نانولوله‌های کربنی

و

نانو سیم‌ها

www.ketab.ir

سی. ان. آر راءو
آ. گووینداراج

مترجم:
دکتر علی‌اکبر رحمانی
عضو هیئت علمی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

سرشناسنامه : راءو، چینتامانی ناکسا راماچاندرا، ۱۹۳۴ – م. Rao, C. N. R.
(Chintamani Nagesa Ramachandra)
عنوان و نام پدیدآور : نانولوله‌های کربنی و نانوسیم‌ها/ سی. ان.آر. راءو، گویندار اج؛
مترجم علی‌اکبر رحمانی؛ ویراستار شهره کریمی
مشخصات نشر : قزوین: آلای اندیشه، ۱۴۰۰
مشخصات ظاهری : ۳۶۵ص.: مصور، جدول، نمودار
شابک: : ۹۰۰۰۰۰ ریال ۸-۵۶-۸۰۱۸-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی : فیپا
یادداشت : عنوان اصلی: Nanotubes and Nanowires, 2005
یادداشت : کتاب حاضر نخستین‌بار با عنوان "نانوتیوب‌ها و نانووایرها" و ترجمه
علی امین‌خانی، مصطفی آقازاده، روح‌الله شریفی توسط آفتاب
اندیشه، ۱۳۹۱ (ص، ۳۶۴) فیپا دریافت کرده است.
یادداشت : واژه‌نامه. یادداشت : کتابنامه.
عنوان دیگر : نانوتیوبها و نانووایرها. موضوع : نانولوله‌های کربنی
موضوع : Carbon nanotubes
موضوع : نانوسیم‌ها
موضوع : Nanowires
شناسه افزوده : گووینداراج، شناسه افزوده : Govindaraj
شناسه افزوده : رحمانی، علی‌اکبر، ۱۳۳۱ -، مترجم
رده‌بندی کنگره : TN ۴۱۸/۹
رده‌بندی دیویی :۶۲۰/۵
شماره کتابشناسی ملی : ۷۶۲۳۸۶۳
وضعیت رکورد : فیپا

www.ketab.ir

نانولوله‌ها و نانوسیم‌ها

مترجم: علی‌اکبر رحمانی
ناشر: آلای اندیشه (alaandishe@gmail.com)
تایپ و صفحه‌آرایی: اکرم شالی
ویراستار: شهره کریمی
طراح جلد: مهندس کمیل رحمانی
شابک: ۸-۵۶-۸۰۱۸-۶۰۰-۹۷۸
شمارگان: ۴۰۰ نسخه
نوبت چاپ: اوّل، ۱۴۰۰
قیمت: ۹۰۰۰۰ تومان
مرکز پخش ۱: قزوین، ملاصدرا، اندیشه ۴، پلاک ۲۰، همراه: ۰۹۱۲-۴۸۱۷۲۹۸
تلفن: ۰۲۸-۳۳۶۶۶۱۱۵-
مرکز پخش ۲: تهران، خیابان اردیبهشت، نبش وحید نظری، پلاک ۱۴۲، تلفن ۶۶۴۰۰۱۴۴

مقدّمه‌ی مترجم

کربن، یکی از عناصر شیمیایی با علامت C ، عدد اتمی ۶، عضوی از گروه ۱۴ در جدول تناوبی، غیرفلزّی و چهارظرفیتی است که دارای ۴ الکترون برای پیوندهای شیمیایی کووالانسی می‌باشد. کربن به صورت ناخالص در زغال چوب، دوده و زغال‌سنگ وجود دارد و همچنین در تمام ترکیبات آلی یافت می‌شود. کربن پایه‌ی تمام اشیاء زنده محسوب می‌گردد و به وفور در شکل جامد و مایع در درخت‌ها، گیاهان دیگر و خاک‌ها و در اشکال مختلف در تمام سوخت‌های جامد، شامل زغال‌سنگ (جامد) ، نفت خام (مایع) و متان (گاز) وجود دارد.

نانولوله‌های کربنی (CNTs)

نانولوله‌های کربنی، چندگونی‌های کربن با نانوساختار استوانه‌ای می‌باشند. نانولوله‌ها با نسبت طول به قطر تا ۱: ۱۳۲۰۰۰۰۰۰، به طور قابل توجّه بزرگ‌تر از هر ماده‌ی دیگر ساخته شده‌اند. این مولکول‌های کربنی استوانه‌ای دارای خواصّ منحصر به فردی می‌باشند که باعث می‌گردد در بسیاری از کاربردها در نانوفنّاوری، الکترونیک، بینایی‌سنجی و رشته‌های دیگر علوم مواد و هم‌چنین معماری مفید واقع شوند. ممکن است در ساختن لباس‌های ضدّگلوله، کاربرد پیدا کنند، مقاومت فوق‌العاده و خواصّ الکتریکی منحصر به فردی را نشان می‌دهند و رساناهای مطلوب گرما می‌باشند. نانولوله‌ها از نظر ساختاری عضوی از اعضای خانواده‌ی فولرن‌ها (فولرن مولکولی است که تماماً از کربن ساخته شده و به شکل کره، بیضی یا لوله‌ی توخالی می‌باشد) محسوب می‌شوند. هردو انتهای یک نانولوله ممکن است با نیم‌کره مسدود شده باشد. اسم آن‌ها از اندازه‌شان مشتقّ می‌شود و قطر یک نانولوله در حدود $\frac{۱}{۵۰۰۰۰}$ قطر موی انسان است در حالیکه طولی به بزرگی ۱۸ cm دارند. نانولوله‌ها به صورت تک‌جداره (SWNTs) و چندجداره (MWNTs) طبقه‌بندی می‌شوند.

