



ارزیابی دزیمر الکترونیکی با استفاده از ماسفتهای قدرت تجاری

اسلامی، بهارک^(۱) - بهمنی، جواد*^(۲) - محمد جعفری، فرهاد^(۳)

^{۱،۲،۳} گروه فیزیک هسته ای، دانشگاه پیام نور، ایران

چکیده:

این مقاله تلاشهای انجام گرفته در ارزیابی دزیمر الکترونیکی را با استفاده از پیموسهای تجاری قدرت که به صورت تجاری و ارزان قیمت در دسترس می باشند را توصیف می کند. دو نوع از پیموس های تجاری در تابش به وسیله چشمه ^{60}Co برای بررسی قابلیت آنها به عنوان دزیمر تابش تست و برررسی شده است. مطابق نتایج بدست آمده این ترانزیستورها رفتار خطی خوبی در مشخصه شیفت ولتاژ آستانه شان با دز تابش و نگهداری در دمای اتاق نشان می دهند.

کلمات کلیدی: دزیمر، تابش گاما، پیموس قدرت، رفتار خطی

Evaluation of electronic dosimeter using commercial power MOSFETs

Eslami, Baharak¹; Bahmani, Javad²; Mohammad jafari, Farhad³

^{1, 2, 3} Department of Nuclear Physics, Payame Noor University, Iran

Abstract

This paper, describes the efforts that have been down in evaluation of electronic dosimeter using power MOSFETs that are evaluable commercially and inexpensive. Two kinds of commercial p type power MOSFETs were tested in a ^{60}Co gamma irradiation facility to see their capabilities as a radiation dosimeter. According to obtained results, these transistors showed good linearity in their threshold voltage shift characteristics with radiation dose and room temperature annealing.

Keywords: Dosimeter, Gamma radiation, Power PMOS, Linear behavior.

مقدمه :

ماسفت یکی از قطعات نیم رسانا می باشد که برای کلید زنی و یا تقویت کنندگی استفاده می شود و توسط ولتاژ بایاس گیت روی لایه عایق دی اکسید سیلیسیم کنترل می شود. هنگامی که ولتاژ گیت بیشتر از ولتاژ آستانه تراشه باشد، قطعه روشن و هنگامی که کمتر از ولتاژ آستانه باشد قطعه خاموش می باشد [1]. ولتاژ آستانه نقش مهمی را در کاربردهایی نظیر سنسور اندازه گیری تابش بازی می کند. هنگامی که قطعه تابش دهی می شود انحرافی در ولتاژ آستانه اتفاق می افتد و این انحراف می تواند به عنوان پارامتر کلیدی در حساسیت تابش به کار رود [2].

حساسیت مورد انتظار و محدوده کل دز سنسور تابش پیموس برای هر کاربردی متفاوت می باشد [3]. برای کنترل حساسیت سنسور، می توان بایاس تابش گیت را تغییر داد، ضخامت لایه اکسید گیت را برای ساختن



لایه گیت دو برابر کنترل کرد. در حالت کلی حساسیت پیموس برای کاربردهای پزشکی و یا به عنوان دزیومتر شخصی باید بیشتر از حساسیت برای صنایع هسته ای و فضایی باشد [4].

با استفاده از سنسورهای ماسفت با اندازه کوچک و سبک، می توان دزیومتر الکترونیکی قابل حمل برای صنایع هسته ای، سیستم های رباط، سیستم های دوربین را گسترش داد. اخیراً چندین کشور صنعتی در طراحی سنسورهای بخصوصی برای اندازه گیری دز تجمعی فضاییها و سفینه های فضایی می باشند. با این وجود این سنسورها اغلب دارای طراحی بخصوص و گران قیمت می باشند [5].

زمانی که ماسفت در معرض تابش یونیزان قرار می گیرد، جفتهای الکترون و حفره در لایه اکسید آن تشکیل می شود. حفره های با تحرک کمتر در لایه اکسید پیموس به دام انداخته می شوند و بارهای اضافی را پدید می آورند که مشخصه های ترانزیستور را تغییر می دهند. بارهای ایجاد شده توسط تابش مستقیماً ولتاژ آستانه ترانزیستور را تحت تاثیر قرار می دهند [6].

این مقاله تلاشهای انجام گرفته در ارزیابی دزیومتر الکترونیکی را با استفاده از پیموسهای تجاری قدرت که به صورت تجاری و ارزان قیمت در دسترس می باشند را توصیف می کند. و از تغییرات ولتاژ آستانه ایجاد شده در ماسفتهای پی قدرت، به عنوان روش آشکارسازی دز تجمعی تابش استفاده کرده است. بعد از تابش دهی، رفتار خطی خوبی از شیفیت ولتاژ آستانه پیموسها به دست آورده ایم. همچنین سنسور های پیموس قدرت مورد بررسی در مورد بازپخت در دمای اتاق نیز رفتار خطی خود را حفظ می کنند.

