

Configuraciones Circuitales de MOSFETs para su uso en Dosimetría de Bajas Dosis

I Jornada de Tesistas de Grado de Ingeniería Electrónica

Sebastián Horacio Carbonetto

scarbonetto@fi.uba.ar

Director: Dr. Adrián Faigón

Co-director: Dr. Ing. José Lipovetzky

Laboratorio de Física de Dispositivos-Microelectrónica

Facultad de Ingeniería

Universidad de Buenos Aires

11 de Agosto de 2010



Outline

Introducción

Conceptos sobre Radiación

Sensor

Dosimetría MOS

Efectos de la Radiación en MOSFETs

Aplicación de los Dosímetros MOS

Objetivos

Propuestas

Osciladores en Anillo CMOS

Tándem de Transistores

Sensor Amplificado

Resumen y Conclusiones

Outline

Introducción

Conceptos sobre Radiación

Sensor

Dosimetría MOS

Efectos de la Radiación en MOSFETs

Aplicación de los Dosímetros MOS

Objetivos

Propuestas

Osciladores en Anillo CMOS

Tándem de Transistores

Sensor Amplificado

Resumen y Conclusiones

Conceptos sobre Radiación

Dosimetría Medición de Dosis de Radiación Ionizante

Conceptos sobre Radiación

Dosimetría Medición de Dosis de **Radiación Ionizante**

Radiación Transporte de energía

Flujo de partículas capaz de desligar un e^- de un átomo o molécula

Conceptos sobre Radiación

Dosimetría Medición de **Dosis** de Radiación Ionizante

Radiación Transporte de energía

Flujo de partículas capaz de desligar un e^- de un átomo o molécula

Dosis Energía absorbida por unidad de masa en un material

Unidad: Gray

$$Gy \triangleq J/kg$$

Conceptos sobre Radiación

Dosimetría Medición de Dosis de Radiación Ionizante

Radiación Transporte de energía

Flujo de partículas capaz de desligar un e^- de un átomo o molécula

Dosis Energía absorbida por unidad de masa en un material

Unidad: Gray

$$\text{Gy} \triangleq \text{J/kg}$$

Bajas Dosis Magnitud: $\sim < 100\text{Gy}$

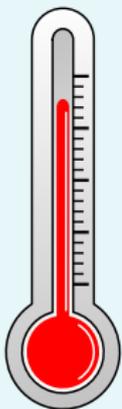
¿Qué es un sensor?

Sensor Elemento capaz de medir una magnitud física y convertirla en una señal que puede ser leída por un instrumento

¿Qué es un sensor?

Sensor Elemento capaz de medir una magnitud física y convertirla en una señal que puede ser leída por un instrumento

Ejemplo: El termómetro de mercurio

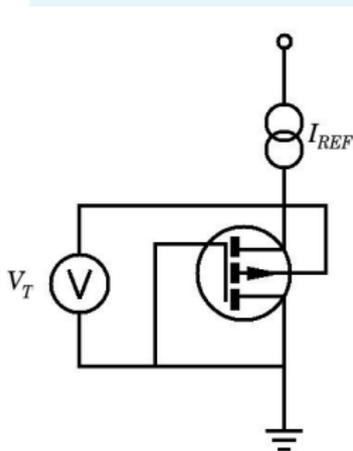


- ▶ Sensor de Temperatura
- ▶ El volumen del mercurio cambia con la temperatura
- ▶ Una escala calibrada permite “traducir” los cambios de volumen en un valor de temperatura

El MOSFET como sensor de Radiación

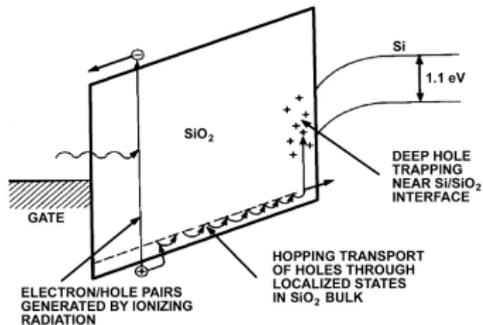
En forma similar, el MOSFET puede utilizarse como sensor de radiación

