

## 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 nitrato 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