روش کار :

در این مقاله ارزیابی دزیمتری تابش با استفاده از پیموسهای قدرت IRF9535 ساخت سامسونگ کره و J182 توشیبا ژاپن انجام شده است. پرتو دهی با استفاده از باریکه گامای ناشی از چشمه ^{60}Co در بیمارستان امام خمینی (ره) تبریز صورت گرفته است. نمونه های آزمایشگاهی مورد استفاده از طریق اندازه گیریهای الکتریکی به صورت فرایند آزمایش قبل از تابش دهی برای شباهت خواص الکتریکی آنها انتخاب شده اند. تراشه تحت آزمایش در مکانی با شدت دز مشخص قرار شده است. یک برد بوردی که شامل تعدادی دزیومتر تحت آزمایش می باشد در فاصله یکسانی از چشمه گاما قرار داده شده است تا نمایش دز یکنواخت انجام شود. نمونه های آزمایشگاهی در 5 مرحله دز متفاوت همان طور که در جدول (1) نشان داده شده است، در دمای اتاق پرتو دهی شده اند. در هر مرحله 5 نمونه برداشته شدند و مشخصه های الکتریکی آنها در دمای اتاق اندازه گیری شده است. اینکار به منظور کاهش تغییرات پاسخ دزیومترها با تغییرات دما انجام یافته است.

جدول (1): نتایج پرتو دهی در زمانهای مختلف و دز کل تجمعی

مرحله	1	2	3	4	5
-------	---	---	---	---	---



120	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	مسافت (سانتیمتر)
۵	۵	۵	۵	۵	شدت دز (کیلوراد بر ساعت)
۱۲۰	۶۰	۳۰	۱۲	۶	زمان (دقیقه)
۱۰	۵	۲,۵	۱	۰,۵	دز (کیلوراد)

هنگام تابش دهی سورس و درین پیموس اتصال کوتاه شده اند. همچنین به منظور افزایش حساسیت تابش ماسفت برای جلوگیری از باز ترکیب الکترونها و حفره هایی که توسط تابش ایجاد شده اند، بایاس گیت تابش 6V نیز به کار برده شده است. دز کل تجمعی مورد نظر در هر مرحله تابش با تغییر مدت زمان تابش دهی بدست آمده است. برای کاهش زمان تابش در آخرین مرحله فاصله برد تا چشمه را کاهش دادیم. برای کاهش باز ترکیب حفره ها و الکترونها، بازه ست آپ ما بین هر مرحله تا جایی که ممکن است کوتاه شده است و اندازه گیری بلافاصله بعد از برداشتن نمونه ها انجام شده است. برای اندازه گیری ولتاژ آستانه پیموس، جریان درین در ولتاژ های گیت مختلف در حالی که بایاس درین در 50 mV- ثابت نگه داشته شده، اندازه گیری شده است. همانطور که انتظار می رود منحنی های مشخصه خروجی شیفیتی را به سمت راست زمانی که دز تابش افزایش می یابد نشان می دهد. برای استخراج ولتاژ آستانه، ناحیه خطی منحنی های مشخصه خروجی به صورت خطی در جریان درین صفر برونمایی شده است. مقادیر ولتاژ آستانه استخراج شده در جدول (۲) نشان داده شده است.