شیمی کوانتوم کاربردی، مخصوصاً هیبریدشدن اوربیتالی، به بهترین وجه پیوند شیمیایی در نانولوله‌ها را توضیح می‌دهد. پیوند شیمیایی نانولوله‌ها تماماً از پیوندهای SP^2 ، شبیه به پیوندهای گرافیت، می‌باشد. این پیوندها، که قوی‌تر از پیوندهای SP^2 در آلکان‌ها می‌باشند، مقاومت بی‌مانندی به نانولوله‌های کوچک می‌دهند. علاوه بر این، نانولوله‌ها به طور طبیعی خود را به صورت طناب‌هایی که به وسیله‌ی نیروهای وان در والز به هم نگه داشته شده، ردیف می‌شوند.

اکثر SWNTها دارای قطری نزدیک به ۱ نانومتر (10^{-9} m) و طولی چندین میلیون برابر قطر

www.ketab.ir

می‌باشند. ساختار یک نانولوله با پیچاندن لایه‌ای به ضخامت ۱ اتمِ گرافیت که گرافن (گرافن با ضخامت یک اتم کربن نازک‌ترین و قوی‌ترین نانومواد محسوب می‌شود. تقریباً شفاف بوده و توانایی هدایت الکتریسیته و گرما را دارد. گرافن بهترین ماده‌ای است که می‌تواند جایگزین نیمه‌رساناهای سیلیسیم شود. اگر ۳ میلیون ورقه‌ی گرافن بر روی هم قرار داده شوند فقط mm ۱ ضخامت خواهند داشت. گرافن با ۶۰۰۰ اتم کربن کم‌ترین پایداری را دارد و با ۲۴۰۰۰ اتم کربن پایدارترین ساختار را دارا می‌باشد. استحکام گرافن ۲۰۰ مرتبه بیشتر از فولاد است) نامیده می‌شود. به صورت استوانه‌ای بدون درز حاصل می‌شود. روشی که ورقه‌ی گرافن پیچانده می‌شود، به وسیله‌ی یک جفت اندیس (n,m) که بُردار پیچنده نام دارد، مشخّص می‌گردد. اعداد صحیح n و m نشان دهنده‌ی تعداد بُردارهای موجود در سرتاسر دو جهت در شبکه‌ی بلوری لانه زنبوریِ گرافن، می‌باشند. اگر m = ۰ باشد، نانولوله‌ها زیگزاگی و اگر n = m باشد نانولوله‌ها، ساختار صندلی راحتی، و در غیراین صورت پیچنده، نامیده می‌شوند. قطر یک نانولوله از اندیس‌های آن (m و n) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$d = \frac{a}{\pi}\sqrt{(n^2 + nm + m^2)}$$

که a = ۰/۲۴۶ nm است.

نانولوله‌های تک‌جداره، نوع مهمّی از نانولوله‌ی کربنی دارای خواصّ الکتریکی مهمّی هستند که در نانولوله‌های چندجداره مشاهده نمی‌شود. فاصله‌ی نواری آن‌ها از صفر تا حدود eV ۲، متغیّر می‌باشد و رسانایی الکتریکی آن‌ها ساختار فلزّی یا نیمه‌رسانایی را نشان می‌دهند در حالیکه نانولوله‌های کربنی چندجداره، فلزّاتی با فاصله‌ی نواری صفر می‌باشند. نانولوله‌های تک‌جداره به احتمال قوی بتوانند در کوچک‌سازی وسایل الکترونیکی ورای مقیاس میکروالکتروشیمیایی فعلی را که امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند، جایگزین نمایند. شالوده‌ی اصلی این سامانه‌ها سیم الکتریکی است و SWNTها رساناهای عالی محسوب می‌شوند. یکی از کاربردهای مفید SWNTها، در توسعه‌ی اوّلین ترانزیستورهای اثر میدانیِ (FET) میان‌مولکولی است. تولید اوّلین دریچه‌ی منطقی میان‌مولکولی با استفاده از SWNT FET نیز اخیراً پا به عرصه‌ی ظهور گذاشته است. جهت ایجاد دریچه‌ی منطقی، باید P-FET و n-FET ، موجود باشند. چون SWNTها، وقتی که در معرض اکسیژن قرار می‌گیرند فقط P-FETها می‌شوند در نتیجه، امکان حفاظتِ نصف SWNT، از قرارنگرفتن در معرض اکسیژن وجود دارد در حالیکه نصف دیگر در معرض اکسیژن قرار می‌گیرد. این عمل باعث می‌شود SWNT به عنوان دریچه‌ی منطقی با FETهای نوع P و n در درون مولکول، مشابه عمل نکند:

نانولوله‌های چندجداره (MWNT) از چندین لایه‌ی (لوله‌های هم‌مرکز) پیچیده شده‌ی گرافیتی تشکیل می‌شوند. دو مدل وجود دارند که برای توضیح ساختارها مورد استفاده قرار می‌گیرند: مدل عروسک

www.ketab.ir