



ترانزیستورهای اثر میدان نانولوله‌ی کربنی (CNTFET)

تألیف:

فخرالسادات رستگاری

پائیز ۱۳۸۹



سرشناسه	: رستگاری، فخرالسادات (۱۳۵۱-)
عنوان و نام پدیدآور	: ترانزیستورهای اثر میدان نانولوله‌ی کربنی (CNFETS)
مشخصات نشر	: یزد، دانشگاه آزاد اسلامی (یزد)، ۱۳۸۹.
مشخصات ظاهری	: ۱۲۸ س.
فروست	: انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد؛ ۷۷.
شابک	: ۳۲۰۰۰ ریال، ISBN: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۰۳۵۴-۰
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا.
یادداشت	: کتابنامه.
موضوع	: نانولوله های کربنی
نسخه افزوده	: دانشگاه آزاد اسلامی (یزد).
رده بندی تالیفی	: ۶۲۰/۵:



ترانزیستورهای اثر میدان نانولوله‌ی کربنی

فخرالسادات رستگاری

انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد

نوبت چاپ: اول / پاییز ۱۳۸۹

شمارگان: ۲۰۰۰ نسخه

قیمت: ۳۲۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۰۳۵۴-۰



انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد Email: entesharat_elmi@iauyazd.ac.ir

یزد- صفابه- دانشگاه آزاد اسلامی- انتشارات ۹-۸۲۱۱۳۹۱-۳۵۱

حق چاپ برای انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد محفوظ است.

تلفن مرکز پخش: ۸۱۱۷۳۰۰-۰۳۵۱

برای ترسیم تابلوی دل‌انگیز «ایران کشوری است توسعه‌یافته، با جایگاه اول علمی، اقتصادی و ... در سطح منطقه با هویت اسلامی و انقلابی، ...» دقت در تک‌تک ایده‌ها، ذره‌ذره پژوهش‌ها و تحقیقات و بهادادن به همه آموزه‌های موجود در هر سطح علمی که باشد؛ نه تنها به روشنی بیان‌کننده این واقعیت است که ایران به جایگاه رفیع خود خواهد رسید بلکه مؤکد این نکته ظریف است که برای نیل به این هدف، تمامی ایرانیان باید با همت و کار مضاعف و با تمام توان و بضاعت خویش تلاش کنند.

البته ایجاد انگیزه و فراهم‌نمودن زمینه عزم ملی برای دست‌یابی به اهداف مورد نظر بسیار مهم و ضروری است؛ و این تأکید کاملاً بجاست، زیرا بررسی روند توسعه و پیشرفت جوامع متمدنی حاکمی از این اراده جمعی و تلاشگر است. لذا باید تمامی منافع شخصی را کنار گذاشت و بر اریکه پژوهش‌های علمی سوار شد و امیدوار به الطاف الهی به آن سوی سرزمین‌های سعادت راند.

مجموعه علمی که پیش رو دارید؛ حاصل تلاش خستگی‌ناپذیر و ارزشمند استاد بزرگوار، سرکار خانم رستگاری است که با همه اخلاص به علاقمندان و دانش‌دوستان هدیه نموده‌اند. «جزا هم الله خیراً»

در پایان از اعضای فرهیخته شورای انتشارات دانشگاه، و نیز داوران بزرگوار (که داوری آثار استادان محترم را پیش از انتشار بر عهده دارند) و تمامی عزیزانی که موجبات

انتشار این مجموعه را فراهم نمودند؛ به ویژه از رئیس محترم دانشگاه، جناب آقای دکتر مسلمین و معاون محترم پژوهشی، جناب آقای دکتر ناطقی که عنایت ویژه به مجموعه انتشارات علمی دانشگاه دارند؛ و همچنین حمایت‌های مدیر محترم پژوهشی جناب آقای مهندس پورهاشمی، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

غلامعلی مدیح
دبیر شورای انتشارات دانشگاه

www.ketab.ir

فهرست مطالب

۷	مقدمه
---	-------

فصل اول

۱۱	(۱-۱) فیزیک نانولوله کربنی
۱۵	(۲-۱) نانولوله کربنی
۲۱	(۳-۱) طبقه‌بندی نانولوله‌ها
۲۵	(۴-۱) ویژگی‌های نانولوله‌ها
۲۶	(۵-۱) تولید نانولوله‌ها
۲۸	(۶-۱) کاربردها