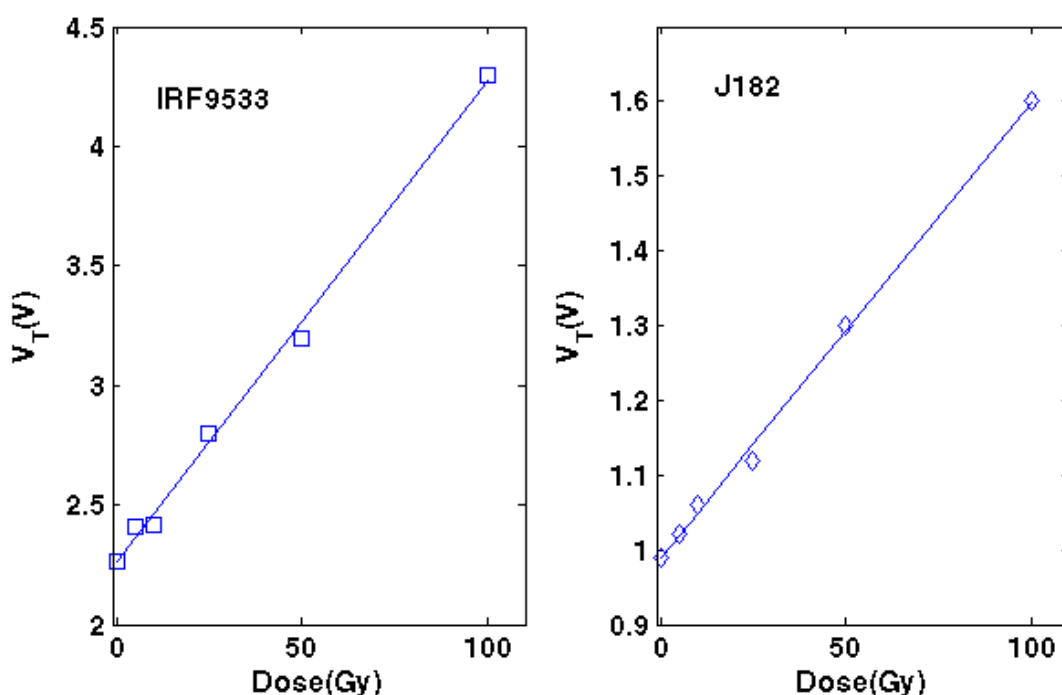
جدول (۲): مقادیر شیفیت ولتاژ آستانه در دزهای تابش مختلف

J182	IRF9533	دز (کیلوراد)
۰,۹۹	۲,۲۶	۰
1.02	۲,۴۱	۰,۵
1.06	۲,۴۲	۱
1.12	۲,۸	۲,۵
1.3	۳,۲	۵
1.6	۴,۳	۱۰

نتایج :

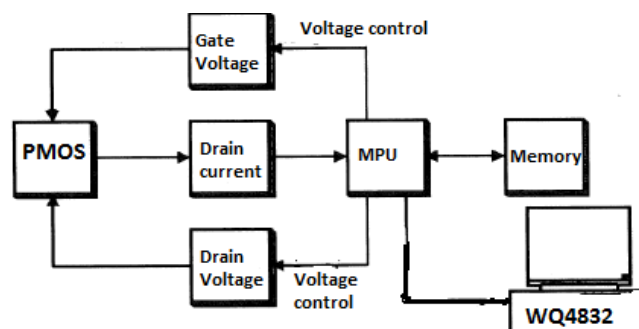
شکل (۱) رفتار خطی خوبی را برای شیفیت ولتاژ آستانه J182 نشان می دهد که به اجرای خوبی از پیموس J182 به عنوان دزیومتر تابش دلالت می کند. بدست آوردن رفتار خطی بهتر حتی از رادفتهای طراحی شده

بخصوص به عنوان دزیمتر تجاری تابش بسیار سخت می باشد. فرمول کالیبراسیون بخصوص $Y=aX+b$ که ولتاژ آستانه (Y) رابه دز تابش (X) در پیموس ها ارتباط می دهد، با فیت کردن خطی منحنی ها در شکل (۱) به دست می آید. برای پیموس J182، مقادیر ثابت a و b به ترتیب برابر ۰,۰۰۶۱ و ۰,۹۸۸۲ می باشد. برای IRF9535 به ترتیب مقادیر برابر است با ۰,۰۲۰۱ و ۲,۲۶۱۱ می باشد. به این ترتیب با استفاده از رفتار خطی بهتر بین دز تابش و شیفیت ولتاژ آستانه برای دو نوع از پیموس های قدرت تجاری، می توان یک دزیمتر خوب و کم قیمت و قابل دسترس داشت.



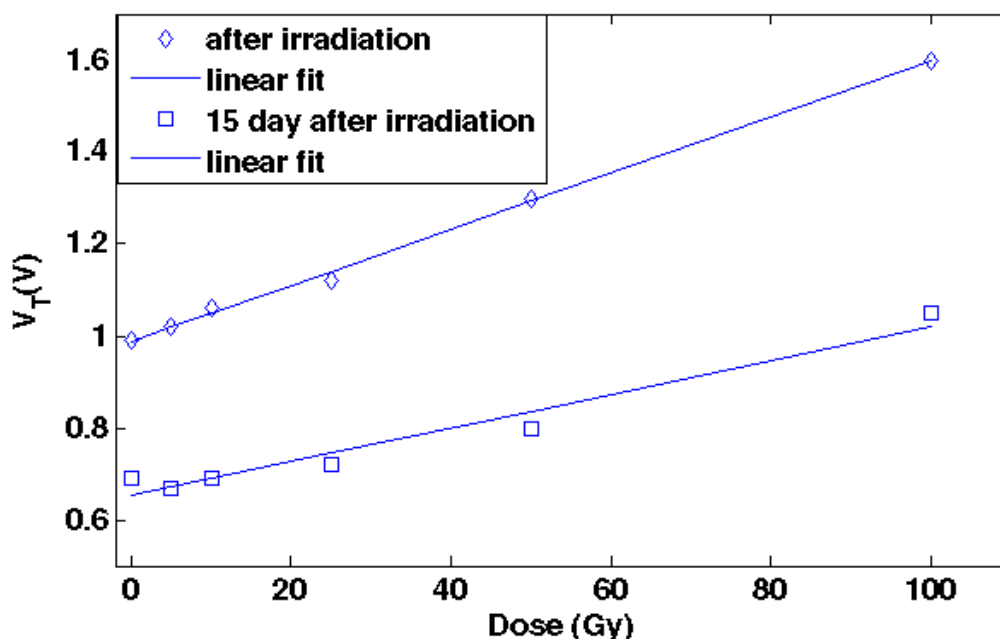
شکل (۱): شیفیت ولتاژ آستانه نسبت به دز تجمعی

