

I 基礎編

第1章 総論	〈宮崎 栄三〉… 4
1. 汚れた表面と清浄表面	4
2. 清浄表面特有な性質	4
3. 表面分析法とそのバックグラウンド	6
第2章 結晶表面の原子配列と表示法	
第1節 空間格子と単位構造	〈河津 璋〉… 10
第2節 並進群と点群およびブラベー格子	〈河津 璋〉… 11
1. はじめに	11
2. 並進群	11
3. 点群	11
第3節 二次元空間群	〈河津 璋〉… 13
第4節 二次元超格子の表示法	〈河津 璋〉… 15
1. はじめに	15
2. 行列による表示	15
3. Woodの表示法	15
第5節 二次元逆格子	〈河津 璋〉… 18
第6節 二次元格子の性質	〈河津 璋〉… 19
1. 逆格子と直線の直交	19
2. 直線(hk)への距離	19
3. 逆格子空間の単位格子の面積	20
第7節 微斜面の表示法	〈河津 璋〉… 21
第8節 二次元格子の対称性の応用	〈河津 璋〉… 23
第3章 表面の電子状態およびエネルギー	
第1節 内殻電子のエネルギー状態表示法	〈中村 孝〉… 26
1. はじめに	26
2. 原子の殻構造	26
3. KLLオージェ遷移の終状態	26
3.1 LS結合スキーム	27
3.2 jj 結合スキーム	27
3.3 中間結合ケース	28
4. おわりに	29

第2節 表面電位	〈塚田 捷〉	30	
第3節 仕事関数	〈塚田 捷〉	33	
第4節 トンネル効果	〈塚田 捷〉	37	
第5節 化学吸着	〈宮崎 栄三〉	40	
1. はじめに	40	2.2 分子状吸着と解離吸着	42
2. 遷移d-金属表面における2原子分子の化学吸着	40	2.3 化学吸着特性による遷移金属の分類	43
2.1 H, O, N原子の吸着結合エネルギー	40	3. 共鳴モデルと化学吸着	43

第4章 光, 電子, イオンによる表面分析の基礎

第1節 光による表面分析の基礎	〈二瓶 好正〉	48	
1. はじめに	48	2.3 電磁波を用いた分析法	56
2. 電磁波と物質の相互作用	48	3. 電磁波を用いた表面分析法	56
2.1 電磁波の分類	48	3.1 表面感性の向上	56
2.2 相互作用の分類	49	3.2 X線のマイクロビーム化	56
第2節 電子の回折・放出・吸収	〈早川 和延〉	58	
1. 本節の目的	58	5. 表面波共鳴を利用した表面観察・計測への応用	61
2. 反射電子回折	58	5.1 表面波共鳴に基づく表面顕微像	61
2.1 LEEDからRHEEDまで	58	5.2 表面での原子移動の観察	62
2.2 使用する結晶表面の種類による分類	58	5.3 オングストロームレベルの表面測量	64
3. 表面波共鳴現象	58	6. 二次電子放出と電子のスピン	65
3.1 RHEEDの例	58	7. おわりに	67
3.2 LEEDの場合	59		
4. 表面波共鳴を視覚的にとらえる	60		
第3節 イオン	〈志水 隆一/姜 錫泰〉	68	
1. はじめに	68	4. 酸化物試料のスパッタリング	70
2. スパッタリングの物理	68	5. 合金試料のスパッタリング	71
3. 単原子試料のスパッタリング	70	6. 二次イオン収量	72

第5章 表面分析のための超高真空技術

第1節 真空の基礎	〈辻 泰〉	78	
1. 真空の領域	78	5. 気体の流れとコンダクタンス	79
2. 気体の圧力と分子密度	78	6. 真空中の輸送現象	80
3. 分子速度	78	7. 吸着確率と滞留時間	80
4. 平均自由行程と入射頻度	78	8. 真空の質	81
第2節 真空材料	〈山川 洋幸〉	83	
1. はじめに	83	2.2 アルミニウム合金	83
2. 真空用構造材料	83	3. 真空用機能材料	86
2.1 ステンレス鋼	83	3.1 シール材料	86

3.2 真空用潤滑材	86	3.3 耐熱、絶縁材料	86
第3節 真空度測定		〈辻 泰〉	88
1. はじめに	88	2.5 粘性真空計	89
2. 全圧真空計	88	2.6 冷陰極電離真空計	90
2.1 U字管真空計	88	2.7 中・高真空用熱陰極電離真空計	90
2.2 マクラウド真空計	89	2.8 超高真空用熱陰極電離真空計	91
2.3 熱伝導真空計	89	3. 分圧真空計	92
2.4 隔膜真空計	89	4. 真空計の校正と測定上の注意	93
第4節 真空ポンプ		〈小林 正典〉	95
1. 真空ポンプの概念	95	2. ポンプ各論	95
1.1 分類	95	2.1 気体移送型ポンプ	95
1.2 性能評価	95	2.2 気体ため込み型ポンプ	97
第5節 排気系		〈堀越 源一〉	99
第6節 ガス放出現象		〈堀越 源一〉	104
第7節 その他			109
[1] リークテスト		〈中村 静雄〉	109
1. はじめに	109	漏れ捜し	110
2. ヘリウムリークディテクタの原理	109	4. ヘリウムリークディテクタと試験体との	
3. ヘリウムリークディテクタによる		接続	111
[2] パーツ(部品)		〈林 義孝〉	113
1. はじめに	113	4. バルブ	115
2. 真空シール	113	5. 運動導入器	116
2.1 永久固定シール	113	6. 電流端子と光導入器	116
2.2 軸シール	114	7. おわりに	117
3. フランジ	114		
第6章 清浄表面のつくり方			
第1節 材料別試料調整法			120
[1] 試料の加熱		〈斉藤 芳男〉	120
1. 加熱清浄の方法と注意点	120		
[2] イオンスパッタリング		〈福田 伸/山科 俊郎〉	124
1. はじめに	124	4. 照射効果	125
2. イオン銃	124	5. おわりに	127
3. 気体の取扱い	124		
[3] へき開・破さい		〈上田 一之〉	128
[4] 化学処理		〈金持 徹/浦野 俊夫〉	130
[5] 蒸着		〈白木 靖寛〉	135
1. はじめに	135	4. 単結晶薄膜の形成	137
2. 蒸着法の実際	135	5. GaAs単結晶清浄表面の電子状態	137
3. 高純度Al薄膜の形成と表面吸着現象	135	6. 平坦界面の形成	139
[6] 電子衝撃加熱		〈荒川 一郎〉	140

