

MEMS: Diseño de un microrelay con tecnología SOI

Lozano, A. ⁽ⁱ⁾; Fraigi, L. ⁽ⁱ⁾; Lupi, D. ⁽ⁱ⁾; Fiorini, P. ⁽ⁱⁱ⁾; Baert, K. ⁽ⁱⁱ⁾

⁽ⁱ⁾ Centro de Investigación y Desarrollo en Telecomunicaciones, Electrónica e Informática (CITEI)

⁽ⁱⁱ⁾ Interuniversity Micro-Electronic Center (IMEC) - Belgium

INTRODUCCION

La industria de dispositivos MEMS (*Micro Electro-Mechanical Systems*) sigue experimentando un gran crecimiento y ampliando cada vez más sus campos de aplicación. Al mismo tiempo, las exigencias del mercado hacen que crezca la demanda de dispositivos de mayor rendimiento y confiabilidad. La utilización de SOI (*Silicon On Insulator*) como sustrato para la fabricación de dispositivos MEMS ha demostrado ser extremadamente versátil^[1]. Este material tiene grandes ventajas respecto del silicio policristalino^[2]. Sus principales características son el reducido *stress* residual y la posibilidad de combinar circuitos eléctricos con elementos micromecánicos. También se caracteriza por su gran resistencia en ambientes extremos. Desde el punto de vista del diseño y la producción de MEMS, tiene además la ventaja de requerir un menor número de máscaras para el proceso de fabricación. Así, la utilización de SOI para el desarrollo de MEMS se convierte en una opción viable e interesante.

En este trabajo se presenta el diseño de un Demostrador con tecnología MEMS sobre obleas de tipo SOI y su fabricación mediante el uso del servicio MPW (*Multi Project Wafer*)^[3]. Los prototipos se realizaron en la empresa Tronic's (Grenoble, Francia) a través del servicio que ofrece bajo el sistema Europractice.

DISEÑO DEL DEMOSTRADOR

Se diseñó un Demostrador de MEMS conteniendo veintidós variantes de una unidad *microrelay* tomada como referencia. A partir de la estructura base del *microrelay* se diseñaron varios dispositivos con diferentes dimensiones y/o estructuras con el objeto de analizar su comportamiento mecánico y eléctrico. El dispositivo de referencia es un *microrelay* de contactos laterales comandado

mediante actuadores electrostáticos. El accionamiento electrostático presenta ciertas ventajas respecto a otros métodos alternativos. Por su parte la actuación lateral resuelve algunos de los inconvenientes que presenta el accionamiento vertical, como por ejemplo la alinealidad de la fuerza de actuación respecto al desplazamiento^[4].

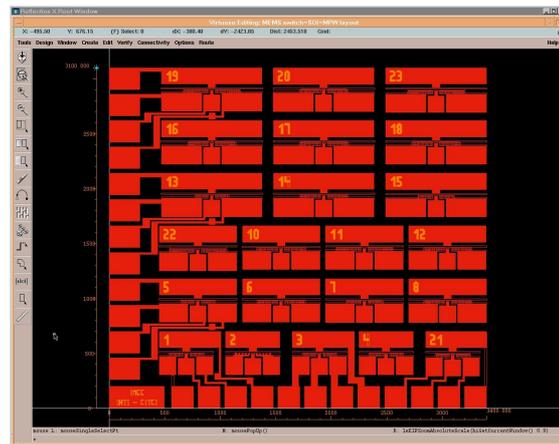


Fig. 1: Layout completo del Demostrador

El actuador de tipo peine provee una fuerza electrostática lineal^[5], producida por la aplicación de una diferencia de potencial, que depende en gran medida de las dimensiones del actuador. Un parámetro importante es la tensión que se debe aplicar para producir el cierre de los contactos del *microrelay*.

Se determinó analíticamente que el aumento en el ancho de los dedos del peine, si bien logra una disminución de dicha tensión, su influencia no es significativa comparada con la de otros parámetros.

Los parámetros que se tomaron en consideración para el diseño de los diferentes dispositivos del Demostrador fueron la separación entre dedos del peine, la separación en los extremos del peine, la cantidad de dedos y la longitud, espesor y estructura del elemento

elástico. El tamaño del Demostrador es de 3400x3100 μm (Fig.1) y los *microrelay* dentro de dicha área van desde 500x400 μm a 900x400 μm .