شکل (۲) نموداری از واحد سخت افزاری که دز تجمعی را روی پیموس ها را با استفاده از فیت خطی و روش برونیابی، محاسبه می کند را نشان می دهد.



شکل (۲): دیاگرام واحد سخت افزاری به کار برده شده

دزیترهای نیم رسانا مانند انواع دزیترهای تی ال دی و فیلم بیج ها، به دماهای بالا و نگهداری با زمان طولانی حساس می باشند. در دماهای محیط بالاتر، مشخصه های تراشه نیم رسانا می تواند تغییر کند. علاوه بر این باگذشت زمان از تابش دهی پاسخ دزیتر ممکن است تغییر کند و این امر به عنوان عدم کفایت دزیتر ساخته شده از پیموسها شناخته می شود. برای ارزیابی اثر محوشدگی این کار در دمای اتاق بر روی ماسفت قدرت J182 انجام شده است. به این ترتیب که برای بررسی تاثیر محوشدگی در دمای اتاق، همان ماسفت قدرت J182 که تا 10 k rad پرتو دهی شده است، در دمای اتاق برای ۱۵ روز نگهداری شدند تا پتانسیل از دست دادن مقادیر دز تابش جمعی را ببینیم. شکل (۳) نتایج آزمایشهای مربوط به محوشدگی را نشان می دهد. نتایج نشان می دهند که دزیتر پیموس قدرت J182 رفتار خطی خود را در دمای اتاق نیز حفظ می کند.



شکل (۳): محوشدگی در دمای اتاق بعد از ۱۵ روز برای J182

بحث و نتیجه گیری :

بررسی و بسط دزیتر تابش با استفاده از پیموس های تجاری قدرت، کم قیمت انجام شده است. دو نوع ماسفت قدرت نوع پی تجاری در چشمه کبالت 60 تست شده است و مشخصه های آنها برای تابش بررسی شده است. از آزمایشها یافته ایم که ترانزیستورها خطیت خوبی را در شیف و لنتاز آستانه آنها با دز تابش نشان می دهند. ماسفتهای قدرت همچنین خطیت خوبی را در اثر شدت دز، و بازپخت در دمای اتاق، نشان می دهند. بر اساس این نتایج، سیستم دزیتر تابش الکترونیک با استفاده از پیموسهای قدرت تجاری ارزان



قیمت بسط داده شده است. تمام آزمایشهای بررسی رفتار خطی، آزمایشهای شدت دز، آزمایشهای محوشدگی، نشان می‌دهند که یموسهای تجاری قدرت می‌توانند کاندید خوبی برای دزیمتری تابش باشند.

مراجع :

- [۱] T.P. Ma, P.V. Dressendorfer, Ionizing Radiation Effects in MOS Devices and Circuits, John Wiley & Sons, New York, (1989).
- [۲] Chuang, C. F., Verley, L. J., Xia, P., Investigation of the Use of MOSFET for Clinical IMRT Dosimetric Verification, Med. Phys., 29 (2002), 6, 1109-1115.
- [۳] Oldham, T. R., McLean, F. B., Total Ionizing Dose Effect in Mos Oxides and Devices, IEEE Trans. Nucl. Sci., 50 (2003), 6, 483-499.
- [۴] Jornet, N., et al., Comparison Study of MOSFET Detector and Diodes for Entrance in vivo Dosimetry in 18 MV X-Ray Beam, Med. Phys., 31 (2004), 9, 2534-2542.
- [۵] A.B. Rosenfeld, MOSFET dosimetry on modern radiation oncology modalities, Radiat. Prot. Dosim., 101 (2002), 393-398.
- [۶] G.F. Knoll, Radiation Detection and Measurement, John Wiley & Sons, New York, (2000).