دانشگاه زنجان

موضوع: تکنولوژی جدید در ســـاخت قطعات الکترونیکی

استاد: دکتر امیدی

نام و نام خانوادگی: صابر قنبرلو

شماره دانشجویی: ۹۰۴۴۲۲۴۱

تابستان ۹۷

فهرست عناوین

۱-۱ مقدمه: ۳
۱-۲ تاریخچه گرافن: ۵
۱-۳ ساخت مولکولی گرافن: ۵
۱-۴ تولید گرافن: ۷
۱-۴-۱-روش پوسته پوسته کردن میکرومکانیکی (روش از بالا به پایین) : ۸
۱-۴-۲- روش رشد همبافته (رشد اپیتکسی) : ۱۰
۱-۴-۳- روش رسوب نشانی بخار شیمیایی (CVD): ۱۰
۱-۴-۴- روش تهیه گرافن از اکسید گرافیت : ۱۱
۱-۴-۵-تولید گرافن با استفاده از قند معمولی: ۱۲
۱-۴-۶-گرافن مصنوعی: ۱۳
۱-۴-۷-سنتز گرافن از گرافیت با استفاده از روش های حرارتی : ۱۳
۱-۴-۸- سنتز نانوروبان‌های گرافنی درون نانولوله‌های کربنی (روش از پایین به بالا) : ۱۵
۱-۴-۹-سنتز گرافن با استفاده از پرتو دهی لیزر: ۱۷
۱-۵ خواص گرافن: ۱۸
۱-۶ تفاوت گرافن و گرافین: ۲۰
۱-۷ تفاوت گرافین و گرافان: ۲۲
۱-۸ کاربرد گرافین در آشکارسازها: ۲۲
۱-۹ کاربرد گرافین در ترانزیستور: ۲۳
فصل دوم ۲۵
۲-۱ مقدمه: ۲۶
۲-۲ ساخت ترانزیستورهای اولیه از گرافین: ۲۷
مراجع ۲۹
۳-۱ فهرست مراجع: ۳۰

فصل اول

۱ـ۱ مقدمه:

قانون مور [۱] پیش بینی کرد که تعداد ترانزیستور در مدارات مجتمع، در یک تراشه با مساحت ثابت، در هر ۱۸ ماه دو برابر خواهد شد.

این قانون معروف توسط یکی از بنیانگذاران اینتل پیش بینی شد قانون گوردون مور و پیش بینی او هنوز هم به عنوان راهنما در ساخت ترانزیستورها، امروزه استفاده می شود .به منظور برآوردن قانون مور، ترانزیستور با دید در مقیاس های پایین می شود .با این حال محدودیت به پوست پوست شدن در تکنولوژی سلیکون درحال حاضر وجود دارد .برای حفظ پوست پوست شدن ترانزیستور دونوع رویکرد معرفی شده است؛ اولی جایگزینی مواد جدید به جای مواد سیلیکون که درحال حاضر استفاده می شود و رویکرد دیگر این است که ترانزیستورهای جدیدی با ساختار جدید طراحی می شوند. [1]

شکل (۱-۱): نمودار قانون مور [1]

در این شکل، نمودار قرمز رنگ تکامل طول گیت ماسفت در تولید یکپاچه ی مدارهای مجتمع(نقطه های قرمز توپر)وهدف نقطه های قرمز تو خالی)و نمودار آبی رنگ تعداد ترانزیستورها در هر تراشه(ستاره های آبی رنگ)را نشان می ITRS) سازمان[۲] دهد.