PROCESO DE FABRICACION

El proceso de fabricación SOI utilizado^[3], si bien presentó limitaciones en cuanto a la flexibilidad en el diseño, permitió simplificar las tareas, ya que solo fue necesario el diseño de una máscara, correspondiente a la estructura de silicio del conjunto. Las restricciones impuestas por el proceso SOI impidieron obtener la metalización de los contactos laterales del *microrelay*, la cual se realiza en una etapa posterior. Se dispusieron, alrededor del área del Demostrador, una serie de *pads* con los cuales se conectan seis de los *microrelay* con el objetivo de ensayar algún tipo de encapsulado posterior. El tamaño de los *pads* es de 200x200 μm en uno de los laterales y 200x320 μm en el otro, con un *pitch* de 240 μm en ambos casos. La capa estructural de silicio, que forma la estructura móvil de los dispositivos, es de 20 μm de espesor y la capa de óxido de la oblea SOI de 0.4 μm .

DISEÑO DEL LAYOUT

El diseño del Demostrador fue realizado en el IMEC de Lovaina-Bélgica ajustándose a las reglas del proceso de fabricación. Para el diseño de la máscara se utilizó el editor de *layout* para diseño de Circuitos Integrados de *Cadence*, que permite trabajar con celdas estructuradas en niveles jerárquicos. El nivel más bajo lo constituyen una serie de celdas con estructuras básicas definidas en forma paramétrica para facilitar la construcción de los diferentes dispositivos del Demostrador, que difieren básicamente en sus dimensiones. Las celdas definidas corresponden a las estructuras de los peines de los actuadores, a los contactos del *microrelay*, a los *pads* de conexionado, a los anclajes de la estructura y a las vigas del resorte. La posibilidad del editor de trabajar con este tipo de celdas facilitó mucho el diseño del *layout*.

En la Fig.2 se presenta la fotografía de uno de los prototipos fabricados en la empresa Tronic's.

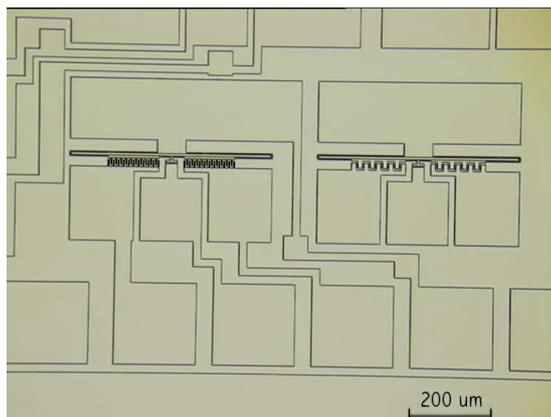


Fig.2: Fotografía de uno de los prototipos del *microrelay*

CONCLUSIONES

Se diseñó un Demostrador de dispositivos MEMS con tecnología SOI, utilizando uno de los procesos de fabricación disponibles en el mercado. Se incluyeron en el Demostrador varios *microrelay* con diferentes estructuras y dimensiones para ensayar sus características eléctricas y mecánicas. Se diseñó una biblioteca de celdas paramétricas para el diseño del *layout*. El diseño completo del *layout* requirió solamente una máscara para su implementación.

REFERENCIAS

- [1] Alexander Y. Usenko, William N. Carr, "SOI Technology for MEMS Applications", *Electrochemical Society Proceedings*, Volume 99-3, pp347-352, 1999.
- [2] Ari Lehto, "SOI Microsensors and MEMS", *Electrochemical Society Proceedings*, Volume 99-3, pp11-25, 1999
- [3] Stephane Renard, "SOI Micromachining Technologies for MEMS", TRONIC'S Microsystems.
- [4] M. A. Grétilat, Y. J. Yang, E. S. Hung, V. Rabinovich, G. K. Ananthasuresh, N. F. De Rooij, S. D. Senturia, "Nonlinear Electro-mechanical Behavior of an Electrostatic Microrelay", *Transducers* 97, pp 1141-1144, 1997.
- [5] Zhihong Li, Dacheng Zhang, Ting Li, Wei Wang and Guoying Wu, "Bulk Micromachined relay with Lateral contact", *J. Micro-mech. Microeng.* 10 (2000), pp. 329-333, 2000.

Para mayor información contactarse con:

Ing. Alex Lozano - alex@inti.gov.ar

[Volver a página principal](#) ◀