

# 目 次

<b>1章 表面研究の歴史</b> .....	1
1.1. はしがき.....	1
1.2. 固体表面の研究の手法とその原理.....	2
1.3. 超高真空技術の発展と表面研究.....	5
1.4. 半導体表面の研究.....	7
参考書.....	8
<b>2章 表面構造と表面解析法</b> .....	9
2.1. はじめに.....	9
2.2. 二次元の結晶学.....	9
並進対称と点対称 10   二次元格子による回折と逆格子 16	
2.3. 二次元の回折理論.....	21
回折理論と逆格子空間 21   電子線回折における多重散乱効果 27	
2.4. 電子線回折による表面構造決定法.....	30
低速電子線回折 (LEED) 30   反射型高速電子線回折 (RHEED) 38	
2.5. 電界イオン顕微鏡法による表面構造観察.....	40
文 献.....	48
<b>3章 固体表面からの電子・イオンの放出</b> .....	50
3.1. はじめに.....	50
3.2. イオン衝撃によるイオンまたは中性原子の放出.....	51
一次イオンの散乱 52   スパッタリング 57	
3.3. 電子放出現象.....	65
光電子放出 66   オージェ電子放出 71   電子のエネルギー損失過程 73	
3.4. 強電界の作用する表面からの電子またはイオン放出.....	76
電界電子放出 77   電界イオン化および電界蒸発 80	
文 献.....	85

<b>4章 固体表面の組成と分析法</b> .....	<b>87</b>
4.1. はじめに .....	87
4.2. 電子分光法による分析法 .....	88
電子分光器 88   光電子分光法 92   オージェ電子分光法 97	
4.3. イオンによる表面分析法 .....	102
一次イオンの散乱による表面分析法 102   二次イオン質量分析法 105	
原子プローブ法による表面分析 107	
4.4. 表面分析法の特徴および複合化 .....	109
$\mu$ AES-IMA 110   SIMS-AES 111   XPS-SIMS-AES 111	
LEED-ISS 111	
文献 .....	112
L	
<b>5章 表面熱力学と表面拡散</b> .....	<b>113</b>
5.1. 表面の熱力学 .....	113
表面の熱力学的関数 113   表面エネルギーと表面張力 114   表面	
自由エネルギーの温度依存性 115   多元系の表面張力 116	
5.2. 表面エネルギーの評価と決定法 .....	118
ポンドエネルギーによる評価 118   表面エネルギーの量子力学的考	
察 121   固体表面の自由エネルギーと格子欠陥 122   高指数面の	
表面エネルギー 124   曲がった表面における表面張力と蒸気圧 126	
表面張力の決定法 128	
5.3. 表面拡散 .....	131
表面拡散の活性化エネルギー 131   一次元の酔歩運動 132   二次	
元の酔歩運動と表面拡散の原子論 137   多数原子の表面拡散 140	
表面拡散の現象論 143	
文献 .....	147
<b>6章 固体表面の電子状態</b> .....	<b>149</b>
6.1. はじめに .....	149
6.2. 表面準位の理論 .....	150
理論の変遷 150   一次元モデルによる近似理論 152   半古典的理	
論 163	
6.3. 仕事関数の理論 .....	167
はしがき 167   金属の仕事関数の簡単な理論 168   仕事関数の理	

## 論 170

6.4. 固体表面準位と仕事関数の実際	178
金属および半導体の仕事関数	178
表面準位の二, 三の例	181
文 献	187

## 7章 半導体表面の電子現象 189

7.1. はじめに	189
7.2. 半導体表面内部の空間電荷層	190
表面準位による空間電荷	190
表面内部の空間電荷分布	192
表面空間電荷容量	198
表面キャリアの量子化	200
7.3. 空間電荷層内の表面伝導	203
表面導電率と表面移動度	203
表面散乱とその機構	206
高磁界下の二次元電気伝導	210
7.4. 半導体-金属界面 (ショットキー障壁)	215
ショットキー障壁の高さ	215
ショットキー障壁の電流電圧特性	219
文 献	221

## あとがき 224

A. 清浄で完全な表面について	224
B. 表面のキャラクタリゼーション	225
C. 固体表面から界面へ	225
D. 新しい物質の表面と界面	226

## 索 引 227