مغناطیسی قرار گیرند خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کنند. از این خاصیت برای ساخت دستگاه‌هایی استفاده می شود که اتصالات الکتریکی و مغناطیسی جداگانه داشته باشند.

۵-٦- چگالی سطحی بالا و استحکام و مقاومت کششی بالا :

نانولوله های کربنی به دلیل اندازه بسیار کوچک و نانویی که دارند، چگالی سطحی بالایی دارند.

همچنین پیوند بین اتم‌های کربن در نانولوله‌های کربنی از نوع کووالانسی قوی SP^2 می باشد، به همین جهت این لوله‌ها سخت‌ترین و قوی‌ترین مواد هستند (مقدار کمی پیوند SP^3 نیز به خاطر وجود انحنا در ساختار این لوله‌ها وجود دارد).

گرما دادن به نانولوله ها باعث افزایش مقاومت کششی و استحکام آنها می‌شود، چون مقاومت کششی آنها متناسب با ریشه سوم جرم اتم‌ها و مولکول‌هاست. مقاومت الکتریکی نانولوله‌ها با برخورد اتم‌ها و مولکول‌ها به آنها تغییر می کند.

۵-۷- قابلیت ذخیره سازی بالا :

نانو لوله کربنی توانایی ذخیره یک یون لیتیم به ازای سه اتم کربن را دارند، این در مقایسه با گرافیت که توانایی ذخیره کردن یک یون لیتیم به ازای شش اتم کربن را دارد، زیاد است. چون قدرت ذخیره سازی نانولوله ها برای انرژی نیز خیلی بالاست، محققان امید به ذخیره کردن مقدار زیادی هیدروژن در این لوله ها برای پیل های سوختی دارند.

۵-۸- خاصیت ابررسانایی :

خاصیت ابررسانایی در نانولوله های کربنی که قطر ۰/۴ نانومتری دارند، در دمای زیر ۱۵ درجه کلوین است. خاصیت ابررسانایی نانولوله ها با ارائه دلایلی توسط دانشمندان، می تواند در دمای اتاق نیز امکان پذیر باشد.

۵-۹- خاصیت الکتریکی :

نانو لوله کربنی نسبت به سیم‌های مسی برای عبور جریان الکتریسیته بهتر هستند، زیرا این لوله ها می‌توانند با انتقال بالستیک الکترون را از سطح خود عبور دهند.

به همین دلیل برای موارد میکروالکترونیک بیشتر از این لوله ها استفاده می شود.

این لوله ها از نظر رسانایی حرارتی بسیار قوی هستند. همچنین در این لوله ها با عبور دادن مایع از میان ساختار آن ها می توان ولتاژ الکتریکی تولید کرد که از این خاصیت در علم زیست پزشکی استفاده می‌شود.

٦- کاربردهای نانولوله کربنی :

از نانو لوله کربنی برای ساخت ابزارهای نانو الکتریکی، باطری های یونی لیتیم، غشاها، سیستم ذخیره انرژی الکتروشیمیایی، حسگر شیمیایی و بیوشیمیایی و ابزارهای الکترونیک نوری استفاده می‌شود.

این لوله‌ها در زمینه های مکانیکی، الکتریکی و کاتالیزوری به خاطر بالا بودن سطح ویژه آن ها کاربرد بسیاری دارند. نانولوله ها با اضافه شدن به پلیمرها، کامپوزیت‌هایی با خواص مناسب ایجاد می کنند که نسبت به کامپوزیت های دارای کربن سیاه از نظر رسانایی بهتر عمل می کنند.

مهندسان دانشگاه MIT سیاه‌ترین ماده سیاه جهان (وانتابلک) را از نانولوله‌های کربنی (CNT) ایجاد کرده‌اند که طبق گفته آنها، ۱۰ برابر از هر ماده سیاه ایجاد شده تاکنون، سیاهتر و تاریک تر است.

وانتابلک که به عنوان سیاهترین ماده جهان شناخته می شود، ازقرارگیری عمودی نانولوله‌های کربنی (CNT) روی فویل آلومینیوم ساخته شده است و می‌تواند ۹۹،۹۹۵ درصد از نور مرئی را جذب کند.

وانتابلک ویژگی‌های منحصر به فردی دارد که منجر به کاربردهای گوناگون این ماده در زمینه‌های مختلف شده است.