پوست پوست شدن وکوچک شدن اندازه ترانزیستور بخصوص طول کانال ترانزیستور محدودیت بسیاری برای دستگاه به ارمغان خواهد

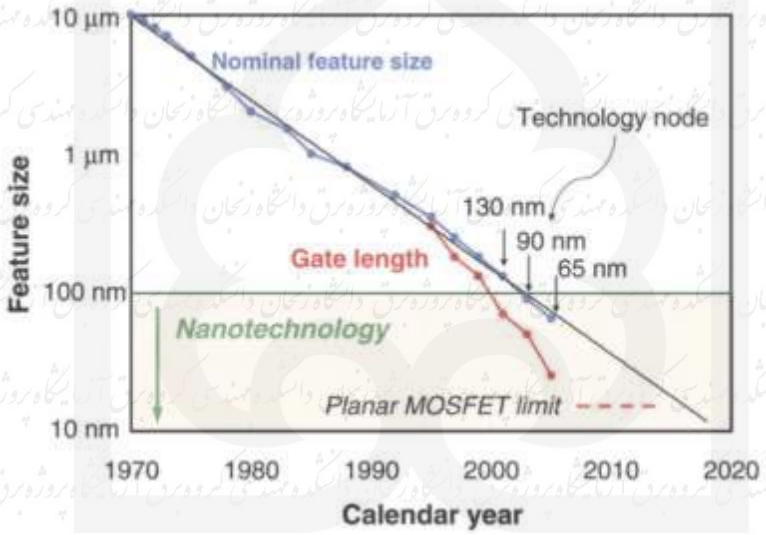
آورد .نمونه هایی از این اثراتی است که بخاطر کوتاه شدن کانال ایجاد میشود، محدودیت جریان نشتی زیر آستانه و بسیاری دیگر

اثرات کانال کوتاه یکی از حساس ترین نکات در ساخت ترانزیستورها در ابعاد کمتر از میکرو ونانو است .اثرات کانال کوتاه به مانع اصلی فن آوری ساخت ترانزیستور در مقیاس نانو تبدیل شده است و باعث تخریب عملکرد وتغییر ویژگیهای الکتریکی شده است.

یک نمونه از اثرکانال کوتاه، سرعت اشباع است که در آن حامل ها در دستگاه به سرعت به اشباع رسیده با وجود آنکه حالت اشباع به وجود نیامده است .ترانزیستورهای معمولی اثرمیدانی از اکسید فلزی نیمه هادی ساخته می شود .انتظار می رود طول کانال به ۱۱

نانومتر برسد، بنابراین مهم است که به منظور توسعه ی مدل ترانزیستور با استفاده از روش جدید ساخت سازه های جدید یا مواد کاملا جدید به ترانزیستورهایی دست یافت که قادر به تکمیل و یا حتی جایگزین تکنولوژی سیلیکونی فعلی گردد .بخاطر محدودیت های قبلی تکنولوژی جدید به سمت ترانزیستورهای اثر میدانی برپایه گرافن ۱ سوق داده شده است .دراینجا یک ماده جدید به نام گرافین و سپس نانو نوارهای گرافینی ۲ مورد مطالعه قرار گرفته است.

در شکل زیر نیز قانون مور با در نظر گرفتن نانو ساختار ها بیان شده است .تقریبا از سال ۲۱۱۴ وارد ساختارهای نانو می شود.



شکل(۱-۲): تکنولوژی ساخت ترانزیستور با توجه به طول گیت در فناوری نانو [1]

۱-۲ تاریخچه گرافن:

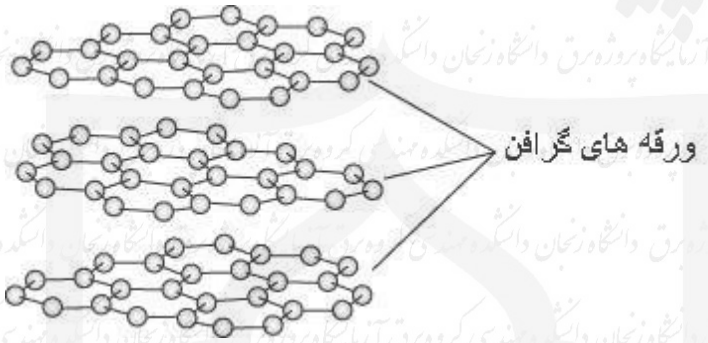
استفاده از این عنصر در حدود ۶۰۰۰ سال پیش آغاز شده زمانیکه ماریکان ۱ در اروپا از آن برای تزیین سفال استفاده کرد .در آن زمان هیچکس متوجه کارایی و پتانسیل بالای گرافن نبود .درواقع گرافن از مدت ها قبل ساخته شده بود ولی چند دلیل سبب شد که این ماده و خواص آن کشف نشود .اول اینکه مشاهده ی این ماده ی بسیار نازک خیلی سخت بود .دوم اینکه مرمین ۲ و ویگنر۳