1. 電子衝撃加熱法の実例	140	3. その他の方法	140
2. 電子衝撃加熱の利点	140		
【7】 光刺激脱離(PSD)			〈伊佐 公男〉… 141
1. はじめに	141	2. 具体例	141
第2節 材料別表面清浄化			143
【1】 半導体表面			143
(a) 化合物半導体			〈中島 尚男〉… 143
1. はじめに	143	4. イオンおよびプラズマ照射	143
2. 化学エッチ	143	5. 真空中での熱処理	143
3. へき開	143	6. 分子線成長(MBE)法	144
(b) 超高真空中におけるSi結晶表面の清浄化			〈石坂 彰利〉… 146
1. はじめに	146	6.4 Gaビーム照射法(ガリエーション)	151
2. 清浄Si表面とは	146	6.5 Siビーム照射法	152
3. Si表面の汚染物とその源	147	6.6 Si予備堆積法	152
4. 清浄化のための環境	148	6.7 低温サーマルエッチ法	153
5. Si基板表面に形成した酸化皮膜の役割	148	6.8 へき開法	154
6. 表面清浄化法	149	7. 高温処理(>1100℃)と低温処理	
6.1 希ガスイオンによるスパッタエッチ法	149	(<900℃)の比較	155
6.2 高温サーマルエッチング法	151	8. おわりに	155
6.3 パルスレーザ照射法	151		
【2】 金属表面			〈金持 徹/浦野 俊夫〉… 156
1. はじめに	156	でない場合	157
2. 主として加熱による清浄化	156	5. 主として蒸着法による清浄表面の作製	158
3. 主としてスパッタリングによる清浄化	156	6. 酸化と還元	160
4. 加熱法もスパッタリング法も有効		7. へき開・破砕	160
【3】 セラミックス(無機材料)			〈大島 忠平〉… 162
1. はじめに	162	4. イオンスパッタリングとアニール法	163
2. 真空へき開法	162	5. 雰囲気加熱法	164
3. 真空加熱法	163	6. 真空機械研磨法	164
【4】 有機材料表面			〈福岡紀子生/岡田 正和〉… 165
1. 特徴—酸化されない表面—	165	4. ステアリン酸単結晶(001)面の特徴	167
2. ステアリン酸単結晶の(001)基盤面と		5. 有機分子蒸着膜の表面	168
(110)側面	165	6. 超高真空有機蒸着膜	168
3. 脂肪酸単結晶上の金属蒸着粒子の形態	166	7. まとめ	169
【5】 粉末表面			〈岡本 康昭〉… 171
1. はじめに	171	3. 吸着水の除去	172
2. 粉末表面の汚染	171	4. 吸着酸素, 二酸化炭素等の除去	173

第7章 表面分析法の原理と測定法(I)

第1節 オージェ電子分光法・走査オージェ顕微鏡(AES: Auger Electron Spectroscopy・SAM: Scanning Auger Microscope)			〈福田 安生〉… 176
1. はじめに	176	3. 装置	178
2. 原理	176	3.1 AESの装置	178
2.1 オージェ電子の発生	176	3.2 走査オージェ顕微鏡(SAM: Scanning Auger Microscope)装置	180
2.2 オージェエネルギー	176	4. AES, SAMの応用	181
2.3 オージェ強度	177		

4.1 定量分析	181	4.6 自動イオン化(Autoionization)	183
4.2 表面偏析への応用	181	4.7 電子以外の励起源によるオージェ電子放出	183
4.3 深さ方向元素分布分析への応用	182	4.8 オージェスペクトル中に現れる他の情報	185
4.4 SAMを用いた粒界の研究	182		
4.5 化学状態分析への応用	182		
第2節 低速電子回折法(Low Energy Electron Diffraction : LEED)…………… <埴 輝雄>… 187			
1. 概要	187	3.3 多重回折パターンと大きな超格子	196
2. LEED装置	187	3.4 facet	197
2.1 電子光学系	187	3.5 vicinal面(微斜面)	197
2.2 試料マニピュレータ	189	3.6 反位相領域(anti-phase domain)	198
2.3 データ収集・記録系	190	3.7 回折スポットの形状解析(Spot Profile Analysis)	199
2.4 LEED実験装置の例	191	3.8 表面原子の熱振動	200
3. 回折像の解釈	192	3.9 2D格子データ	201
3.1 単純な回折図形	192		
3.2 消滅点を含む回折パターン	195		
第3節 反射高速電子線回折(reflection high energy electron diffraction : RHEED)…………… <坂本 統徳>… 203			
1. はじめに	203	5.2 荒れた表面	206
2. 原理	203	5.3 ステップ状表面	206
3. 装置	204	5.4 完全平坦表面	207
4. 表面超構造の解析	204	5.5 ファセット面をもつ表面	208
4.1 Si(111) 7 × 7	204	5.6 円状パターン	208
4.2 Si(001) 2 × 1	205	5.7 微傾斜基板表面	209
4.3 GaAs(001) 2 × 4	205	6. RHEED強度振動	210
4.4 表面超構造による基板温度の較正	206	6.1 原理	210
5. 表面形状の解析	206	6.2 RHEED振動の観察	210
5.1 菊池パターン	206	6.3 RHEED振動法の特徴	211
第4節 走査電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope : SEM)…………… <永谷 隆>… 213			
1. はじめに	213	7. 加速電圧効果	217
2. SEMの原理	213	8. 反射電子(後方散乱電子)像	217
3. 走査電子プローブの形成	214	9. チャネリング・コントラスト	218
4. 二次電子放出・検出	215	10. その他のコントラスト	218
5. 画像のコントラストとノイズ	217	11. 高分解能SEM	219
6. SEM像のコントラスト	217	12. おわりに	220
第5節 走査トンネル顕微鏡(Scanning Tunneling Microscopy : STM)…………… <小島 勇夫>… 222			
1. はじめに	222	3.5 防振	226
2. STMの原理	222	3.6 チップの作製法と問題点	226
2.1 STMの概念	222	3.7 粗動機構	227
2.2 STMの理論とトンネル分光	223	3.8 STMにおける画像処理	228
3. STM装置	224	4. STMファミリー—走査プローブ顕微鏡	228
3.1 構成	224	5. STMによる原子配列の観察	229
3.2 微動走査機構	224	5.1 半導体表面	229
3.3 電子制御回路	225	5.2 金属・HOPGなどの表面	230
3.4 測定モード	225	5.3 有機系分子	230

6. STSによる電子状態の観察	231	8. 表面粗さの計測	232
7. 電気化学反応のin-situ測定	232	9. 表面の設計・加工・制御	232
第6節 電子プローブ微小分析法(Electron Probe Micro-Analysis : EPMA) …… <副島 啓義>… 235			
1. はじめに	235	4.1 定性分析	239
2. 利用される信号とその役割	235	4.2 線分析	239
3. 装置と分析モード	236	4.3 X線像	240
3.1 装置構成	236	4.4 定量分析	241
3.2 X線分光器	237	4.5 マッピング	241
3.3 基本的分析モード	237	4.6 状態分析	242
3.4 自動化	238	5. X線発生領域の近似評価	244
4. 分析の実際例	239		
第7節 イオン散乱分光法(Ion Scattering Spectroscopy : ISS) …… <尾浦憲治郎>… 246			
1. はじめに	246	効果	249
2. ISSの原理と基礎事項	247	2.6 標的原子の反跳	250
2.1 2体弾性衝突によるイオンの散乱	247	3. 実験装置	251
2.2 質量分解能	247	4. 応用例	253
2.3 表面感度と中性化	248	4.1 表面最外層の組成分析例	253
2.4 定量性	249	4.2 表面最外層の構造解析例	255
2.5 シャドーイング効果とブロッキング		4.3 表面水素の検出と構造解析例	256
第8節 ラザフォード後方散乱分光法(Rutherford Backscattering Spectrometry : RBS) …… <成沢 忠>… 259			
1. はじめに	259	2.3 チャンネリングを用いた表面構造解析法	263
2. RBSの原理	260	3. RBSの測定法	267
2.1 ラザフォード散乱	260	4. RBSの表面構造解析への応用	268
2.2 RBSによる固体分析法	261		
第9節 二次イオン質量分析法(Secondary Ion Mass Spectrometry : SIMS) …… <本多 文洋>… 271			
1. 背景	271	2.4 角度分布とエネルギー分布	276
1.1 スパッタリング過程	271	2.5 二次イオンと表面構造(スパッタされた粒子間の反応)	277
1.2 応用への問題点	272	2.6 再結合の過程が無視できる系	277
1.3 改善への方向	272	2.7 二量体生成確率	278
2. スパッタリング過程の基礎的定数	273	3. クラスターイオンの観察	279
2.1 スパッタリング効率とイオン化効率	273	4. 吸着層、有機物、天然物への応用	281
2.2 O ₂ 、Csによる衝撃	275		
2.3 表面形状の効果	275		
第10節 X線光電子分光法(X-ray photoelectron spectroscopy : XPS) …… <広川吉之助>… 284			
1. 歴史と原理	284	4.5 多重項分裂(Multiplet splitting)	289
2. 装置	284	4.6 シェークアップサテライト(Shake up satellite)	289
3. スペクトル	284	4.7 その他	290
4. スペクトルからの情報	288	5. 定量性	290
4.1 内殻レベルの化学シフト	288	6. XPS測定の問題点	292
4.2 価電子帯構造	288	6.1 装置関数	292
4.3 オージェ化学シフトと形状	288	6.2 装置の真空度と真空の質、そして汚染	292
4.4 X線サテライト、ゴースト	289		