برایان وارد، استاد هوانوردی و فضانوردی در MIT می‌گوید: ماده ای که ما ساخته‌ایم ۱۰ برابر سیاهتر از هر ماده‌ای است که تاکنون ساخته شده است. این سیاه‌ترین ماده جهان، وانتابلک (Vantablack) نام دارد که توسط SurreyNanoSystems ساخته شده است و قادر است تا حدود ۹۹،۹۶ درصد از نور مرئی را جذب کند.

تیمی از محققان MIT در حالی این ماده را ایجاد کردند که در حال آزمایش روش‌های رشد نانولوله‌های کربنی (CNT) روی بستر آلومینیوم با هدف بهبود هدایت الکتیکی نانولوله‌های کربنی بودند و هرگز فکرش را هم نمی‌کردند که در حال برپایی انقلابی در تولید ماده سیاه هستند.

در روش‌های قبلی ساخت نانو لوله های کربنی، هنگامیکه بستر آلومینیوم در معرض هوا قرار می‌گیرد، لایه‌ای از اکسید آلومینیوم تشکیل می گردد که این لایه اکسید شده، خاصیت انتقال حرارت و الکتریسیته نانولوله های کربنی (CNT) را به شدت کاهش می‌دهد.

دانشمندان برای از بین بردن این لایه، فویل آلومینیوم را در آب نمکی مبتنی بر کلر خیس کردند.

در مرحله بعد، بستر آلومینیومی اصلاح شده را به یک محیط بدون اکسیژن منتقل کردند و سپس در یک کوره قرار دادند تا نانولوله‌های کربنی (CNT) با روش رسوب بخار شیمیایی رشد کند. به این ترتیب بود که سیاه‌ترین ماده سیاه به طور تصادفی ایجاد شد.

همانطور که انتظار می رفت، این فرایند خصوصیات حرارتی و الکتریکی نانولوله‌های کربنی (CNT) را بهبود بخشید. اما رنگ ماده تولید شده، محققان را شگفت‌زده کرد.

یکی از محققان تعریف می‌کند که پس از اتمام فرایند رشد متوجه شدم مقدار سیاهی که روی بستر به چشم می‌خورد (بعد از رشد CNT روی بستر)؛ خیلی خیلی تاریک‌تر از قبل به نظر می‌رسد. پس فکر کردم باید بازتاب نوری نمونه را اندازه بگیرم. سپس، این ماده را از هر زاویه ممکن آزمایش و کشف کردم که ۹۹،۹۹۵ درصد از نور ورودی را جذب می‌کند اما هیچ‌کدام نمیتوانستیم درک کنیم چرا این ماده این‌قدر سیاه است ؟!

بنابراین نمونه را با میکروسکوپ الکترونی روبشی بررسی کردیم و مشخص شد که خوشه‌های ریز و درشتی از نانولوله های کربنی داریم (CNT) که مانند جنگلی از نانولوله‌های کربنی (CNT) هستند و نور را به دام می‌اندازند. بنابراین هر گونه زاویه یا برآمدگی نامرئی می‌شود و مواد به صورت کاملا سیاه به نظر می‌رسند.

یکی از محققان می‌گوید: جنگل‌های نانولوله های کربنی (CNT) که از روش‌های مختلف تشکیل می‌شوند، همگی بسیار سیاه هستند، اما درک مکانیکی کاملی وجود ندارد که توضیح دهد، چرا این ماده، سیاه‌ترین ماده دنیا است. بنابراین برای فهم کامل به مطالعات بیشتری نیاز است.

این سیاه‌ترین ماده سیاه جدید، تا کنون علاقه‌مندان زیادی در صنعت هوافضا داشته است. سازه‌هایی مانند دوربین ها و تلسکوپ های مورد استفاده برای مطالعه کیهان از پوشش‌های سیاه استفاده می کنند که می توانند هرگونه تابش خیره کننده ناخواسته را جذب کنند.

جان ماتر اخترفیزیک دان و برنده جایزه نوبل می‌گوید: آیا می خواهید زمین را در حال چرخش به دور یک ستاره به وضوح رصد کنید؟ شما به ماده ای بسیار سیاه و تاریک احتیاج دارید.

