

Índice

Prólogo.....	15
--------------	----

Parte I. GENERALIDADES

Introducción. Tratamientos de superficie y capas delgadas (José M. Albella)	19
1. Qué se entiende por «superficie» y «capa delgada».....	19
2. La tecnología de tratamientos superficiales en los modernos procesos de fabricación.....	21
3. Técnicas de tratamiento superficial y depósito de capas delgadas	25
4. Objetivos y organización del libro	35
Bibliografía	37

Capítulo 1. Tecnología de vacío (José L. de Segovia)	39
1. Introducción.....	39
2. Comportamiento de los gases a presión reducida	40
3. Componentes básicos y dinámica del sistema de vacío	45
4. Bombas de vacío	49
5. Medida del nivel de vacío	58
Bibliografía	67

Capítulo 2. Descargas eléctricas en gases: plasmas (José Cotrino, José M. Albella).....	69
1. Introducción: el estado plasma.....	69
2. Física de plasmas: conceptos fundamentales	70
3. Procesos colisionales y radiativos en plasmas.....	77
4. La frontera plasma-superficie: vaina del plasma.....	84
5. Plasmas no térmicos en descargas eléctricas de corriente continua ...	86
6. Plasmas de corriente alterna.....	93
7. Técnicas de diagnosis del plasma: sonda de Langmuir	99
Bibliografía	103

Capítulo 3. Mecanismos de nucleación y crecimiento de capas delgadas (Alberto Palmero, José M. Albella)	105
1. Introducción: etapas en el crecimiento de capas delgadas	105
2. Llegada y acomodación térmica de los átomos sobre la superficie....	107
3. Adsorción/desorción sobre la superficie del sustrato	108
4. Difusión superficial (hasta la incorporación)	113

5. Nucleación y primeros estadios del crecimiento de la película	117
6. Crecimiento continuo de las capas	124
7. Simulación del crecimiento de las capas	129
8. Influencia de las variables del proceso de deposición en la morfología de las capas	132
Bibliografía	135

Parte II. TRATAMIENTOS DE SUPERFICIE Y DEPOSICIÓN DE CAPAS DELGADAS

Capítulo 4. Técnicas de evaporación (Ignacio Jiménez, José M. Albella)	139
1. Evaporación térmica en vacío: fundamentos	139
2. Métodos de evaporación térmica	147
3. Evaporación de aleaciones, mezclas y compuestos	150
4. Proyección térmica (<i>thermal spraying</i>)	155
Bibliografía	164

Capítulo 5. Deposición mediante pulverización catódica (<i>sputtering</i>) (Olga Sánchez, Raúl Gago)	165
1. Introducción	165
2. Fundamentos básicos del proceso de pulverización catódica	168
3. Pulverización catódica en corriente continua	174
4. Pulverización catódica en corriente alterna (RF)	178
5. Pulverización catódica en atmósfera reactiva	180
6. Técnicas energéticas de pulverización catódica	184
7. Aplicaciones tecnológicas de la pulverización catódica	190
Bibliografía	194

Capítulo 6. Depósito y modificación de capas mediante haces de iones (Ignacio Jiménez, Raúl Gago)	195
1. Introducción	195
2. Interacción ión-superficie	196
3. Aspectos experimentales	201
4. Ejemplos de aplicaciones	209
5. Implantación de iones	214
Bibliografía	217

Capítulo 7. Epitaxia por haces moleculares (<i>molecular beam epitaxy</i>), MBE (Ana Ruiz, Luisa González)	219
1. Introducción: crecimiento epitaxial	219
2. Descripción de la técnica	222
3. Proceso de crecimiento	231
4. Aplicaciones: sistemas de baja dimensionalidad	241
Bibliografía	242