El Dosímetro MOS

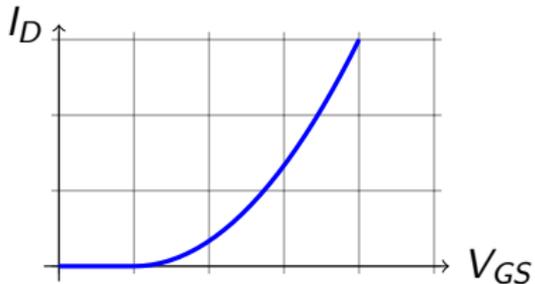


- ▶ Sensor de Dosis de Radiación
- ▶ La radiación genera carga en el dispositivo, variando la tensión umbral (V_T)
- ▶ Midiendo el valor de V_T se puede estimar la dosis absorbida
- ▶ $V_T \equiv V_{GS}(I_{REF})$

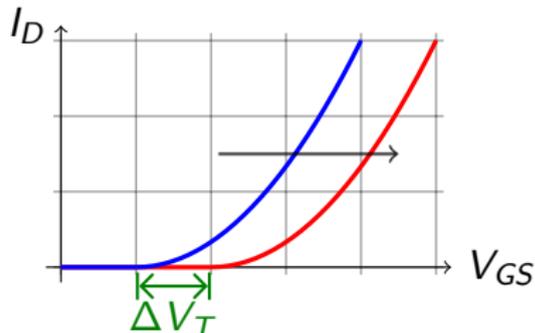
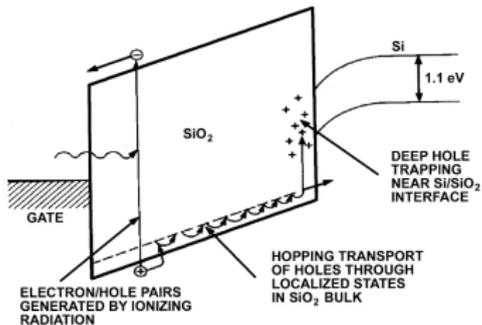
Efectos de la Radiación en MOSFETs



- ▶ La radiación entrega energía a la materia
- ▶ Se genera carga positiva en el óxido



Efectos de la Radiación en MOSFETs

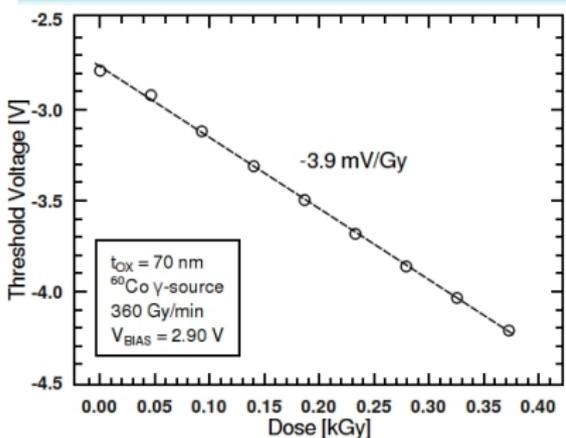


- ▶ La radiación entrega energía a la materia
- ▶ Se genera carga positiva en el óxido
- ▶ \Rightarrow Se modifica el V_T

Sensibilidad de los dosímetros MOS

¿Cómo afecta la sensibilidad a los distintos campos de aplicación?

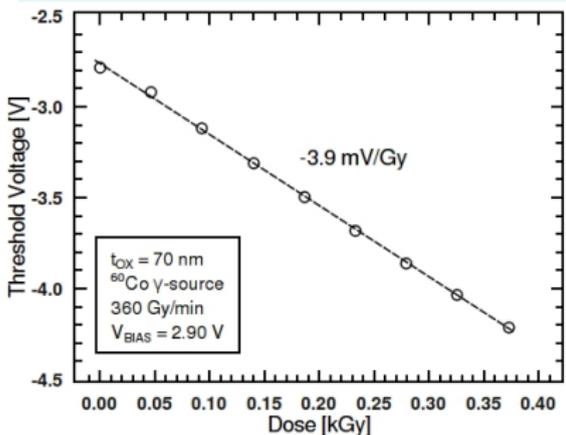
Ejemplo



Sensibilidad de los dosímetros MOS

¿Cómo afecta la sensibilidad a los distintos campos de aplicación?