6.3 標準試料	292	6.5 得られたデータとその処理	293
6.4 測定試料の問題	293	7. 応用例	293
第11節 真空紫外光電子分光法(Ultraviolet Photoemission Spectroscopy : UPS) …… <菅 滋正>… 295			
1. 基本概念	295	3. 充満電子帯状態密度と内殻準位シフト	299
2. 光電子分光実験装置と測定方法	296	3.1 光電子放出過程とスペクトル	299
2.1 電子エネルギー分析器	296	3.2 内殻準位シフト	300
2.2 UV光源と放射光	297	4. 角度分解を利用した測定法	301
2.3 試料マニピュレータ, 表面ク リーニング等	298	5. スピン偏極電子を利用した測定法	303
2.4 光電子スペクトル測定法	298	6. おわりに	305
第12節 赤外分光法・フーリエ変換赤外分光法(Infrared Spectroscopy : IR, Fourier Transform Infrared Spectroscopy : FTIRS) …… <伊藤 正時>… 307			
1. はじめに	307	3. 赤外分光法の表面科学への応用	310
2. フーリエ変換赤外分光法	308	4. 最近の応用例	313
2.1 原理	308	5. おわりに	314
2.2 測定装置	309		
第13節 昇温脱離法 …… <豊嶋 勇>… 316			
1. はじめに	316	7. 脱離ガスの検出, 同定	321
2. 脱離スペクトルの解析	316	8. ほかの分光法との組合せによる吸着・ 脱離の研究	322
3. 装置について	319	9. 脱離スペクトルの角度分布	325
4. 試料の作製, 清浄化, 加熱, 冷却	321	10. おわりに	326
5. 試料温度の制御	321		
6. ガスの導入	321		
第14節 各種表面分析法の特徴と比較 …… <最上 明矩>… 327			
1. はじめに	327	4.3 空間分解能	331
2. 分析に使われる諸量子	327	4.4 化学状態の解析	332
3. 各種量子と物質との相互作用	327	5. 深さ方向分析	332
4. 主な分析手法とその特徴	330	6. 表面分析における真空	333
4.1 分析原理	330	7. おわりに	333
4.2 分析対象元素および感度	330		
第8章 その他の測定法			
第1節 表面電位・仕事関数 …… <山本 恵彦>… 336			
1. 仕事関数測定法の分類	336	2.4 カロリメトリ法	338
2. 絶対測定法	336	2.5 表面電離法	338
2.1 熱電子放出測定	336	3. 相対測定法	338
2.2 電界電子放出測定	337	3.1 振動容量法	338
2.3 光電子放出測定	337	3.2 電子線阻止電位法	339
第2節 温度測定 …… <阿竹 徹>… 342			
1. 温度目盛	342	3.1 抵抗温度計	343
2. 温度測定の基礎	342	3.2 熱電対温度計	344
3. 各種実用温度計と使用上の注意	343	3.3 放射温度計	345

3.4	その他の温度計	345		
第3節	表面電気伝導		〈渡辺 正夫〉	347
1.	はじめに	347	4.	ガス吸着と薄膜抵抗の増加
2.	フックスーゾンドハイマー(Fuchs-Sondheimer)理論の問題点	347	5.	可視光の反射
3.	理論と実験の比較	350	5.1	表面伝導と光反射
3.1	実験結果と表面粗さの効果	350	5.2	ガス吸着によるエリプソメトリ応答
3.2	粗い表面に対する量子論	356	6.	ZnO結晶の表面伝導とガス吸着
			7.	おわりに
第4節	吸着量		〈枝元 一之〉	369
1.	はじめに	369	3.1	LEED-TPD
2.	特殊な定量分析法	369	3.2	LEED-XPS, AES
2.1	反射電子マイクロスコープ(REM)	369	3.3	NRA-XPS
2.2	質量分析	369	3.4	NRA-LEED
2.3	核反応法(NRA)	370	3.5	TPD-AES
3.	分析法の複合化	370	3.6	SIMS-AES-XPS
第5節	表面積		〈井上 泰宣〉	374
1.	はじめに	374	Harkins)	376
2.	吸着法	374	2.4	測定装置
2.1	ラングミュアの吸着式	375	3.	液体吸着法
2.2	BET吸着式	375	4.	浸漬熱法
2.3	ジュラハーキングズ式(Jura-		5.	透過法
第6節	表面張力		〈近沢 正敏/金澤 孝文〉	379
1.	はじめに	379	2.8	液体の表面張力を測定するときの注意
2.	液体の表面張力の測定	379	3.	固体の表面張力の測定
2.1	毛管上昇法	380	3.1	へき開法
2.2	輪環法	380	3.2	クリープ法
2.3	垂直板法	380	3.3	多重相平衡法
2.4	泡圧法	381	3.4	溶解熱法
2.5	液滴法	381	3.5	溶解度法
2.6	液-液界面張力	381	3.6	臨界表面張力
2.7	その他の方法	381		

II 基礎発展編

第1章	総論		〈青野 正和〉	388
------------	-----------	--	---------	-----

第2章 表面の組織および結晶構造の変化

第1節	表面組成		〈中村 勝吾〉	392
1.	はじめに	392	2.	放射線照射に誘起された偏析
				392

3. イオンスパッタ誘起偏析	393	4. 酸化および化学エッチ等による表面組成	394
第2節 表面再配列と緩和	〈埴 輝雄〉	396	
1. 金属表面の緩和構造	396	4. 金属表面の再配列	399
2. 点イオンモデル	396	5. Si表面の再配列構造	400
3. Zinc Blende型結晶の(110)面	398		
第3節 表面格子欠陥	〈大坂 敏明〉	402	
1. 表面に存在する欠陥の種類	402	2.2 らせんステップ	404
2. 表面格子欠陥の形成	402	2.3 点欠陥	404
2.1 へき開ステップ	402		
第4節 表面拡散	〈大坂 敏明〉	406	
1. はじめに	406	3. 表面拡散による表面トポグラフィーの 変化	407
2. 蒸着原子の表面拡散	406		
第5節 表面偏析	〈吉原 一紘〉	409	
1. はじめに	409	5. 微量成分の表面偏析	410
2. 表面組成の定義	409	6. 表面析出	411
3. 表面偏析の熱力学	409	7. 表面析出現象の応用	412
4. 表面偏析のエネルギー	410	8. おわりに	413
第6節 非晶質表面	〈作花 済夫〉	414	
1. はじめに	414	3.2 ガラス表面のシラノール基の生成	415
2. 表面の生成	414	4. 非晶質表面の化学作用	415
2.1 ホウケイ酸ガラスの分相を利用する 多孔質ガラスの作製	414	4.1 ガラス表面の活性とその制御	415
2.2 ゾルゲル法による多孔質体の作製	414	4.2 ガラス表面の組成、溶解、イオン交換	416
3. 酸化物ガラスの表面	414	5. 非晶質の触媒特性	416
3.1 ガラス構造とシラノール基	414	6. 非晶質表面のフラクタル特性	416