Capítulo 8. Depósito por láser pulsado (PLD) (José Gonzalo, Francisco Javier Palomares)	245
1. Introducción	245
2. Aspectos básicos de la técnica de PLD	249
3. Síntesis de láminas delgadas	262
4. Resumen y conclusiones	266
Bibliografía	267
 Capítulo 9. Preparación de recubrimientos mediante deposición química en fase vapor (CVD) (Cristina Gómez-Aleixandre, Saúl I. Castañeda, José M. Albella)	269
1. Introducción	269
2. Fundamento de los procesos de CVD	270
3. Clasificación de las técnicas de CVD	279
4. Equipos de producción mediante la técnica de LPCVD	284
5. Algunos ejemplos de procesos de CVD	285
6. Otras variantes de la técnica de CVD	288
7. Resumen y conclusiones	293
Bibliografía	293
 Capítulo 10. Técnicas de CVD asistidas por plasma (PECVD) y láser (Cristina Gómez-Aleixandre, Olga Sánchez)	295
1. Introducción: aspectos generales	295
2. Mecanismos de activación del plasma	296
3. Plasmas producidos en descargas de corriente alterna	301
4. Técnicas de CVD asistidas por plasma (PECVD)	305
5. Técnicas de depósito asistidas por láser (foto-CVD o láser-CVD)	313
6. Ejemplos de procesos PECVD	316
Bibliografía	320
 Capítulo 11. Tratamientos superficiales en fase líquida y gas (Isabel Montero, José M. Albella)	321
1. Introducción	321
2. Procesos electroquímicos	322
3. Tratamientos superficiales en fase líquida	331
4. Tratamientos superficiales en fase gas: cementación, nitruración y carbonitruración	344
Bibliografía	349
 Capítulo 12. Preparación de recubrimientos por Sol-Gel (Marcos Zayat, David Levy)	351
1. Introducción	351
2. Preparación de películas delgadas por Sol-Gel	369
3. Aplicaciones y ejemplos más representativos	363
4. Resumen y conclusiones	365
Bibliografía	366

Parte III. CARACTERIZACIÓN DE SUPERFICIES Y DE CAPAS DELGADAS

Capítulo 13. Caracterización morfológica de superficies y capas delgadas (Rafael Álvarez, Alberto Palmero, Agustín R. González-Elipe)	369
1. Introducción	369
2. Métodos de medida del espesor	370
3. Determinación de la porosidad en capas delgadas	380
4. Análisis de la topografía de capas delgadas	385
5. Rugosidad y energía superficial: mojado de las superficies	394
Bibliografía	398
 Capítulo 14. Propiedades ópticas (Fernando Agulló-Rueda, Rosalía Serna)	399
1. Introducción	399
2. Interacción-luz materia	401
3. Técnicas de caracterización óptica	411
Bibliografía	427
 Capítulo 15. Técnicas de difracción de rayos X (Carlos Prieto, Alicia de Andrés)	429
1. Introducción: estructura microscópica y propiedades de un material.	429
2. Difracción de rayos X: «alto ángulo»	435
3. Reflectividad de rayos X: «bajo ángulo».	446
Bibliografía	457
 Capítulo 16. Espectroscopías de electrones: XPS y AES (Isabel Montero, Francisco Javier Palomares)	459
1. Introducción	459
2. Espectroscopía de fotoelectrones, XPS	462
3. Espectroscopía de electrones Auger (AES)	474
4. Perfiles de concentración en profundidad.	478
5. Imágenes y mapas de composición.	481
Bibliografía	487
 Capítulo 17. Análisis con haces de iones: RBS, ERDA, PIXE, NRA y SIMS (Isabel Montero, Raúl Gago)	489
1. Conceptos generales de las técnicas de análisis con haces de iones	489
2. Instrumentación para el análisis IBA	491
3. Espectrometría de retrodispersión Rutherford (RBS).	496
4. Retroceso elástico de iones (ERDA).	503
5. Emisión de rayos X inducida por partículas energéticas	510
6. Análisis mediante reacciones nucleares (NRA)	513
7. Espectrometría de masas de iones secundarios (SIMS)	517
Bibliografía	520

