

بررسی رسانایی الکتریکی گرافن

۱- تئوری آزمایش

کربن یکی از عناصر شگفت‌انگیز طبیعت است و کاربردهای متعدد آن در زندگی بشر، به خوبی این نکته را تأیید می‌کند. به عنوان مثال فولاد که یکی از مهمترین آلیاژهای مهندسی است، از انحلال حدود دو درصد کربن در آهن حاصل می‌شود. کربن، به چهار صورت مختلف در طبیعت وجود دارد که همه چهار فرم آن جامد هستند و در ساختار آنها کربن به صورت کاملاً منظم در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. این ساختارها عبارتند از: گرافیت، الماس، نانولوله‌ها، باکی‌بال‌ها مانند C60.

ساختارهای مختلف کربن به دلیل تفاوت ساختاری و تفاوت در چیدمان اتم‌های کربن دارای خواص و کاربردهای متفاوت هستند. یکی از نانوساختارهای کربنی گرافن است. گرافن یک تک‌لایه از گرافیت است که نانوساختاری دوبعدی است که در آن هر اتم کربن با سه پیوند به سه اتم کربن دیگر متصل است و زاویه پیوندها ۱۲۰ درجه است. در این وضعیت اتم‌های کربن به گونه‌ای قرار می‌گیرند که در حالت ایده‌آل شبکه‌ای از شش ضلعی‌های منظم می‌سازند که در برخی مواقع در ساختار آن پنج و هفت ضلعی نیز مشاهده می‌شود و همچنین صفحه‌ای با سطح موج‌دار دارد و کاملاً مسطح نیست.

امروزه گرافن با روش‌های مختلف با دو رویکرد بالا به پایین و پایین به بالا ساخته می‌شود. در رویکرد بالا به پایین کافی است صفحات گرافن موجود در گرافیت را به طریقی از هم جدا کنیم. برای این منظور یک لایه چسب، مانند چسب نواری روی گرافیت قرار می‌دهیم و سپس آن را از سطح گرافیت جدا می‌کنیم. در نتیجه چند لایه گرافیت جدا می‌شود و به چسب می‌چسبد. این کار را آن قدر تکرار می‌کنیم تا به یک لایه گرافن برسیم. این روش آزمایشگاهی تهیه گرافن است که در سال ۲۰۰۴ به خاطر ابداع آن. آندره گایم و کنستانتین نووسلف جایزه نوبل دریافت کردند اما برای تولید انبوه گرافن در صنعت مناسب نیست.

در رویکرد بالا به پایین روش دیگری هم هست که در فاز مایع انجام می‌شود. به این صورت که با قرار دادن گرافیت در فاز مایع و قرار دادن مایع تحت تابش فراصوت لایه‌ها را با ضربات مکانیکی حاصل از تابش فراصوت از

هم جدا می‌کنند. در این روش نیازی به حرارت و واکنش شیمیایی نیست ولی ممکن است محصول حاصل تک‌لایه گرافن نباشد و در نهایت به چند لایه به هم چسبیده گرافن برسیم و حتی ممکن است بر اثر تابش بیش از حد امواج صوتی برخی لایه‌های گرافن بشکنند.

روش دیگر تولید گرافن روش هامر نام دارد که روش شیمیایی با رویکرد بالا به پایین است. با این روش لایه‌های گرافن با استفاده از مواد شیمیایی در فاز محلول از گرافیت جدا شده و وارد محلول می‌شوند.

ویژگی‌های بسیار ویژه و کاربردی گرافن است که سبب اهمیت آن شده است. یکی از ویژگی‌های مهم گرافن رسانایی بسیار قوی الکتریکی است که در ترانزیستورها و سلول‌های خورشیدی کاربرد دارد. این ماده می‌تواند با انواع پلیمرها کامپوزیت تشکیل دهد و برای ایجاد رسانایی الکتریکی به کار رود. به عنوان مثال می‌توان پلاستیک‌های رسانایی ساخت که سبک، مقاوم در برابر خوردگی و کم‌هزینه هستند و با استفاده از پودر گرافن به جای گرافیت برای تهیه باتری‌های با بازدهی بالا و قیمت پایین به کار می‌روند.



شکل ۱- ساخت یک لایه گرافن از گرافیت با چسب.

۲- روش کار آزمایش

ابزار: لامپ LED، باتری ۹ ولتی، سیم، سوکت، مداد، کاغذ.

۳- مراحل انجام آزمایش

مرحله اول: یک مدار ساده بسازید.

مرحله دوم با یک مداد یک چهارگوش پرنرنگ و ضخیم روی کاغذ بکشید به طوری که ۳ تا ۴ سانتی‌متر طول و ۱/۵ سانتی‌متر عرض داشته باشد، سپس مستطیل را به طور کامل سیاه کنید. (مغز مداد گرافیت است؛ اگر روی

کاغذ آن را بکشیم به دلیل لغزنده بودن صفحات گرافیت، لایه های آن جدا شده و روی کاغذ قرار می گیرد که به تک لایه آن، گرافن می گوئیم.)

مرحله سوم: نوک فلزی دو سیم رابط را به مستطیل گرافیتی که ضخامت آن حدود چند نانومتر دارد تماس دهید و به لامپ نگاه کنید. چه رخ می دهد؟

مرحله چهارم: دونقطه اتصال را به هم دور و نزدیک کنید. در شدت نور لامپ چه تغییری ایجاد می شود؟

۴- پرسش

- علاوه بر رسانایی الکتریکی بالا گرافن چه ویژگی های منحصر به فرد دیگری دارد؟

- آیا گرافن در ایران نیز تولید می شود؟

طراح: طاهره سادات موسوی نژاد