سپس کاندیدای مناسبی برای تحقیقات بنیادی وکاربردی قرار گرفت. اثبات کرده بودند که ماده دو بعدی نمی تواند نظم بلند برد داشته باشد .پس گرافن نمیتواند در حالت دو بعد وجود داشته باشد.گرافن اولین ماده دوبعدی است که خواص منحصر بفردی دارد .

گرافن اولین بار در سال ۲۰۰۴ با روش مکانیکی از گرافیت ساخته شد و سپس کاندیدای مناسبی برای تحقیقات بنیادی وکاربردی قرار گرفت. [2]

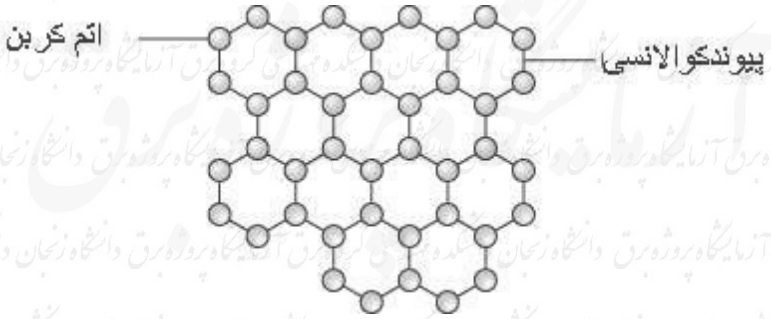
۱-۳ ساخت مولکولی گرافن:

اگر چه کربن می تواند با پیوند برقرار کردن با چهار اتم یک شبکه ی سه بعدی در الماس را ایجاد کند ، اما وقتی کربن با سه اتم کربن پیوند برقرار میکند یک ورقه ی دوبعدی ایجاد می شود . این ورقه ها را گرافن می نامند.



شکل (۱-۳) : تصویر ورقه های گرافن

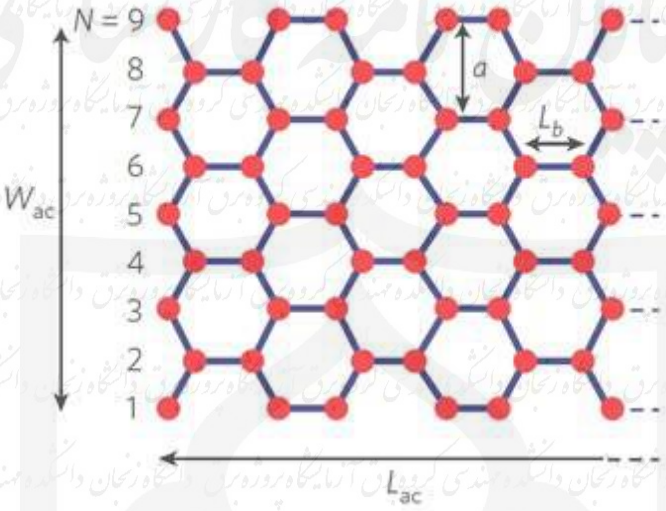
گرافیت ماده ای است که در نوک مدادها از آن استفاده می شود و این ماده از ورقه های گرافن که بر روی هم انباشته شده اند تشکیل شده اند .بین ورقه های گرافن در گرافیت ، فضای خالی وجود دارد . همانطور که در شکل می بینید ، ورقه ها توسط نیروی واندروالانسی به هم پیوند شده اند[3] .