第3章 表面薄膜形成の基礎過程

第1節 核生成過程と成長様式	〈河津 璋〉	420	
1. はじめに	420	3.5 捕獲数	422
2. 薄膜形成の素過程	420	4. 薄膜の成長様式	423
3. 核生成過程	421	4.1 Volmer-Weberの成長様式	424
3.1 核の濃度	421	4.2 Frank-van der Merweの成長様式	426
3.2 核生成速度	421	4.3 Stranski-Krastanovの成長様式	431
3.3 安定核の成長速度	421	5. おわりに	432
3.4 安定核の合体過程	422		
第2節 エピタキシー	〈太田 公廣〉	434	
1. はじめに	434	4.1 液相エピタキシー(LPE)	435
2. エピタキシーの定義	434	4.2 有機金属熱分解法(MOCVD)	436
3. エピタキシーの種類	434	4.3 分子線エピタキシー(MBE)	438
4. エピタキシー技術	435	5. エピタキシャル成長の基礎過程	438

5.1 基本プロセス	438	6.1 微傾斜面エピタキシー	440
5.2 エピタキシャル成長関連事項	439	6.2 表面拡散	441
6. 微傾斜面上エピタキシーと表面拡散	440		

第4章 表面の電子構造

第1節 バルクの原子配列と電子状態	〈花村 榮一〉	446	
[1] k 空間		447	
[2] ブリルアンゾーン		448	
1. 単純立方格子の逆格子とブリルアンゾーン		448	
2. 体心立方格子の逆格子とブリルアンゾーン		449	
[3] フェルミ準位		450	
1. 金属	450	2. 半導体	452
[4] 状態密度		453	
[5] 各結晶の特徴(半導体, 金属, イオン結晶, 分子性結晶)		455	
第2節 表面の電子状態		458	
[1] 表面準位	〈中村 勝吾〉	458	
1. Tamm準位とSchokley準位	458	4. 金属の表面準位	460
2. 半導体の表面準位	458	5. 半導体の表面準位とバンドの湾曲	461
3. LaB_6 の表面準位	459		
[2] 表面の状態密度	〈石井 靖〉	462	
[3] 吸着層のバンド構造	〈匂坂 康男〉	466	
1. 概説	466	い吸着系	467
2. 孤立層と吸着層のバンド構造(化学吸着系の場合)	466	4. スピナー軌道相互作用が重要な吸着系	468
3. スピナー軌道相互作用が重要な		5. バンド幅と吸着子間距離の関係	469
[4] クラスターの電子状態	〈足立 裕彦〉	470	
[5] 表面格子欠陥と電子状態	〈里子 允敏〉	476	
1. はじめに	476	3. 吸着子との相互作用	478
2. イオン結晶表面	476	4. 共有化合物	478
[6] 表面ダングリングボンド	〈太田 英二〉	480	
[7] 半導体表面	〈前田 正雄〉	484	
1. はじめに	484	2.3 (110)面	486
2. 再構成とその機構	484	2.4 (100)面	487
2.1 Siの(111)面	484	3. おわりに	487
2.2 極性半導体の(111)面	486		

第5章 表面における振動励起

第1節 電子による励起	〈西嶋 光昭〉	490	
1. はじめに	490	ing), 熱散漫散乱(thermal diffuse scattering)	492
2. 長距離双極子散乱(long-range dipole scattering)	490	4. 短距離負イオン共鳴散乱(short-range negative-ion resonance scattering)	495
3. 短距離衝突散乱(short-range impact scatter-			

第2節 中性粒子による振動励起	〈馬越 健次〉	498
1. 中性粒子とは		498
2. 軽い原子		499
3. 重い原子		500
第6章 表面における電子励起		
第1節 価電子励起, 内殻電子励起(EELSの基礎)	〈齊木幸一郎〉	504
1. 表面電子励起		504
2. 電子のエネルギー損失過程		504
3. 電子遷移における選択則		505
4. 表面電子励起の観測例		506
4.1 価電子励起		506
4.2 内殻電子励起		507
第2節 表面プラズモン励起	〈林 真至〉	508
1. 表面プラズモンとは		508
2. 表面プラズモンポラリトンの電磁気理論		508
2.1 一般論		508
2.2 半無限平面のSPP		509
2.3 球のSPP		509
3. 非輻射的SPPの励起と観測		510
3.1 プリズムカップラー(ATR法)		510
3.2 グレイティングカップラー		511
3.3 表面粗さによるカップリング		511
3.4 種々の可能な実験		511
4. 表面科学的な応用		512
第3節 表面エキシトン, 表面ポラリトン	〈中山 正敏〉	514
1. 概説		514
2. 表面ポラリトン		515
3. 表面エキシトン		516
4. 表面(状態)エキシトン表面ポラリトン		517
第7章 表面と中性および準安定粒子との相互作用		
第1節 イオンの中性化と中性粒子のイオン化	〈左右田龍太郎〉	522
1. イオンの中性化		522
2. Heの中性化と再イオン化		522
3. He ⁰ のイオン化とその機構		523
4. He*と固体表面との相互作用		524
5. Heと表面との電子交換		525
第2節 準安定粒子—電子放出	〈原田 義也/石井 久夫〉	526
第8章 表面と放射光		
第1節 放射光の原理と特徴	〈旗野 嘉彦〉	532
第2節 表面分析への応用	〈太田 俊明〉	535
1. はじめに		535
2. 表面構造の研究		535
2.1 表面EXAFS		535
2.2 表面XANES		536
2.3 光電子回折		536
2.4 X線定在波法		536
2.5 表面回折		537
3. 表面電子状態の研究		537
3.1 角度積分型光電子分光		537
3.2 角度・スピン分解型光電子分光		537
4. 将来の動向		537
第9章 表面分析法の原理と測定法(II)		
第1節 主として単結晶表面の構造を調べるのに用いられる手法		540
【1】 低速電子回折(Low-Energy Electron Diffraction: LEED(IV曲線))	〈河津 璋〉	540