فصل دوم

۳۱	(۱-۲) مقدمه
۳۲	(۲-۲) مروری اجمالی بر ساختمان فیزیکی و ...
۳۶	(۳-۲) طبقه‌بندی ترانزیستورهای نانولوله کربنی
۵۰	(۴-۲) تولید حامل‌ها
۵۲	(۵-۲) CNFET‌های چند جداره
۵۴	(۶-۲) CNFET‌های نوع N و P
۵۹	(۷-۲) CNFET‌های Ambipolar
۶۵	(۸-۲) تولید قطعات چندتایی P و N

فصل سوم

۶۹	(۱-۳) مقدمه
۶۹	(۲-۳) مکانیسم انتقال
۷۲	(۳-۳) جریان درین
۷۹	(۴-۳) اثر کانال کوتاه

فصل چهارم

- ۴-۱) نانولوله‌ها و عملکرد ویژه ۸۳
- ۴-۲) طراحی CNFET گیت دوگانه جدید ۹۰
- ۴-۳) شبیه‌سازی و تشریح مطالب ۱۱۲

فصل پنجم

- ۵-۱) ترانزیستورهای اثر میدان نانولوله کربنی و ۱۱۹
- ۵-۲) نتیجه‌گیری ۱۲۳
- مراجع ۱۲۵

www.ketab.ir

مقدمه:

نانولوله‌های کربنی صفحاتی از گرافیت هستند که درون یک نانولوله پیچیده شده‌اند. بسته به روشی که صفحه پیچیده می‌شود نانولوله‌ی کربنی ممکن است فلزی یا نیمه هادی باشد. جذابیت نانولوله‌ها به دلیل ویژگی‌های استثنائی الکترونیکی، گرمایی، نوری و مکانیکی آن‌ها است. زمانی که اولین ترانزیستور اثر میدان نانولوله‌ی کربنی (CNFET) در سال 1998 گزارش شد، چگونگی عملکرد این قطعه خیلی واضح نبود، اما پیشرفت‌های بعدی آن با سرعت بسیار انجام شد. اکنون فیزیک این قطعات به خوبی درک شده و ساختارهای ترانزیستورهای پیشرفته با عملکرد بهینه نیز گزارش شده است. با توجه به آزمایشات اولیه‌ای که روی ترانزیستورهای اثر میدان نانولوله کربنی تک جداره (SWNT) انجام شده و مشاهده رفتارهایی بسیار شبیه به رفتارهای ترانزیستورهای نیمه‌هادی معمولی (ماسفت) می‌توان گفت: ترانزیستور اثر میدان این قابلیت را دارد که جایگزین مناسبی برای ماسفت‌ها در الکترونیک مقیاس نانو شود. بنابراین ترانزیستور اثر میدان نانولوله‌ی کربنی، ماسفت ویژه‌ای است که دارای اهمیت زیادی بوده و پایه بلوک دیاگرام مدارات مجتمع می‌باشد. مدارات ریز شده برای رسیدن به حداقل سایز خود، نیاز به این بلوک دارند، و در واقع با جایگزینی ترانزیستور اثر میدان نانولوله کربنی به جای ماسفت، سازندگان ترانزیستور قادر خواهند شد، در جایی که باید از مولکول‌های ویژه‌ای استفاده کنند، از مدارهای

ریز شده، به عنوان قطعات عملی بهره ببرند. و سپس کلاس جدیدی از تراشه‌های کوچک‌تر با سرعت بیشتر و توان مصرفی بسیار کمتر از تراشه‌های سیلیسیمی امروزی به بازار عرضه کنند. بنابراین مطالعه‌ی ترانزیستور اثر میدان نانولوله کربنی و درک رفتار آن موضوعی بسیار با اهمیت برای تکنولوژی و آینده الکترونیک است. با توجه به مطالب ذکر شده، هدف بررسی نتایج ساخت ترانزیستورهای اثر میدان با استفاده از نانولوله‌های کربنی می‌باشد. به این منظور در این کتاب مطالبی همچون بررسی تکنولوژی CNFET ها، ساختار فیزیکی و نحوه عملکرد، انواع مختلف، مشخصات و کاربردها و بالاخره روش‌های بهینه کردن ساخت این ترانزیستورها مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد. بیان مزایا و معایب و مقایسه این ترانزیستورها با ترانزیستورهای MOSFET متداول از دیگر مطالب مورد بحث می‌باشد.

فخرالسادات رستگاری

Fa.Rastegari@gmail.com