Capítulo 18. Microscopias de campo cercano: STM y AFM	
(José Ángel Martín-Gago)	521
1. Introducción	521
2. El STM	527
3. El AFM	533
4. ¿STM o AFM? (o cuál usar para cada problema)	536
5. Imágenes de sistemas moleculares	537
6. Algunas variantes de los SPM para determinación de propiedades y modificación de los materiales	539
7. Cálculos «ab-initio» para simular imágenes SPM	542
8. Problemas frecuentes en la utilización de técnicas SPM	543
9. Resumen	546
10. Agradecimientos	547
Bibliografía	547
 Capítulo 19. Técnicas de caracterización con radiación sincrotrón	
(Ignacio Jiménez)	549
1. Introducción	549
2. Instalaciones y equipamiento	552
3. Aspectos de la interacción radiación-materia	556
4. Interacción inelástica: técnicas espectroscópicas	559
5. Interacción elástica: técnicas de difracción	573
Bibliografía	578
 Capítulo 20. Técnicas de microscopía electrónica (SEM, TEM)	
(Ángel R. Landa-Cánovas, T. Cristina Rojas Ruiz)	579
1. Introducción	579
2. Interacción electrón-materia: interacciones elásticas e inelásticas	580
3. Microscopía electrónica de barrido (SEM)	581
4. Microscopía electrónica de transmisión (TEM)	584
5. Espectroscopías asociadas a la microscopía electrónica	597
Bibliografía	608
 Capítulo 21. Caracterización mecánica y tribológica de recubrimientos	
(Juan Carlos Sánchez López, José M. Albella)	611
1. Introducción	611
2. Propiedades mecánicas de los materiales	612
3. Medida de las propiedades mecánicas de recubrimientos	621
4. Propiedades tribológicas	631
5. Medida de las propiedades tribológicas	637
6. Resumen y conclusiones	639
Bibliografía	640

Parte IV. PROPIEDADES Y APLICACIONES

Capítulo 22. Aplicaciones mecánicas y tribológicas de los recubrimientos (Juan Carlos Sánchez-López, José M. Albella)	643
1. Introducción	643
2. Materiales comúnmente empleados como recubrimientos protectores	647
3. Aplicaciones mecánicas y tribológicas de los recubrimientos	663
4. Resumen y conclusiones	671
Bibliografía	672
 Capítulo 23. Aplicaciones químicas: tratamientos superficiales para protección frente a la corrosión (Juan de Damborenea, Iñaki García)	673
1. Aspectos generales: importancia de la corrosión y de los métodos de protección	673
2. Fundamentos básicos de la corrosión	674
3. Protección frente a la corrosión mediante recubrimientos y modificación de la superficie	684
4. Conclusiones	699
Bibliografía	702
 Capítulo 24. Aplicaciones de láminas delgadas en microelectrónica y optoelectrónica (María Luisa Dotor, José M. Albella)	703
1. Introducción	703
2. Propiedades generales de los semiconductores	704
3. Métodos de fabricación de dispositivos y procesos tecnológicos	713
4. Dispositivos de micro- y optoelectrónica	725
Bibliografía	732
 Capítulo 25. Aplicaciones ópticas de láminas delgadas (Rosalía Serna, Fernando Agulló-Rueda)	733
1. Introducción	733
2. Respuesta óptica de multicapas. Conceptos básicos de funcionamiento para diseño de recubrimientos	734
3. Aplicaciones en componentes ópticos	738
4. Recubrimientos ópticos activos	753
Bibliografía	757
 Capítulo 26. Propiedades y aplicaciones de las nanoestructuras magnéticas (Jesús María González)	759
1. Introducción: del momento magnético a la histéresis magnética	759
2. Propiedades magnéticas de superficies e intercaras sensibles al tamaño	765

3. Fenomenología magnética en películas delgadas y nanoestructuras de interés para la tecnología	768
4. Aplicaciones de las películas delgadas magnéticas	777
Bibliografía	783
Índice de materias.	785