از نظر ظاهری نانولوله های کربنی (CNT) که قبلا ساخته شده اند، شبیه به جنگل‌های شکننده ای از خز بودند، اما نحوه قرار گیری نانولوله های کربنی (CNT) در وانتابک بیشتر به فرچه شبیه است.

به این صورت که نانولوله های کربنی (CNT) در وانتابک، منظم در کنار یکدیگر قرار گرفته اند و از نظر قطر و طول هم بسیار یکدست و یکنواخت هستند. وانتابلک با رشد عمودی و شبکه‌ای از نانولوله های کربنی (CNT) و به روش رسوب شیمیایی تشکیل می شود.

نانولوله های کربنی (CNT) تشکیل شده حدودا ۲۰ نانومتر قطر و بین ۱۴ تا ۵۰ میکرون طول دارند و به این ترتیب جنگلی از نانولوله های کربنی (CNT) تشکیل می گردد. از آنجایی که نانولوله‌های کربنی (CNT) ساخته شده با این روش، بسیار کوچک هستند و همچنین بسیار متراکم و نزدیک به هم رشد می کنند، میلیون‌ها از آنها در مساحت کوچکی قرار می‌گیرند و این مهمترین عامل برای ایجاد خواص نوری منحصر به فرد وانتابلک می‌باشد.

***وانتابلک چه ویژگی‌هایی دارد؟**

۱- بازتاب بسیار کم - عملکرد استثنایی از همه زوایا

وانتابلک در طیف وسیعی از طول موج ها، از طول موج نا مرئی گرفته (طول موج ۲۰۰-۳۵۰ نانومتر)، تا طیف مرئی (۳۵۰-۷۰۰ نانومتر) ودور تر تا طیف مادون قرمز (> ۶۰۰ میکرون)، بازتاب ناچیزی دارد.

۲- فوق‌العاده آبگریز

چون وانتابلک از نانو لوله های کربنی تشکیل شده است، فوق العاده آبگریز است و برخلاف سایر پوشش های سیاه، رطوبت باعث کاهش یا تغییر خواص نوری نمی شود.

۳- مقاومت زیاد در برابر شوک حرارتی بالا

قراردادن یک بستر روکش شده با وانتابلک (Vantablack S-VIS) در نیتروژن مایع با دمای منفی ۱۹۶ درجه سانتیگراد و سپس انتقال آن به یک صفحه داغ ۲۰۰ درجه سانتیگراد در هوا هیچ تاثیری در خواص آن ندارد.

٤- مقاومت در برابر شوک و لرزش

پوشش‌های مستقل که مورد آزمایش قرار گرفته‌اند در معرض شوک و لرزش شبیه سازی و سپس اجرا شده اند. در همه موارد حتی در زاویای کم عمق، سطح پوشیده شده با وانتابلک نسبت به سایر پوشش های تجاری سیاه رنگ دیگر بسیار مقاوم‌تر است اما آیا این آخرین پیشرفت در رقابت برای ایجاد سیاه ترین ماده سیاه دنیا خواهد بود؟ خب، شاید نه. بالاخره، روزی خواهد آمد که کسی ماده سیاه‌تری پیدا خواهد کرد و یا خواص غیر نوری والتابلک را بهبود خواهد بخشید و در نهایت روزی خواهد آمد که انسان تمام سازوکارهای اساسی را درک می کند و قادر خواهیم بود به درستی مهندسی نهایی ماده سیاه را انجام دهیم.

***مهمترین کاربردهای اختصاصی وانتابلک، سیاه‌ترین ماده جهان**

وانتابلک به عنوان سیاه‌ترین ماده جهان شناخته می‌شود و از زمان کشف آن تاکنون در صنایع مختلف به کار گرفته شده است.

امروزه کاربرد وانتابلک در سه حوزه اصلی توسعه یافته است که عبارتند از:۱- صنایع هوا فضا ۲- صنایع خودرویی (سیستم‌های نوری و سنسورها) ۳- صنایع اپتیک و لنزی. در ادامه به بررسی موارد اشاره شده می‌پردازیم.

۱- کاربرد وانتابلک در صنایع هوافضا

پوشش‌های وانتابلک برای حذف نور سرگردان در سیستم های نوری و همچنین برای کالیبراسیون بدنه سیاه سیستم دوربین های IR استفاده می‌شوند.

وانتابلک برای حذف پرتوی نوری از طیف نانومتری UV گرفته تا طول موج میلی متر (THz) موثر می‌باشد.