شکل (۱-۴): تصویر پیوندهای گرافن

شبکه ی آن شامل شش ضلعی منظم که در هر گوشه ی آن یک اتم کربن است .طول پیوند بین اتم های مجاور ۱/۴۲ Å (L_b)

(آنگستروم)و ثابت شبکه (a) ۲/۴۶ Å است. [4]



شکل (۱-۵): طول پیوند و ثابت شبکه ساختار گرافن

۱-٤ تولید گرافن:

امروزه روشهای بسیار متنوعی برای ساخت گرافن بکار برده میشود که از متداولترین آنها میتوان به روش های پوسته پوسته کردن میکرومکانیکی، روش رشد همبافته، رسوب بخار شیمیایی (CVD) و روش های شیمیایی را نام برد .برخی روشهای دیگری همانند شکافتن نانو لوله های کربنی برای تولید نانو نوارهای گرافن و ساخت با امواج ماکرویو نیز اخیراً بکاربرده شده اند.[5] یک نمای کلی از روشهای ساخت گرافن در زیر آمده است:

	روش های تولید	کیفیت الکترونیکی لایه ها	هزینه	تعداد لایه ها	حداکثر ظرفیت	طبیعت گرافن تولید شده	اندازه لایه ها	پیش ماده
۱	لایه برداری مکانیکی	زیاد	کم	تک و چند لایه	کم	آغازین	۱۰ میکرومتر	گرافیت
۲	سوسپانسیون مایع اکسید گرافن همراه با کاهش شیمیایی	کم	کم	تک و چند لایه	زیاد	اصلاح شده شیمیایی	چند صد نانومتر	اکسید گرافیت
۳	لایه برداری فاز مایع	زیاد	کم	تک و چند لایه	زیاد	آغازین	از ده ها میکرومتر تا اجزای کوچکتر	گرافیت
۴	رشد همبافته با دفع حرارتی اتم های سیلیس از سطح کاربید سیلیسیم	زیاد	زیاد	تک و چند لایه	کم	آغازین	بیشتر از ۵۰ میکرومتر	کاربید سیلیکون
۵	رشد همبافته رسوب دهی شیمیایی بخار برروی فلزات انتقالی	زیاد	زیاد	تک و چند لایه	کم	آغازین	بیشتر از ۱۰۰ میکرومتر	هیدرو کربن
۶	سنتز حلالی-حرارتی	نامشخص	کم	تک و چند لایه	زیاد	اصلاح شده شیمیایی	از ده ها میکرومتر تا اجزای کوچکتر	اتانول
۷	نانولوله های کربنی جداشده	در مقایسه با مرجع ۱ کمتر است	کم	تک و چند لایه	زیاد	اصلاح شده شیمیایی	نانو تراشه با اندازه ۴ میکرومتر	نانو لوله های کربنی چند لایه

شکل (۱-۶): جدول خلاصه ای از روش های سنتز گرافن [5]

گرافن در حالت ایده آل یک ساختار کاملا دو بعدی است؛ نانو ساختاری تک لایه از اتم های کربن که با پیوندهای کوالانسی به هم وصل شده اند و یک شبکه شش ضلعی کاملا مسطح پدید آورده اند .در عمل رسیدن به چنین ساختاری به دو دلیل پیچیده است:

الف)کنترل شرایط برای جدا کردن یک تک لایه گرافنی بسیار دشوار است، معمولا ماده تهیه شده ای که گرافن نامیده می شود، شامل مجموعه هایی از چند لایه گرافنی است که هر کدام حاوی تعداد صفحات متفاوتی هستند[6]

ب)گرافن با ساختار اتمی کاملا مسطح وجود ندارد، صفحه های گرافن انعطاف پذیرند یعنی خم می شوند، تا می شوند و یا سطحشان موج دار می شود .خمیدگی های بزرگ مربوط به روش تهیه گرافن است و موج های کوچک خاصیت ذاتی لایه های جدا شده است. [6].

