نوزدهمین کنفرانس ملی سالانه انجمن کامپیوتر ایران
دانشکده مهندسی کامپیوتر، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ۱۵-۱۳ اسفندماه ۱۳۹۲

بهبود قابلیت اطمینان مدارهای دیجیتال مبتنی بر ترانزیستورهای نانولوله‌کربنی

فرشته سعیدی[۱]، بهنام قوامی[۲]، حسین پدرام[۱]

[۱]دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران
[۲]دانشکده فنی مهندسی ، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
{f.saeedi, pedram}@aut.ac.ir, ghavami@uk.ac.ir

چکیده

تکنولوژی مبتنی بر نانولوله‌های کربنی یکی از پرامیدترین کاندیدای جایگزین تکنولوژی سی‌ماس می‌باشد. در این تکنولوژی، رشد نانولوله‌های کربنی مبتنی بر سنتز شیمیایی می‌باشد که این مورد باعث تغییرات زیادی در پارامترهای فیزیکی نانولوله‌های کربنی می‌شود. تغییرات در تراکم و خواص نیمه‌هادی بودن نانولوله‌ها، منجر به بالا رفتن نرخ اشکال در مدارهای مبتنی بر نانولوله‌های کربنی شده است. در نتیجه قابلیت اطمینان مدارهای مبتنی بر نانولوله‌های کربنی به شدت تحت تاثیر قرار گرفته است. لذا هدف این مقاله، بهبود قابلیت اطمینان مدارهای مبتنی بر نانولوله‌های کربنی با در نظر گرفتن عوامل اشکال در این مدارها می‌باشد. ایده‌ی اصلی جهت بهبود قابلیت اطمینان مدار، تغییر ساختار آن‌ها با استفاده از تکنیک مبتنی بر سیم‌بندی دوباره می‌باشد. تغییر ساختار در یک چارچوب بهینه‌سازی و به صورت تدریجی صورت می‌گیرد. یکی از ویژگی‌های مهم این روش، بهینه‌سازی بر اساس اطلاعات فرآیند ساخت می‌باشد به گونه‌ای که ساختار بهینه با توجه به تکنولوژی ساخت ارائه می‌شود. همچنین سربارهای مساحت و تاخیر نیز در بهبود قابلیت اطمینان حاصل از این روش لحاظ شده‌اند. نتایج حاصل نشان می‌دهند که با استفاده از این روش، قابلیت اطمینان به طور میانگین ٪۲۰ بهبود می‌یابد. این در حالی است که سربار مساحت و تاخیر به ترتیب٪ ۰/۳ و٪۱۰ است.

کلمات کلیدی

ترانزیستورهای مبتنی بر نانولوله‌های کربنی، بهبود قابلیت اطمینان، تغییرات فرآیند ساخت.

۱- مقدمه

مشکلات ومحدودیت‌های مقیاس‌پذیری تکنولوژی CMOS، طراحان را وادار به بررسی کاندیداهای جایگزینی برای مدارهای دیجیتال آینده کرده است[۱]. در گزارش‌های ITRS[۱] چندین ماده به عنوان جایگزین کانال سیلیکون و ناحیه‌ی بین سورس و درین مطرح شده است. جایگزین‌هایی نظیر: ژرمانیم، نیمه هادی‌های ترکیبی III-V، نانو نوارهای گرافن[۲] و نانولوله‌های کربنی[۳][۲]. در این بین، تکنولوژی مبتنی بر استفاده از نانولوله‌های کربنی یکی از پرامیدترین جایگزین‌های تکنولوژی سنتی CMOS می‌باشد. اگر از نانو لوله‌های کربنی در کانال ترانزیستورها استفاده شود، آنگاه ترانزیستور اثر میدانی نانولوله کربنی(CNFET)[۴] ایجاد می‌گردد. در واقع خصوصیات عالی الکترونی ترانزیستورهای نانولوله‌های کربنی، آن‌ها را به عنوان کاندیدای جایگزینی سیلیکون برای ساخت مدارهای مجتمع آینده تبدیل کرده است. اما با وجود همه مزایای تکنولوژی نانولوله های کربنی، این تکنولوژی همچنان با چالش‌های جدی همراه است[۳] [۴] [۵]. در واقع خواص نانولوله‌های کربنی بسیار وابسته به فرآیند ساخت است و تغییرات اندکی در فرآیند ساخت، موجب تفاوت‌های بسیاری در خواص آن‌ها می‌شود. به دلیل عدم کنترل در تکنیک‌های رشد نانولوله‌کربنی، تولید نانولوله‌ها به صورت موازی و با فاصله‌های یکسان و تماماً نیمه هادی امکان‌پذیر نمی‌باشد[۶]. این چنین پدیده‌هایی منشأ بروز اشکال در ترانزیستورهای نانولوله کربنی می‌شوند. لذا، نرخ اشکال بالا ناشی از فرآیند شیمیایی سنتز و رشد نانولوله‌های کربنی، قابلیت اطمینان ساخت [۵] چنین مدارهایی را به شدت تحت تاثیر قرار داده است. نشان داده شده است که تکنولوژی نانولوله‌های کربنی در مقایسه با CMOS، نسبت به برخورد ذرات پرانرژی که منجر به بروز اشکال‌های گذرا در مدار می‌شوند، حساسیت کمتری دارند [۷]. اما در مقابل، نسبت به تغییرات در فرآیند ساخت، به شدت تاثیر پذیر هستند. از این رو، ارائه روشی جهت بهبود قابلیت اطمینان ساخت