1. はじめに	540	2.4 動力学的取扱いの発展技法	545
2. 原理と計算法	540	3. 測定方法	547
2.1 原子による電子の散乱	540	4. 表面構造の決定例	548
2.2 表面層における電子の多重散乱	541	5. おわりに	550
2.3 計算の軽減方法	543		
[2] X線光電子回折(X-Ray Photoelectron Diffraction : XPD)			552
[3] 電界放射顕微鏡(Field Emission Microscope : FEM)			556
1. はじめに	556	4.2 表面被覆率の評価	558
2. FEMの原理	556	4.3 吸着種の表面拡散	558
3. 清浄表面の放射像	557	4.4 脱離の活性化エネルギー	559
4. FEMの吸着への応用	557	5. 個々の金属原子およびクラスターの観察	559
4.1 仕事関数変化の測定	558		
[4] 電界イオン顕微鏡(Field Ion Microscope : FIM)			562
1. はじめに	562	4. アトムプローブ電界イオン顕微鏡	564
2. 原理, 基本構造, およびFIM像	562	5. 表面科学とFIM	565
3. 電界蒸発および電界脱離	563		
第2節 主として表面の局所構造を調べるのに用いられる手法			567
[1] 表面広域X線吸収微細構造(Surface Extended X-ray Absorption Fine Structure : SEXAFS)			567
1. はじめに	567	4. 表面構造研究への応用	569
2. 原理と得られる情報	567	5. 界面構造への応用	570
3. 実験および解析法	568	6. おわりに	571
[2] 広域電子エネルギー損失微細構造(Extended Electron Energy Loss Fine Structure : EELFS)			572
1. はじめに	572	電子の非弾性散乱との類似性	573
2. 内殻電子の励起と関連する光吸収 ならびに電子エネルギー損失	572	5. 実験装置	574
3. EXAFSと対応する電子エネルギー 損失スペクトルの微細構造	572	6. 測定と解析結果の実例	574
4. 電子の光による励起(光吸収)と		7. 低エネルギー前方散乱EELFSの特徴	575
		8. これからの問題	575
		9. おわりに	575
[3] 超高真空電子顕微鏡(Ultra Vacuum Electron Microscope)			577
1. 特徴	577	4.1 透過法	577
2. 電子顕微鏡のタイプ	577	4.2 反射法	581
3. 超高真空電子顕微鏡の構成	577	5. 表面顕微鏡法の発展	581
4. 表面の観察法	577		
[4] 直衝突イオン散乱分光法, 同軸型直衝突イオン散乱分光法(Impact-Collision Ion Scattering Spectroscopy : ICISS, Coaxial Impact-Collision Ion Scattering Spectroscopy : CAICISS)			583
1. はじめに	583	4. CAICISSの特徴	584
2. ICISSの特徴	583	5. CAICISSの応用例	585
3. ICISSの応用例	584	6. おわりに	591
第3節 主として表面全体の電子状態を調べるのに用いられる手法			593
[1] 角度分解真空紫外光電子分光法(Angle-Resolved Ultraviolet Photoelectron Spectroscopy : ARUPS)			593
1. ARUPSと分解能	593	3. 軌道対称性と光電子スペクトル	594
2. p-偏光, s-偏光と吸着COへの応用	593	4. 結晶内電子の光励起と直接遷移	595

1. はじめに.....	641	4. イオン脱離の理論の現状.....	642
2. 実験装置.....	641	5. ESD/PSDの最近の興味深い例	644
3. 実験結果.....	642	6. 今後のPSDの展望	645
【6】 巨大ラマン散乱(Surface-enhanced Raman scattering : SERS)	〈高橋真知子〉		646
1. はじめに.....	646	4. SERSの機構	648
2. SERSの特徴	646	5. おわりに.....	649
3. SERSが観測された系	646		
第5節 主として表面層の元素分析に用いられる手法	651		
【1】 高速原子衝撃二次イオン質量分析計(Fast Atom Bombardment Secondary Ion Mass Spectrometry : FAB-SIMS)	〈長井 一敏〉		651
1. はじめに.....	651	4. FAB-SIMSとマススペクトル	653
2. 高速原子による固体の衝撃.....	651	5. おわりに.....	654
3. ガス放電型高速原子線源.....	652		
【2】 スカニール(Surface Composition Analysis by Neutral and Ion Impact Radiation : SCANIIR)	〈野田 保/井上 雅彦〉		656

III 応用編

第1章 総 論.....	〈新居 和嘉〉	664	
1. はじめに.....	664	2.3 表面吸着相	665
2. 固体の表面熱力学.....	664	3. 表面の制御技術.....	666
2.1 表面熱力学関数	664	4. おわりに.....	667
2.2 表面エントロピー	665		
第2章 実用表面とその評価法			
第1節 金属材料	〈大坪 孝至〉	670	
1. 金属材料と表面特性.....	670	2.3 ステンレス鋼板	674
2. 実用金属材料の表面.....	671	2.4 耐候性鋼板	675
2.1 冷延低炭素鋼板	671	2.5 アルミニウム板	676
2.2 表面処理鋼板	672	2.6 チタン板	676
第2節 セラミックス材料	〈小島 勇夫〉	678	
1. はじめに.....	678	3. 定量分析の精度.....	681
2. セラミックス分析の問題点.....	678	4. 化学結合状態の分析.....	684
2.1 励起ビームによる照射損傷	678	5. 微小(ナノメートル)領域の分析.....	685
2.2 チャージアップの影響	679	6. 振動状態の測定.....	686
2.3 絶縁性試料の分析-ガラス表面.....	680	7. 三次元分析.....	687
第3節 高分子材料	〈添田 房美〉	689	
1. はじめに.....	689	3.1 赤外分光法(FT-IR)	690
2. 高分子材料の表面分析.....	689	3.2 ラマン分光法	690
3. 最近の事例.....	690	3.3 XPS	691

3.4 SIMS	692	3.8 STM.....	695
3.5 ISS	693	3.9 X線回折による表面測定	696
3.6 AES	694	4. おわりに.....	697
3.7 RBS	694		
第4節 生体材料			
1. 生体材料の種類と用途.....	699	2. 生体材料の条件.....	700
1.1 金属材料	699	3. 生体適合性付与のための表面修飾.....	700
1.2 無機材料	699	4. 生体材料の評価.....	701
1.3 高分子材料	699	5. まとめ.....	702
第3章 実用界面とその評価法			
第1節 粒界拡散			
1. はじめに.....	704	4. 粒界拡散.....	707
2. 粒界の構造的特徴.....	704	5. 粒界の移動度.....	708
3. 粒界における偏析と析出.....	705	6. おわりに.....	709
第2節 金属/金属界面			
1. 金属界面の特徴.....	710	4. 結晶粒界の構造評価技術.....	711
2. 金属界面の種類.....	710	5. 異相境界の構造評価技術.....	712
3. 積層欠陥や双晶境界の構造評価技術.....	710	6. おわりに.....	713
第3節 金属/セラミックス界面			
1. はじめに.....	715	2.2 化学的問題	717
2. セラミックスと金属の接合界面.....	715	3. ガラスと金属の接合界面.....	719
2.1 力学的問題	715	4. セラミックス/金属複合材料における界面	721
第4節 金属/半導体界面			
1. はじめに.....	725	3.1 接合界面における欠陥の影響	728
2. ショットキー障壁の形成.....	725	3.2 金属が誘起するギャップ準位	728
2.1 ショットキー・モデル	725	3.3 金属と半導体との界面反応	729
2.2 表面(界面)状態の影響	726	3.4 金属シリサイド/シリコン界面.....	730
3. 金属/半導体接合における種々の問題点	727	3.5 鏡映効果による障壁高さの低減	731
第5節 絶縁体/半導体界面			
1. はじめに.....	732	3.4 シリコン酸化膜中のサブオキサイド	734
2. SiO ₂ /Si界面構造解明の手法	732	3.5 界面における結晶質SiO ₂ の存在	735
3. SiO ₂ /Si界面構造	732	3.6 界面近傍の構造欠陥	735
3.1 組成遷移領域	733	3.7 界面に存在する不純物が界面構造	735
3.2 構造遷移領域	733	に及ぼす効果	735
3.3 界面の平坦性	734	4. 今後の課題.....	735
第6節 半導体ヘテロ界面			
1. はじめに.....	738	3.2 電子顕微鏡による等厚干渉縞の利用	740
2. III-V化合物半導体超格子のヘテロ	738	4. X線回折による評価	740
界面の作製.....	738	5. ルミネセンス・スペクトルによる評価.....	742
3. 電子顕微鏡による評価.....	739	6. ラマン分光法による評価.....	743
3.1 高分解能電子顕微鏡による格子像	739	7. おわりに.....	745