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

مراجع

۶-۱ فهرست مراجع:

[1] S.Thompson, S.Parthasarathy,"Moor's Law:the Future of Si Microelectronics", Pro.IEEE, Vol.9, PP.20-25, 2006

[2] الناز محمدعلی پور،" مدل سازی و آنالیز ترانزیستورهای اثر میدانی مبتنی بر نانونوار گرافن"، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، ۱۳۹۳

[3] محمد رحیمی تبار،" گرافین ساختار دو بعدی، خبرنامه انجمن فیزیک ایران"، سازمان چاپ نماد تابستان۱۳۸۶

[4] F.Schwiers,"Graphene Transistors", Nature Nanotechnology, Vol.5, PP.487-495, May 2010

[5] معظمی و گودرزی، "بررسی عوامل موثر بر پایدارسازی نانو صفحات گرافن در سامانه های پلیمری"، دانشگاه امیرکبیر،۱۳۸۹

[6] تالین آقاجانی، " بررسی رفتار الکتروشیمیایی و کاربرد الکترود طلای اصلاح شده به وسیله گرافن عامل دار شده در لبه ها"، پایان نامه دوره کارشناس ارشد، دانشگاه شریف، ۱۳۹۱

[7] A.K Geim, K.S.Novoselov, S.V.Morozov, D.Jiang, Y.Zhang, S.V.Grigoriya, A.A.Firsov, "Eiectric Field in atomically thin carbon Film",2004

[8] J.Allent,C.Tung, B.Kaner,"A Reriew of Graphene"Vol.110,PP.132-145,2010

[9] فصل نامه کامپوزیت "تولید و کاربرد گرافن"، موسسه کامپوزیت ایران، شرکت پارس فناوران، ۱۳۹۳.

[10] L.Jiao, X.Wang, G.Diankov, H.Wang, H.Dai, "Facie synthesis of high-quality graphene nanoribbons", Pro.Nature Nanotechnology, Vol.5, PP.321-325, May 2010

[11] مهدی لاغر فیروزجایی، "طراحی و ساخت صفحه لمسی مبتنی بر گرافن"، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز،۱۳۹۰

[12] Susanne Droscher, "Electronic properties of confind systems in single and bilayer graphene",for the degree of Doctor of Scinces, M.Sc.KTH Stockholm, May 2012

[13] J.Appenzeller," Carbon Nanoribbon for high-performance electronics-progress and prospect", Pro.IEEE, Vol.96, PP.201, 2008

[14] شعیب بابایی توسکی " ترانزیستورهای مبتنی بر گرافان"، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه شریف، ۱۳۹۰

[15] شبکه فیزیک هوپا،" آیا گرافین بهتر است یا گرافن؟"، انجمن فیزیکدانان جوان ایران،۱۳۹۱

[16] حامد نعمتیان،" مدل سازی و شبیه سازی آشکارسازهای نور هدایتی مبتنی بر گرافین"، رساله دکترا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات،۱۳۹۱

[17] L.Lia, J.Bai, R.Cheng, Y._C.Lin, S.Jiang, Y, Q, etal, "Sub-100 nm channel length grapheme transistors", Nano Letter, Vol.10, PP.3952-3956, 2010

[18] G.Fiori, G.Iannaccone, "Simulation of graphene Nanoribbon fieldeffect transistors", Pro.IEEE, Vol.28, PP.760-762, 2007

[19] M.Lemme, C.Echtermeyer, J.Baas, M.Kruz, “A graphene field-effect device”, Pro.IEEE, Vol.28, PP.282-284, 2007