در حال حاضر قسمت‌هایی از ابزارهای فضایی در انگلستان با وانتابلک جایگزین شده است و از مواد سیاه قدیمی دیگر استفاده نمی‌شود. اما چرا استفاده از وانتابلک درابزار آلات فضایی اینقدر مهم و اثربخش است؟

زیرا در فضا، آلودگی نوری زیادی ناشی از نور ساطع شده از خورشید، ماه، زمین و بقیه سیارات و ستاره‌ها وجود دارد که این آلودگی نوری، برای طراحان سیستم‌های نوری و دوربین مدابرسته چالش‌های زیادی را ایجاد می کند.

این چالش‌ها با محیط عملیاتی سخت و پیچیده پرتاب سخت‌تر و چالش برانگیزتر شده است.

اصلاح آلودگی نوری حاصله، مهندسان را وادار می‌کند تا به استفاده از تجهیزات جانبی روی آورند که رد نهایت منجر به افزایش وزن محموله فضایی می‌شود که مطلوب‌نیست.

استفاده از وانتالک، کاهش اندازه و وزن یک سیستم حباب یا کالیبراسیون نوری را به همراه دارد در حالی که به میزان قابل توجهی پرتوهای نوری مزاحم را در تمامی زوایا حذف می کند.

پوشش‌های وانتابلک در شرایط مختلف و با در نظر گرفتن عملکرد نوری (THR

BRDF ، و TIS)، پایداری دمایی، تماس با گرما و رطوبت، تماس با اشعه گاما و پروتون، شوک و لرزش آزمایش شده اند و در تمام موارد بسیار مقاوم و قابل اطمینان بوده اند.

نوعی از وانتابلک به نام وانتابلک اس ویز(Vantablack S-VIS)، برای اولین بار در سال ۲۰۱۵ در ردیاب ماهواره های کنترل فاجعه مورد استفاده قرار گرفت و به مدار ۵۵۰ کیلومتری برای ماموریت فرستاده شد.

نوع وانتابلک اس ویز(Vantablack S-VIS) و نسخه بهینه شده IR آن با نام وانتابلک اس آی آر(Vantablack S-IR) روی ISS پرواز کرده اند و برای واحدهای کالیبراسیون اجسام سیاه، حفره های پیچیده و واحدهای طیف سنجی به کار گرفته شدند.

روکش وانتابلک به طور قابل توجهی عملکرد پرتوی نور سرگردان را بهبود می‌بخشد و پیچیدگی سیستم را بسیار کاهش می دهد.

این امرعلاوه بر بالا بردن دقت تصاویر و داده‌ها منجر به کاهش واقعی وزن و حجم ابزار شده و در نتیجه صرفه جویی قابل توجهی در هزینه‌های تولید و پرتاب ماهواره را به دنبال خواهد داشت.

۲-کاربرد وانتابلک در صنایع خودرو سازی

سیستم های هوشمند کمک به رانندگان، سطح جدیدی از عملکرد و قابلیت اطمینان را طلب می کنند، به ویژه در مواردی که عملکرد مستقل مورد نظر باشد.

سنسورهای پشتیبانی این عملکردها باید بتوانند شرایط بحرانی را در کلیه حوادث تشخیص دهند و از آلودگی نوری که ممکن است باعث کور شدن موقتی سنسور که منجر به پیامدهای ویرانگر می شود، بی‌تاثیر باشند.

روکش وانتابلک باعث کاهش نور سرگردان و لکه روشن ناخواسته در سنسورها و نمایشگرهای نوری خودرو می شود و در صورت وجود شرایط روشنایی شدید، قابلیت دسترسی و قابلیت اطمینان سیستم را نیز حفظ می کند.

***صفحه نمایش خودرو**

برای افزایش ایمنی، تصاویر مجازی پیش بینی شده توسط نمایشگرهای خودو، باید از شرایط رانندگی با کیفیت و درک بالا برخوردار باشند.

فشار چشم ناشی از کنتراست ناکافی یا نورهای مزاحم وسایل نقلیه در حال حرکت باید از بین برود تا راننده دچار اشتباه نشود.

وانتابلک که در مسیرهای پیش بینی شده استفاده شده است قادر است خطاهای داخلی را بدون نیاز به تغییر در طراحی دستگاه، به صفر برساند.