第7節 セラミックス界面	747	〈河本 邦仁〉	747
1. はじめに	747	3. 複合化による高靱化	748
2. 粒界と素機能概念	747	4. おわりに	749
第8節 電極/溶液界面	750	〈板谷 謹悟〉	750
1. はじめに	750	5. 半導体電極	753
2. 界面電気二重層	750	6. UHV-電気化学測定法	753
3. 電極表面の電気化学反応	751	7. in-situ STM法	754
4. 溶存化学種への電子移動反応	752		
第9節 生体細胞の細胞膜	756	〈山岸 俊一〉	756
1. 細胞と細胞膜	756	3. 細胞膜の機能	758
2. 細胞膜の構造	756	4. おわりに	760

第4章 表面・界面分析の各種産業への応用

第1節 半導体材料	762		762
【1】 シリコン	762	〈岩田 誠一〉	762
1. はじめに	762	3.2 実験から求めた E_K の不純物濃度依存性	765
2. 薄いSi酸化膜の厚さの測定	762	3.3 なぜ予想どおりの結果にならないか	765
3. Si極表面の不純物濃度	764	4. おわりに	768
3.1 不純物濃度の求め方	764		
【2】 化合物	770	〈尾嶋 正治〉	770
1. はじめに	770	6. AES	777
2. 放射光利用光電子分光	770	7. SIMS	778
3. 表面EXAFS法	774	8. CL	779
4. 表面X線回折	775	9. STM	780
5. EELS	776		
【3】 アモルファス半導体	782	〈浜川 圭弘〉	782
1. アモルファスシリコンとその特質	782	4. カラーセンサ、固体撮像装置など	786
2. アモルファスシリコン太陽電池	783	5. 電子写真用感光ドラム	786
3. 薄膜トランジスタ(a-SiTFT)への応用	785	6. 可視面発光LED	787
第2節 電子部品材料	789		789
【1】 導電材料	789	〈土井 清三〉	789
1. はじめに	789	3.1 Pb-1.5Ag-3.5Sn銀入りハンダの表面酸化状態分析	790
2. スペクトルの化学効果	789	3.2 ΔmV 法とハンダ接合界面状態	791
2.1 AESスペクトルの化学効果	789	4. 表面分析の際の問題点	792
2.2 EELSスペクトルの化学効果	789	5. おわりに	793
3. AES-EELS法による分析例	790		
【2】 抵抗材料	794	〈岡本 英男〉	794
1. はじめに	794	3.1 腐食生成物の生成速度	794
2. 抵抗値の温度特性およびその他の実験条件	794	3.2 腐食生成物	797
3. 実験結果	794	4. おわりに	797
【3】 接点材料	798	〈岡本 英男〉	798
1. はじめに	798	2.1 放電の実験	798
2. 接点間の放電と接点表面の相関	798	2.2 放電による表面損傷と表面の組成変化	798

2.3 接点間放電現象の物理的モデル	799	表面の酸化物層の解析	801
3. 電着Rh接点表面の酸化物	800	3.3 XPS(X線光電子分光法)によるRh	801
3.1 AES(オージェ電子分光法)によるRh	800	表面の酸化物層の解析	801
表面における酸素存在量の解析	800	4. おわりに	801
3.2 RHEED(高速電子反射回折)によるRh			
[4] 絶縁体・誘電体材料		〈小出 康夫/安田 幸夫〉	802
1. はじめに	802	3. パッシベーション	807
2. MOSキャパシタおよびMOSFET	802	4. 封止材料	810
[5] センサ材料		〈森泉 豊栄〉	813
1. はじめに	813	3.3 金属抵抗式	817
2. 湿度センサ	813	3.4 固体電解質式	817
2.1 抵抗変化型	814	3.5 電気化学電極式	817
2.2 容量変化型	814	3.6 音響デバイス式	818
2.3 半導体電界効果型	814	3.7 光学式	818
2.4 共振周波数変化型	815	4. イオンセンサ	818
3. ガスセンサ	815	5. バイオセンサ	819
3.1 半導体導電率変化型	815	6. おわりに	821
3.2 半導体電界効果型	817		
[6] 記録材料			822
(a) 垂直磁気記録材料		〈内山 晋〉	822
1. 垂直磁気記録方式	822	4. Co-Cr単層膜	823
2. 垂直磁化の条件	822	5. Co-Cr二層膜媒体	823
3. 磁気ヘッドと記録媒体	822	6. Baフェライト	824
(b) 光磁気膜		〈今村 修武〉	825
(c) 孔形成および相変化記録材料		〈真下 正夫〉	828
1. はじめに	828	3. 相変化記録材料	831
2. 孔形成記録材料	828		
[7] 二次電子放出材料		〈畑中 義式〉	834
1. 二次電子放出	834	2. 二次電子放出材料	834
[8] 非線形光学材料		〈佐々木敬介〉	838
1. はじめに	838	2.1 無機非線形光学材料	840
2. 物質の非線形光学特性の評価	839	2.2 有機非線形光学材料	841
[9] 表示材料			846
(a) 液晶		〈廣嶋 綱紀〉	846
1. はじめに	846	4. 液晶表示素子の動作モード	847
2. 液晶の分類と相	846	5. 液晶の配向処理法	848
3. 表示材料としての液晶物性	847	6. おわりに	849
(b) EL表示		〈中西洋一郎〉	851
1. はじめに	851	3. 分散形DCEL	852
2. 分散形ACEL	851	4. 薄膜形EL	853
(c) エレクトロクロミズム		〈馬場 宣良〉	856
1. 動作原理	856	合薄膜	858
2. エレクトロクロミズム材料の分類	856	3.4 酸化バナジウム	858
3. 材料各論	856	3.5 酸化イリジウム薄膜のECDと各種成膜法	858
3.1 酸化タングステン(WO ₃)	856	3.6 プルシアンブルーおよび類似化合物薄膜	858
3.2 酸化モリブデン(MoO ₃)	857		
3.3 酸化タングステン-モリブデン複			

3.7 希土類元素のジフタロシアン錯体 および類似構造の平面型錯体	859	3.10 ビオロゲンを用いたECD	860
3.8 窒化インジウム(InN)および 窒化スズ(SnN)	859	3.11 フタル酸エステル類のEC特性	860
3.9 有機物の電解重合膜	859	4. 薄膜作成法	860
【10】 マイクロリソグラフィ用レジスト		5. 最近の製品から一防眩ミラー, 調光めがね, 漏電検知器	861
1. フォトレジスト	863	ラック系ポジ型レジスト	864
1.1 ビスアジド-環化ゴム系ネガ型 レジスト	863	1.3 化学増幅レジスト	864
1.2 オルソジアゾナフトキノ-ノボ		2. 電子線, X線, SRリソグラフィ用 レジスト	866
第3節 耐熱・耐食材料(表面処理, 表面改質を含む)			868
1. はじめに	868	3.1 純金属の表面酸化皮膜	873
2. 水溶液環境で形成される表面皮膜	868	3.2 合金の表面選択酸化	874
2.1 Cr成分の表面濃縮	868	4. 高温腐食	875
2.2 不動態皮膜の深さ方向の組成分布	869	4.1 高温皮膜の深さ方向の分析	875
2.3 耐食性に及ぼす添加元素の効果	870	4.2 耐高温腐食に及ぼす添加元素の効果 と表面改質	877
2.4 絶縁体皮膜および表面処理	872	5. おわりに	878
3. 表面酸化および初期酸化	873		
第4節 ガラス材料			880
1. はじめに	880	プロファイル	881
2. ガラスの溶解現象解明に対する応用	880	2.4 アルカリ浸出層中でのSi-O-Siネット ワークの加水分解と再縮合	882
2.1 ガラスの水に対する溶解	880	3. 化学強化ガラスに対する応用	884
2.2 浸出アルカリ量と溶液中のH ⁺ との 交換	881	4. 表面改質への応用	885
2.3 浸出層中のアルカリおよびHの濃度		5. おわりに	885
第5節 触媒材料			887
【1】 金属触媒の反応性と物性			887
1. 金属触媒の働き	887	4. 触媒作用に対する担体と添加物の効果	889
2. 金属の超微粒子化	888	5. SMSIと触媒作用に対するその効果	890
3. 金属粒子径の評価	889	6. 金属・酸化物相互作用	891
【2】 金属化合物触媒(特徴とそのキャラクターゼーション)			893
1. 表面状態と反応性	893	4. 反応機構と表面構造	895
2. 表面構造と活性	893	5. ケーススタディ	896
3. 複合効果	895		
第6節 核融合炉壁材料			900
1. はじめに	900	3.3 清浄表面の長時間維持	905
2. 核融合炉第一壁の諸問題	900	4. 壁面のスパッタリング	905
3. 壁面の制御	901	5. 壁面における水素同位体のリサイク リング	906
3.1 表面の低Z化	901	6. 壁面の表面分析	907
3.2 ベーキング, 放電洗浄および エージング	903	7. おわりに	908
第7節 歯科材料			910
1. 歯科材料(Dental materials)とは	910	2. 歯科用金属	910