Ejemplo



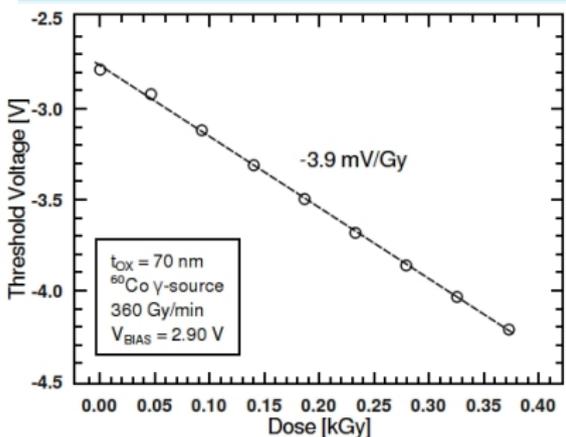
Altas Dosis

- ▶ Sesión de 1 kGy
- ▶ Lectura: $3,9 \text{ V}$
- ▶ Error típico: $1 \text{ mV} \equiv 0,03 \%$

Sensibilidad de los dosímetros MOS

¿Cómo afecta la sensibilidad a los distintos campos de aplicación?

Ejemplo



Bajas Dosis

- ▶ Sesión de 1Gy
- ▶ Lectura: 3,9mV
- ▶ Error típico: $1 \text{ mV} \equiv 25 \%$

INACEPTABLE

Outline

Introducción

Conceptos sobre Radiación

Sensor

Dosimetría MOS

Efectos de la Radiación en MOSFETs

Aplicación de los Dosímetros MOS

Objetivos

Propuestas

Osciladores en Anillo CMOS

Tándem de Transistores

Sensor Amplificado

Resumen y Conclusiones

Son necesarios nuevos dosímetros capaces de responder a las exigencias de los campos de Bajas Dosis

Objetivos

- ▶ Proponer nuevos circuitos sensores
- ▶ Evaluar su respuesta a la radiación
- ▶ Evaluar la ganancia de sensibilidad respecto del dosímetro MOS tradicional

Outline

Introducción

Conceptos sobre Radiación

Sensor

Dosimetría MOS

Efectos de la Radiación en MOSFETs

Aplicación de los Dosímetros MOS

Objetivos

Propuestas

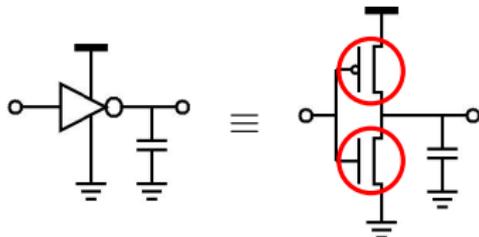
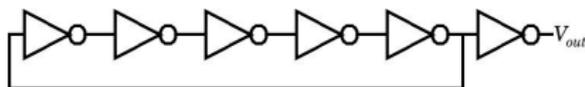
Osciladores en Anillo CMOS

