

目 次

第 1 章 欠陥制御エピタキシャル成長技術による表面物質創製	1
1.1 Si 表面上 Ge 歪エピタキシャル成長によるナノアイランド形成	1
1.1.1 はじめに	1
1.1.2 Si 表面上 Ge の Stranski-Krastanov(SK)成長	2
1.1.3 透過型電子顕微鏡法による hut cluster と格子欠陥の観察	3
1.1.4 hut cluster 上 Ge マクロアイランドの成長過程	6
1.1.5 アイランド化を誘引する成長欠陥の多様性	8
1.1.6 アイランド化機構の成長温度依存性	9
1.1.7 Si(001)表面上 Ge 成長のその場反射高速電子線回折	11
1.1.8 Si(001)表面上 Ge アイランドの形成メカニズム	13
1.1.9 まとめ	15
1.2 高規則化刃状転位ネットワーク形成による均一歪 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x \cdot \text{Ge}$ 層の 創製	16
1.2.1 はじめに	16
1.2.2 歪系ヘテロ界面における転位制御の意義	17
1.2.3 60° 転位と刃状転位	18
1.2.4 ヘテロ界面における転位構造の変換と歪緩和制御	21
1.2.5 歪緩和 $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 層における局所領域微細構造の評価	26
1.2.6 刃状転位ネットワークの有効性	30
1.2.7 まとめ	31
1.3 GaN のエピタキシャル横方向成長と自己組織的転位伝播	31
1.3.1 はじめに	31
1.3.2 HVPE によるエピタキシャル横方向成長	33
1.3.3 サファイア c 面上 GaN 層中の貫通転位	35
1.3.4 ELO-GaN 膜中の転位・欠陥構造	35
1.3.5 ELO 初期の転位形態	39
1.3.6 ELO-GaN 膜の表面形態と成長様式	41
1.3.7 転位が曲がるメカニズム	43
1.3.8 ELO 中期の転位形態	45

x 目 次

1.3.9 自己組織的転位伝播のメカニズム	47
1.3.10 マスク上欠陥形成と転位低減機構	51
1.3.11 まとめ	53
引用・参考文献	53

第2章 走査型プローブ顕微鏡による表面物質創製57

2.1 原子操作による表面物質創製	57
2.1.1 はじめに	57
2.1.2 原子操作創成期（1980年代）	59
2.1.3 原子操作の確立（1989年～）	60
2.1.4 機能創出（1990年代より）	62
2.1.5 化学反応（ナノケミストリ）	64
2.1.6 AFMによる原子操作の実現	66
2.1.7 原子操作の将来像	67
2.1.8 おわりに	69
2.2 原子操作による導電性分子デバイス	70
2.2.1 はじめに	70
2.2.2 分子配線材料と導電性高分子	71
2.2.3 分子配線1本の電気物性測定法の確立	72
2.2.4 導電性高分子1本の電気物性測定	73
2.2.5 SPMを分子カッターとして利用した1本レベルの特性 評価	76
2.2.6 導電性ナノファイバー1本レベルでの電子機能計測	79
2.2.7 おわりに	81
引用・参考文献	82

第3章 自己組織化によるナノワイヤ，ナノドット形成87

3.1 VLS法によるナノワイヤ成長	87
3.1.1 はじめに	87
3.1.2 VLS成長法	89
3.1.3 ナノワイヤの結晶構造	94
3.1.4 ナノワイヤのヘテロ構造	96

3.1.5	ナノワイヤの成長	98
3.1.6	おわりに	110
3.2	シリコン基板上ナノワイヤのヘテロ構造, 3次元構造	110
3.2.1	シリコン(Si)基板上Ⅲ-V族半導体成長	110
3.2.2	ヘテロ構造で3次元デバイス	112
3.2.3	実験	115
3.2.4	軸方向のヘテロ構造による曲がったナノワイヤ	116
3.2.5	動径方向のヘテロ構造によるコア-マルチシェルナノワイヤ	120
3.2.6	長波長帯発光のための GaInAs/AlInAs ヘテロ構造ナノワイヤ	122
3.2.7	おわりに	124
3.3	生体物質を用いた金属ナノドット形成	125
3.3.1	はじめに	125
3.3.2	タンパク質バイオテンプレートとナノ粒子	126
3.3.3	フェリチンタンパク質とリステリア Dps タンパク質を用いたナノ粒子の作製	128
3.3.4	応用展開および将来展望	137
3.4	自己組織化による界面のデザイン: 有機膜形成	139
3.4.1	はじめに	139
3.4.2	アルカンチオール SAM の基本特性	139
3.4.3	機能性自己組織化膜の基本特性	143
3.4.4	機能性自己組織化膜の応用	145
	引用・参考文献	154
第4章 表面を利用した炭素系ナノ材料の創製		163
4.1	基板表面上のグラフェンの創製	163
4.1.1	グラフェン	163
4.1.2	金属表面上でのグラフェン創製	164
4.1.3	SiC 表面上でのグラフェン創製	168
4.1.4	SiC(0001)表面上でのエピタキシャルグラフェン成長の 実際	172

xii 目 次

4.2 表面構造を利用したカーボンナノチューブの配列制御	174
4.2.1 単層カーボンナノチューブの成長	174
4.2.2 表面原子列による配列制御	176
4.2.3 原子ステップによる配列制御	180
4.2.4 表面構造物を利用した自己組織化成長	185
引用・参考文献	187
索引	189