

**MICROTECNOLOGÍA:
DIARIO DE UN PROCESO.
FABRICACIÓN
DE UN MICROACELERÓMETRO**

María Cruz Acero
Jaume Esteve
José Antonio Plaza
Emilio Lora-Tamayo

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN	11
PARTE I. DESCRIPCIÓN DE LOS MICROACELERÓMETROS	13
DESCRIPCIÓN DE LOS MICROACELERÓMETROS	15
Introducción.....	15
Función de transferencia.....	15
Función de transferencia mecánica	15
Función de transferencia mecánico-eléctrica	19
Función de transferencia eléctrica.....	20
Tecnologías microelectrónicas de fabricación.....	21
Áreas de aplicación.....	23
MICROACELERÓMETROS PIEZORRESISTIVOS BASADOS	
EN TECNOLOGÍA BESOI	25
Elemento sensor (Puente de Wheatstone)	25
Descripción de la tecnología de acelerómetros BESOI.....	27
Diseños	28
Tipo voladizo (AC2-d2)	28
Tipo voladizo con sistema de autotest (AC2-d2U)	32
Acelerómetro de 5 Puentes (<i>Twin-mass</i>) (AC2-d5).....	38
Acelerómetro Triaxial de 6 puentes (AC2-posi).....	41
Comparación entre los diseños	49
Referencias	50
PARTE II. DIARIO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN	53
DIARIO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN.....	55
Introducción.....	55
La Sala Blanca del CNM.....	56
Áreas de trabajo.....	58
Visita a la Sala Blanca.....	59
Definición del proceso de fabricación	62
Procesado de la oblea de silicio BESOI.....	63
Procesado de la oblea de vidrio.....	65
El dispositivo final	67
DIARIO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN. OBLEAS DE SILICIO.....	69
Primer día	69

1. Marcar y preparar obleas.....	69
Substratos de partida.....	69
Medida del óxido de silicio de la cara posterior.....	71
Decapado del óxido de silicio de la cara posterior.....	71
Limpieza de las obleas.....	72
2. Fotolitografía para el alineamiento de doble cara.....	72
Segundo día.....	74
2. Fotolitografía para el alineamiento de doble cara (continuación).....	74
Grabado seco del silicio.....	74
Decapado de la resina.....	75
3. Preparación para el grabado anisótropo.....	76
Limpieza de las obleas.....	76
Oxidación térmica.....	77
Tercer día.....	78
3. Preparación para el grabado anisótropo (continuación).....	79
Medida del óxido de silicio crecido.....	79
Limpieza de las obleas.....	79
Depósito de nitruro de silicio LPCVD.....	79
Fotolitografía: definición de ventanas para el grabado anisótropo.....	80
Cuarto día.....	81
3. Preparación para el grabado anisótropo (continuación).....	81
Grabado seco del nitruro de silicio en el dorso de la oblea.....	82
Decapado del nitruro de silicio en la cara componentes.....	82
Decapado de la resina.....	82
Limpieza general.....	83
Quinto día.....	83
4. Definición de las piezorresistencias.....	83
Fotolitografía de doble cara.....	84
Preparación para el grabado húmedo del óxido térmico.....	86
Grabado húmedo del óxido térmico de 6.000Å.....	86
Sexto día.....	87
4. Definición de las piezorresistencias (continuación).....	87
Marcas en el silicio para facilitar el alineamiento posterior.....	87
Grabado seco de silicio en el RIE.....	87
Decapado de la resina.....	88
Limpieza simple.....	89
Oxidación para proteger el silicio durante la implantación.....	89
Séptimo día.....	89
4. Definición de las piezorresistencias (continuación).....	90
Implantación iónica de boro.....	90
Decapado del óxido de silicio.....	92
Limpieza simple.....	92
Oxidación para activar las impurezas.....	92
Octavo día.....	93
5. Apertura de contactos.....	93

Limpieza simple.....	93
Depósito de óxido de silicio PECVD.....	93
Fotolitografía para la apertura de contactos.....	94
Grabado húmedo del óxido de silicio	95
Decapado de la resina	95
Noveno día.....	97
6. Metalización.....	97
Preparación para la metalización	97
Metalización.....	97
Fotolitografía para definir las pistas de metal	99
Grabado del aluminio.....	101
Decapado de la resina	102
Décimo día	102
6. Metalización (continuación).....	102
Limpieza en agua desionizada	102
Recocido del aluminio	103
7. Preparación para el grabado seco del silicio	104
Fotolitografía para definir el grabado por RIE.....	104
Undécimo-duodécimo día	108
8. Grabado anisótropo	108
Micromecanización en volumen	108
<i>Undercutting</i>	110
Paro del ataque.....	111
Grabado anisótropo de la oblea de acelerómetros.....	112
Decimotercer día	116
8. Grabado anisótropo (continuación).....	117
Limpieza en HCl	117
Decapado seco del nitruro de silicio del dorso	117
9. Micromecanización superficial	117
Grabado del óxido de silicio enterrado	118
Micromecanización en superficie	118
Decimocuarto día.....	122
10. Grabado seco profundo del silicio.....	122
Grabado seco profundo del silicio	122
Decapado de la resina	124
RIE del óxido de silicio del borde de la oblea	125
Final de fabricación de las obleas de silicio.....	125
Decimoquinto día	125
11. Inspección de las obleas	125
Inspección a simple vista	125
Inspección en el microscopio electrónico SEM.....	127
DIARIO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN. OBLEAS DE VIDRIO	133
Primer día	133
1. Preparación de una máscara de silicio.....	134
Segundo día	134

1. Preparación de una máscara de silicio (continuación)	134
Fotolitografía para definir la máscara	135
Mejora de la adherencia de la resina	135
Grabado del óxido de silicio térmico	135
Decapado de la resina	135
Tercer día	136
1. Preparación de una máscara de silicio (continuación)	136
Grabado anisótropo de las obleas	136
Cuarto día	138
1. Preparación de una máscara de silicio (continuación)	138
Decapado del óxido térmico	138
2. Soldadura anódica	139
Técnicas de soldadura	139
Soldadura anódica de la máscara de silicio a una oblea de vidrio	141
Quinto-Octavo día	143
3. Grabado del vidrio. Grabado de la máscara de silicio	143
Grabado del vidrio	143
Grabado de la máscara de silicio	144
Final de obleas de vidrio	145

DIARIO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN.

DISPOSITIVOS ACABADOS	147
Decimosexto día	147
12. Soldadura anódica silicio-vidrio	147
13. Inspección de los dispositivos en un microscopio óptico	147
Decimoséptimo día	151
14. Serrado de las obleas	151
15. Final del proceso de fabricación	152

ANEXO I. RELACIÓN DE VÍDEOS INCLUIDOS EN EL DVD	153
---	-----