Tándem de Transistores

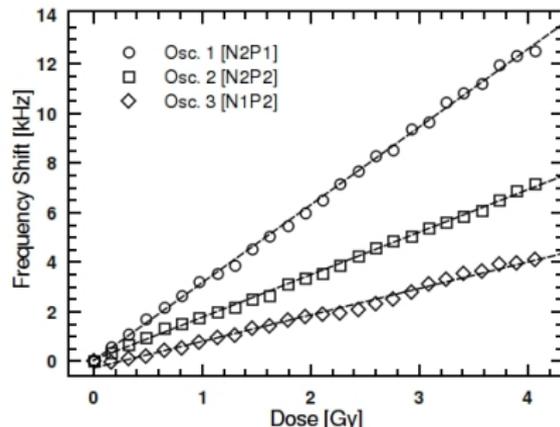
Sensor Amplificado

Resumen y Conclusiones

Osciladores en Anillo

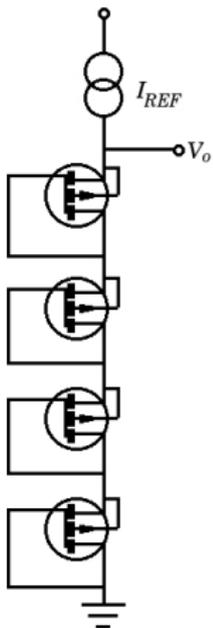


La unidad fundamental del oscilador esta formada por MOSFETs

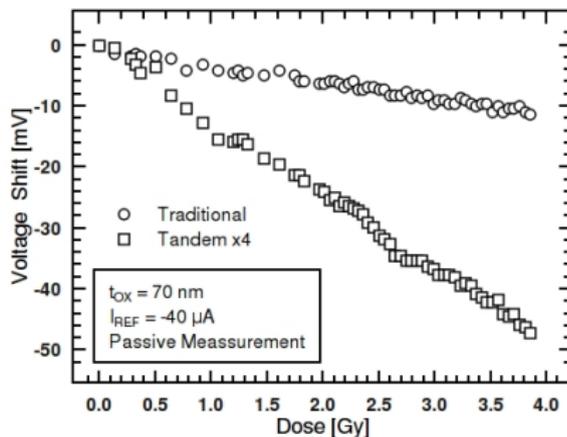


La frecuencia de oscilación se ve afectada por la radiación

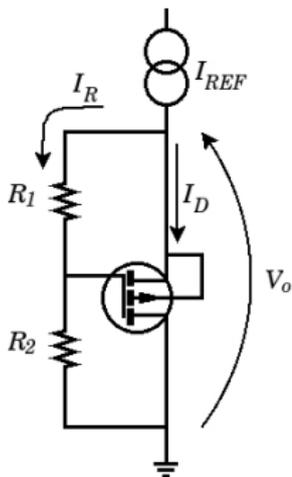
El Tándem de Transistores



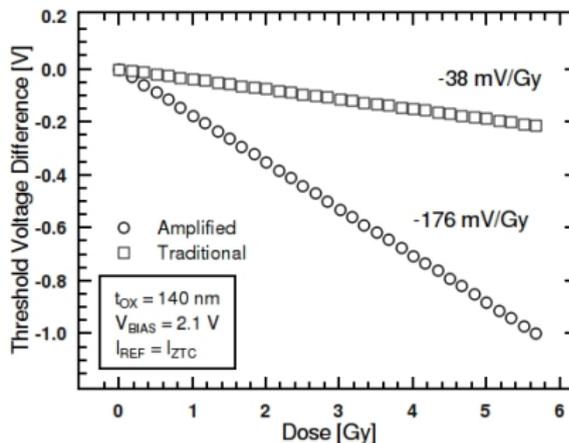
$$V_o = \sum_{\forall i} V_T^{(i)} = nV_T$$



Sensor Amplificado



$$V_o = \frac{R_1 + R_2}{R_1} V_T = A_v V_T$$



Outline

Introducción

Conceptos sobre Radiación

Sensor

Dosimetría MOS

Efectos de la Radiación en MOSFETs

Aplicación de los Dosímetros MOS

Objetivos

Propuestas

Osciladores en Anillo CMOS

Tándem de Transistores

Sensor Amplificado

Resumen y Conclusiones

Resumen y Conclusiones I

- ▶ Los transistores MOS permiten su uso como sensores de radiación
- ▶ La radiación produce corrimientos en V_T , los cuales se utilizan para estimar la Dosis Absorbida
- ▶ El dosímetro MOS convencional presenta problemas en Bajas Dosis

Resumen y Conclusiones II

- ▶ Se propusieron circuitos para mejorar la sensibilidad
- ▶ La mínima dosis resoluble por los O. A. utilizados como sensor de radiación mejora en al menos un orden de magnitud.
- ▶ Tanto el Tándem de transistores como el sensor amplificado permiten una ganancia de la sensibilidad controlable en el diseño

Contacto

Laboratorio de Física de Dispositivos–Microelectrónica

Director Dr. Adrián Faigón (afaigon@fi.uba.ar)

Yo Sebastián Carbonetto (scarbonetto@fi.uba.ar)

Defensa de Tesis: Miércoles 18 de Agosto a las 16hs. Aula L5