*** دوربین‌های خودرو**

دوربین‌های اتومبیل وظایف مختلفی مانند اندازه گیری از راه دور، تشخیص اشیاء، هشدار عبور از خط، تشخیص علائم راهنمایی و رانندگی و موارد دیگر را به عهده گرفته اند.

در مواجهه با روشنایی از منابع ناخواسته، تصاویر از تابش و درخشندگی رنج می برند.

روکش وانتابلک که در قسمت جلوی دوربین یا سپرهای تابش نور اعمال می شود، عملاً این مشکل سنسور را از بین می‌برد. از بین بردن تابش خیره کننده منجر به تشخیص دقیق تر و در نتیجه سیستم‌های ایمن‌تر می‌شود.

***تشخیص و تنظیم نور**

سنسورهای تشخیص و اندازه گیری نور خودرو (LiDAR) نقشه ای با وضوح بالا از محیط روز و شب برای شناسایی اشیاء تهیه می کنند.

نور آفتاب و سطوح سفید اغلب باعث افزایش نویز در سیستم های LiDAR می‌شوند و منجر به کاهش دامنه تشخیص و درنتیجه تشخیص نادرست شی می‌شود.

وانتابلک به کار رفته در اپتیک‌های برگشتی LiDAR تمام نور محیط را جذب می‌کند و عملکرد کلی سیستم را به میزان قابل توجهی بهبود می بخشد.

***چراغ‌های جلو**

ماتریس چراغ‌های جلو شامل میلیون‌ها پیکسل است که نه تنها جاده پیش رو را کاملاً روشن می‌کند، بلکه باعث کاهش تابش نور جاده می‌شود.

این امر به ساخت چراغ‌هایی با هدایت نور و مدیریت دقیق نیاز دارد. پرتو نور سرگردان و بازتاب های ناخواسته، نور اصلی را می پوشانند. وانتابلک استفاده شده در مناطق بحرانی، این اثرات را از بین می برد و به عنوان تله نور بسیار ناسب است.

۳- کاربرد وانتابلک در صنایع اپتیک سیستم‌های لنزی (بهبود عملکرد لنزها در شرایط دشوار روشنایی)

توسعه سنسورهای دیجیتال با وضوح بالا باعث شده است که سیستم های نوری و لنزهای مرتبط با آنها تقریباً در هر قدم از زندگی امری عادی باشند.

وضوح، اندازه و حساسیت این سنسورها تا حدی بهبود یافته است و عملکرد سیستم‌ها با چگونگی حذف ورودی‌های ناخواسته تعیین می‌شود.

از ساختارهای پیچیده و روکش‌های جذب شده برای جذب نور سرگردان و ناخواسته استفاده شده است، اما از آنجا که برنامه‌های جدید تقاضا عملکرد بالاتری دارند، راه‌حل‌های کارامدتری مورد نیاز است.

وانتابلک اس ویز(Vantablack S-VIS) یک پوشش بهینه شده است که برای نگهدارنده لنزهای پلاستیکی یا فلزی مورد استفاده قرار می گیرد.

بازتاب بسیار کم آن در طیف وسیعی از طول موج بی‌نظیر است و از سرکوب مطلوب نور سرگردان در تقریباً هر سیستم نوری اطمینان می‌یابد.

پوشش وانتابلک باعث از بین رفتن لکه روشن، قرار گرفتن در معرض بیش از حد و غرق شدن در نور ناخواسته و در نتیجه ارائه تصاویر با کنتراست بالاتر و با کیفیت بالاتر می شود.

همچنین در طرح ها و تصاویر نوری، تضاد کامل روشن / خاموش حداکثر می شود و بهترین نتیجه را تضمین می کند.

وانتابلک اس آی آر (Vantablack S-IR) یک نمونه بهینه شده وانتابلک است و برای از بین بردن لکه روشن حرارتی و شبح در سیستم های دوربین IR طراحی شده است.

هر دونوع وانتابلک (S-VIS و S-IR) قابل استفاده بر روی لنزهای فلزی یا پلیمری هستند

عکس‌برداری از تصاویر در نور مستقیم خورشید چالش‌های قابل توجهی را برای عکاسان ایجاد می کند. اما وانتابلک عملکرد لنزها در شرایط دشوار روشنایی را بسیار بهبودمی‌بخشد.