3. 歯冠材料	911	5. 歯科用新材料	913
4. 義歯床材料	912	6. まとめ	913
第8節 自動車		〈三吉 康彦〉 915	
1. はじめに	915	5. 塗膜劣化	917
2. 冷延鋼板	915	6. 腐食	918
3. 亜鉛系めっき鋼板	916	7. おわりに	918
4. 化成処理皮膜	917		
第9節 接着および接着剤		〈齋藤 隆則〉 920	
1. 接着の意味	920	4.3 接着系の形態	923
2. 接着の現象	920	4.4 接着系のフラクトエミッション	924
3. 接着のメカニズム	920	4.5 接着系の非破壊評価	924
4. 表面・界面分析の接着への応用	921	5. 界面化学的特性解析と接着	924
4.1 被着体の表面分析	922	5.1 表面張力と可逆的接着仕事(W_a)	924
4.2 接着強さと界面層の組成	923	5.2 吸着と接着	925
第10節 高温超電導薄膜		〈糸崎 秀夫〉 927	
1. はじめに	927	置換効果	927
2. 薄膜の作製および評価方法	927	3.2 エピタキシャル成長	928
3. 結果および考察	927	3.3 高Jc薄膜	929
3.1 種々の希土類元素によるYサイト		4. おわりに	931
第5章 コンピュータによる波形・画像データ処理			
総 論		〈南 茂夫〉 934	
1. はじめに	934	4.4 ヒストグラム等価	939
2. データの種類と処理・解析	934	4.5 2値化処理	939
3. データ収集	936	5. 局所領域処理(neighboring operation)	939
4. 点処理(point operation)	937	5.1 低域フィルタリング	939
4.1 和差演算	938	5.2 高域フィルタリング	940
4.2 対数変換	938	6. 大局処理(global operation)	941
4.3 ガンマ変換	938		
第1節 測定自動化とデータ処理		〈副島 啓義〉 943	
1. はじめに	943	3. 二次元化のための自動化構成	945
2. 分析の流れと自動化構成	943	4. データ処理の内容	946
第2節 スペクトルの解析		〈副島 啓義〉 947	
1. はじめに	947	4. 多数ピークのピーク名判定(定性判定)	948
2. 前処理	947	5. 波形分離	948
3. ピーク判定(ピーク検出)	947	6. 波形の特徴の抽出	950
第3節 コンピュータ画像処理		〈深町 正利〉 952	
1. はじめに	952	4. 分析装置の性能を向上させる	954
2. 電子顕微鏡写真を鮮明にする	952	5. おわりに	954
3. 計測対象を抽出する	953		

4.1 ALE法の原理	988	5. 今後の展開	991
4.2 ALE成長プロセス	989		
第3節 スパッタリング・プラズマ法			〈金原 繁〉… 993
1. スパッタリングとは	993	6.1 マグネトロン・スパッタリング法	994
2. スパッタリング装置の基礎	993	6.2 イオンビーム・スパッタリング法	995
3. スパッタリング用放電プラズマ	993	6.3 反応性スパッタリング法	995
4. 放電用気体	994	7. HCDとイオンプレーティング	995
5. スパッタリングされる粒子	994	8. プラズマCVD法	996
6. 代表的スパッタリング法	994		
第4節 CVD法			〈廣瀬 全孝/田中 武〉… 998
1. はじめに	998	4. レーザCVD	1001
2. プラズマ反応と光化学反応	998	5. CVDによる多層超格子構造の形成	1002
3. プラズマCVD	1000		
第5節 MOCVD法			〈真下 正夫〉…1004
1. はじめに	1004	5. 成長機構	1008
2. 装置	1004	6. 成長膜の制御	1009
3. 成長方法	1005	6.1 純度	1009
3.1 原料	1005	6.2 ドーピング	1010
3.2 原理と特徴	1005	6.3 組成	1010
4. 原料の分解反応	1007	7. MOCVDの将来	1010
第6節 イオン注入法			〈斎藤 一男〉…1013
1. はじめに	1013	3. 表面界面改質・薄膜形成への応用	1014
2. イオン注入に伴う物理的・化学的現象	1013	3.1 耐摩耗性の改善	1014
2.1 スパッタリング	1013	3.2 耐酸化性・耐食性の改善	1014
2.2 不純物ガス原子・分子の混入	1013	3.3 異種界面の密着性改善	1015
2.3 照射欠陥の導入と照射誘起効果	1013	3.4 超伝導性薄膜の合成	1016
2.4 注入イオンの平均飛程と分布	1014	3.5 膜形成技術への新しい応用	1018
第7節 SOR光の利用			〈宇理須恒雄/内海 裕一/高橋 淳一〉…1021
1. はじめに	1021	5. エッチングの実験例	1023
2. 放射光励起の特徴	1021	6. エッチングの反応機構	1025
3. 実験系	1022	7. おわりに	1026
4. CVDへの応用	1023		
第8節 めっき・ほうろう法			〈安谷屋武志〉…1027
1. 電気めっき	1027	2.2 熔融めっき皮膜	1032
1.1 電着過程	1027	3. ほうろう	1034
1.2 電着皮膜	1028	3.1 皮覆工程	1035
2. 熔融めっき	1032	3.2 密着機構	1035
2.1 熔融めっき皮覆過程	1032		

第3章 無機界面の設計・作成および評価

第1節 MOS界面	〈米田 清/秋月 誠〉	1038
1. はじめに		1038
2. MOS構造		1038
3. 酸化膜中および界面の電荷		1039
4. 酸化膜中の電荷, 界面準位の評価方法		1040
5. 界面構造の評価		1042
6. 熱酸化膜形成技術		1043
7. 電荷のプロセス依存性		1044
8. 酸化膜中のトラップ電荷の蓄積と酸化膜の劣化		1045
9. おわりに		1045
第2節 センサの表面	〈荒井 弘通〉	1047
1. はじめに		1047
2. 湿度センサ		1047
3. 接触燃焼式センサ		1050
4. 半導体型ガスセンサ		1052
5. 固体電解質型センサ		1053
6. 焦電センサ		1056
第3節 触媒	〈岩澤 康裕〉	1059
1. はじめに		1059
2. モノマーおよびダイマー構造と触媒作用		1059
3. クラスターの触媒作用		1062
4. 単結晶表面と触媒作用		1063
第4節 超微粒子	〈堀内 千尋〉	1068
1. はじめに		1068
2. 超微粒子の作製		1068
3. 粒子サイズ・形について		1068
4. ガス圧のコントロールで種々の化合物の生成する例		1070
5. 逆二段ポート法, 多段ポート法		1071
第5節 金属多層膜(人工格子)	〈新庄 輝也〉	1073
1. はじめに		1073
2. 人工格子の生成とその構造		1073
3. エピタキシャル人工格子		1074
4. ノンエピタキシャル人工格子		1076
5. おわりに		1078
第6節 超硬質薄膜(ダイヤモンドおよびBN膜)	〈難波 義捷〉	1080
1. はじめに		1080
2. 結晶構造と物性		1080
3. 各種合成装置		1081
3.1 ダイヤモンドの薄膜合成		1081
3.2 BN薄膜の合成		1083
4. 合成機構		1085
4.1 現象論的な説明		1085
4.2 膜の形成機構		1086
5. 今後の課題と展望		1087

