

# ارائه ساختارهای بهبود یافته از ترانزیستورهای اثر میدانی تونلی با آلایش الکتریکی و غیرپیوندی در کاربردهای آنالوگ و دیجیتال و تحلیل مقایسه‌های آنها

مریم عابدینی\*, دکتر سید علی صدیق ضیابری, دکتر عبدالقاسم اسکندریان,

1397-10-29

ترانزیستورهای تونلی به دلیل داشتن جریان حالت خاموشی کم و شیب زیر آستانه‌ی زیاد نسبت به ترانزیستور فلز-اکسید-نیمه هادی مورد توجه قرار گرفته‌اند. از معایب این افزاره داشتن جریان روشنایی کم و رفتار ambipolar میباشد. مشکل دیگری که با کاهش سایر ترانزیستورها مورد توجه قرار میگیرد، ایجاد پیوندهای دیودی نواحی سورس و درین به کانال در فرایند ساخت میباشد که این مشکل با استفاده از ساختار ترانزیستور غیرپیوندی قابل حل است. در این پژوهش ابتدا برای افزایش جریان روشنایی در ترانزیستور اثر میدانی تونلی غیرپیوندی سیلیکنی با آلایش الکتریکی (افزاره پایه)، به جای سیلیکن از GaSb که شکاف باند انرژی کمتری دارد مورد استفاده قرار میگیرد. سپس برای کاهش جریان خاموشی و ambipolar از آلایش گوسین به جای آلایش یکنواخت استفاده میشود. در این راستا شیب زیر آستانه، ولتاژ آستانه، هدایت انتقالی و فرکانس قطع نیز بهبود مییابد. در ادامه روند بهبود عملکرد افزاره در هر دو کاربرد آنالوگ و دیجیتال از ساختار ناهمگون استفاده میشود. به این ترتیب که به سورس ماده GaSb و به کانال و درین ماده AlGaSb با نسبت مولی مختلف Al اختصاص داده میشود و همچنین نسبت مولی بهینه برای Al براساس مصالحه بین پارامترهای الکتریکی افزاره به دست میآید. با اعمال آلایش گوسین به ساختار ناهمگون فوق، جریان ambipolar در این افزاره 39 درصد نسبت به افزاره پایه کاهش مییابد. در ادامه یک ساختار جدید از ترانزیستور تونلی غیرپیوندی نوع N با آلایش الکتریکی که در آن از نیمههادی نوع P استفاده شده است، ارائه میشود. سپس برای بهبود مشخصات الکتریکی این افزاره، ساختار ناهمگون در مرز مشترک سورس و کانال مورد استفاده قرار میگیرد. به این ترتیب که به سورس ماده Ge با شکاف باند کم و به درین و کانال GaAs با شکاف باند بالا اختصاص داده میشود که منجر به افزایش جریان روشنایی، کاهش ولتاژ آستانه و شیب زیر آستانه نسبت به افزاره ارائه شده اولیه به ترتیب به مقدار 43، 60، 44 درصد میشود. سپس برای کاهش رفتار ambipolar، در داخل اکسید در سمت درین، فلز کاشته میشود که باعث افزایش طول تونلرزی افزاره در مرز درین و کانال و در نتیجه کاهش قابل توجهی به مقدار 65 درصد در جریان ambipolar میشود. در انتها، رفتار این افزاره به یک شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون آموزش داده میشود تا بتواند جریان درین را با تغییر پارامترهای افزاره پیشبینی کند. در بخش نهایی این رساله، به هدف رسیدن به کاهش جریان خاموشی و ambipolar در یک ترانزیستور اثر میدانی تونلی غیرپیوندی، اثر

فلز گیت بر نیمه هادی درین به صورت خازن مورد بررسی قرار میگیرد. با تغییر جنس دیالکتریک این خازن، رفتار خازنی و به تبع آن میدان تغییر میکند، که منجر به تغییر الگوی نوار انرژی و طول تونلزنی در مرز کانال و درین میشود. بررسیهای انجام شده نشان میدهد که استفاده از hfo<sub>2</sub> به صورت pocket روی درین، جریان خاموشی و ambipolar را کاهش میدهد. سپس برای بهبود افزاره در کاربردهای آنالوگ علاوه بر دیجیتالی از ساختار هترو دیالکتریک و همچنین ساختار ناهمگون استفاده میشود که منجر به افزایش جریان روشنایی به مقدار 57 درصد و کاهش شدید عکس شیب زیر آستانه به مقدار 78 درصد نسبت به ترانزیستور اثر میدانی تونلی غیرپیوندی پایه میشود. تمام شبیهسازیها در نرمافزار سیلواکو انجام میشود.

کلمات کلیدی : تونلزنی باند به باند، آلایش الکتریکی، ساختار ناهمگون، آلایش گوسین، کاشت فلز، شبکه عصبی مصنوعی

[Islamic Azad University, Rasht Branch - Thesis Database](#)  
[دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت - سامانه بانک اطلاعات پایان نامه ها](#)