第4章 分子性薄膜の設計・作成および評価

第1節 LB法	〈杉 道夫〉	1090
1. はじめに		1090
2. 水面単分子層の形成・制御		1090
2.1 水面単分子層の特性		1090
2.2 展開操作		1090
3. 単分子層の累積操作		1091
3.1 垂直浸漬法		1091
3.2 水平付着法		1091
4. LB法に基づく発展技法		1092
4.1 水面単分子層の形成法		1092
4.2 累積技術の改良		1093
4.3 二次的操作		1094
5. 単分子累積法の特徴		1095
5.1 成膜物質の多様性		1095
5.2 多層化手段としての効用		1095
5.3 分子組織化手法としての可能性		1095

第2節 有機分子蒸着膜の秩序化	〈稲岡紀子生/佐々木 隆/八瀬 清志/岡田 正和〉	1098
1. はじめに.....		1098
2. 分子配向の評価.....		1099
3. 分子配向制御.....		1101
4. 薄膜形成機構.....		1103
5. 超薄膜における分子配向.....		1104
6. 長鎖分子の超薄膜の成長機構.....		1107
7. 分子配向における熱処理効果.....		1108
8. おわりに.....		1109
第3節 有機分子エレクトロニクス		1111
【1】 有機光メモリ	〈安藤 栄司〉	1111
1. はじめに.....		1111
2. フォトクロミックLB膜.....		1111
3. スピロピランLB膜の会合体.....		1112
4. 色素LB膜の会合体.....		1112
5. 最近のその他の可能性.....		1114
【2】 バイオチップ	〈岡本 正義/石森 義雄〉	1115
1. はじめに.....		1115
2. バイオチップの歴史.....		1115
3. McAlearらの特許 ーリソグラフィへの応用ー.....		1115
4. スイッチングデバイスへの応用.....		1116
5. モルトン (Moleton).....		1117
6. バイオチップの問題点.....		1117
7. おわりに.....		1118
【3】 バイオコンピュータ	〈相澤 益男〉	1119
1. バイオコンピュータへの道.....		1119
2. ニューロネットワーク形成への アプローチ.....		1119
3. 神経素子.....		1120
4. 人工感覚.....		1120
5. バイオ素子構築からバイオ コンピュータへ.....		1121
【4】 分子デバイス	〈森田 慎三〉	1123
1. はじめに.....		1123
2. 周期ポテンシャル中の電子トンネル 制御デバイス.....		1123
【5】 ポルフィリン分子デバイス	〈菅原 昌敬〉	1128
1. はじめに.....		1128
2. ポルフィリンについて.....		1128
3. 分子デバイスとしてのポルフィリン.....		1129
4. 金属ポルフィリンの電子状態.....		1131
5. おわりに.....		1134
【6】 導電性累積膜	〈川端康治郎〉	1135
1. はじめに.....		1135
2. 導電性LB膜研究の経緯.....		1135
3. 最近の発展ー分子種の拡大.....		1135
4. 導電性LB膜の導電挙動.....		1136
5. 疎水性基の修飾ーパッキングの 向上と機能化.....		1136
6. 導電性LB膜の次元性増大の試み.....		1137
【7】 光化学ホールバーニング(PHB)	〈谷 俊朗〉	1139
1. PHBとは.....		1139
2. 波長多重記録の可能性.....		1140
3. 現状と今後の展望.....		1141
3.1 波長多重性.....		1141
3.2 光反応過程と材料.....		1142
3.3 ホール形成と計測法.....		1142
3.4 新機軸.....		1142
第4節 有機超微粒子	〈豊五 英樹/小倉 和仁〉	1144
1. はじめに.....		1144
2. 生成法.....		1144
3. 超微粒子の特性.....		1144
3.1 形状・種類.....		1144
3.2 純度.....		1145
3.3 表面の親水性の向上.....		1146
4. 応用展開.....		1147
5. おわりに.....		1148
第5章 生体機能分子の設計・作成および評価		
第1節 人工血液	〈土田 英俊/長谷川悦雄〉	1150

1. 人工血液とは	1150	3.1 修飾ヘモグロビン	1151
2. 血液の役割	1150	3.2 全合成系の人工赤血球	1153
3. 人工赤血球	1151	4. 人工血液の国際動向	1154
第2節 人工臓器			〈山下 明泰/酒井 清孝〉1156
1. はじめに	1156	3.2 補助肝臓と血漿交換	1159
2. 物質移動型人工臓器	1156	4. 人工肺	1159
3. 人工腎臓, 補助肝臓	1156	5. おわりに	1160
3.1 人工腎臓	1156		
第3節 生体膜			〈豊島 喜則〉1161
1. はじめに	1161	3.2 光化学反応中心の酸化側 —PSIIのもつ水分解能—	1164
2. 葉緑体チラコイド膜の構造と機能の概略	1161	4. 光化学系の動的側面	1167
3. 光化学系II (PSII)と紅色光合成細菌の 光化学反応中心の構造と機能	1161	4.1 プロトン輸送	1167
3.1 光化学反応中心とその還元側	1161	4.2 PSII活性の自己調節	1167
第4節 脂質			〈高原 淳〉1169
1. はじめに	1169	3. 脂質表面における生体反応	1172
2. 脂質2分子膜集合体の表面構造	1170	4. ドラッグ・デリバリー・システム(DDS)	1173
第5節 人工血管			〈児玉 亮〉1175
1. はじめに	1175	3. 人工血管の構造	1176
2. 人工血管の問題点	1175	4. 新しい人工血管の試み	1176
第6節 生理活性物質			〈矢内原 昇〉1178
1. はじめに	1178	(ANP)	1182
2. 神経活性物質	1178	3.6 胸腺ホルモン	1182
2.1 神経ペプチド	1178	3.7 アンジオテンシンとキニン	1182
2.2 神経ペプチドの栄養効果	1179	4. 下垂体ホルモン以外のタンパク質 ホルモンおよび成長因子	1182
3. 内分泌ホルモン	1179	5. その他の生理活性物質	1182
3.1 腺下垂体ホルモン	1180	5.1 ステロイドホルモン	1183
3.2 甲状腺のホルモン	1180	5.2 PG類	1183
3.3 副甲状腺ホルモン(PTH)	1181	6. おわりに	1184
3.4 胃・腸・膵のホルモン	1181		
3.5 心房性ナトリウム利尿ペプチド			
第7節 タンパク質			〈太田 隆久〉1185
1. タンパク質とタンパク質工学 (プロテイン・エンジニアリング)	1185	4. タンパク質工学の例	1187
2. タンパク質の構造と機能	1185	4.1 イオン・チャネルタンパク質	1188
3. タンパク質の分子設計・作成および 評価に必要な技術	1186	4.2 L-乳酸脱水素酵素(LDH)	1188
		5. タンパク質の機能設計と将来の展望	1189