

目 次

1. 半導体の基礎	[奥戸雄二] ... 1
1.1 はじめに	1
(1) 物質の電気抵抗	1
(2) 半 導 体	2
(3) なぜ半導体が使われるのか	2
1.2 結 晶	3
(1) 水素分子 (原子の結合)	3
(2) 半導体結晶	4
1.3 半導体とは	6
(1) Si のエネルギー状態	6
(2) 運動量とエネルギーの関係 ($E-k$ 表示)	8
(3) 有効質量	10
1.4 半導体のなかの電子と正孔	11
(1) 半導体の電気抵抗	11
(2) 自由電荷密度	11
1.5 半導体のなかの不純物	15
(1) p 型, n 型	15
(2) 不純物レベルの簡単な取扱い	17
(3) 各種半導体内での不純物レベル	18
1.6 不純物を含む半導体	20
(1) 電荷の分布とフェルミ準位	20
(2) 電荷密度の温度依存性	21
(3) デバイス動作との関連	27
1.7 半導体内の電荷の移動	28
(1) 散乱現象	28
(2) 電界による運動	29

(3) 移動度 μ	30
(4) 導電率 (比抵抗) σ (ρ)	31
(5) 電荷密度と移動度の分離 (ホール測定)	31
(6) 移動度の直接測定	32
(7) 電荷の速度の飽和とイオン化散乱	33
(8) 濃度差による電荷の移動 (拡散係数 D)	34
1.8 半導体内を流れる電流	35
1.9 電荷の消滅と生成	37
(1) 直接再結合・生成の考え方	38
(2) 再結合中心を介したもの (SRH 型再結合の考え方)	39
(3) 電荷連続の式	39
(4) 過剰電荷の全体的な振舞い	40
2. 半導体デバイスとその特性	[山崎陽太郎] ... 42
2.1 はじめに	42
2.2 ダイオード	42
2.3 バイポーラトランジスタ	43
(1) ベース接地	43
(2) エミッタ接地	44
2.4 電界効果トランジスタ	45
(1) 接合型 FET	45
(2) MOSFET	46
(3) CMOSFET	48
2.5 半導体メモリの種類	49
(1) スタティック RAM	49
(2) ダイナミック RAM (DRAM)	50
(3) EEPROM	51
2.6 集積回路	52
2.7 受光デバイス	52
(1) 量子効率	53
(2) 雑音	53

(3) 太陽電池	54
2.8 発光デバイス	55
(1) 直接遷移型と間接遷移型バンド構造	55
(2) 自然放出と誘導放出	55
(3) ダブルヘテロ接合発光ダイオード	55
(4) 半導体レーザ	56
2.9 液晶ディスプレイ用 TFT	57
3. 半導体集積回路プロセス技術	58
3.1 はじめに	58 [奥戸雄二]
(1) LSI の構成要素	58
(2) LSI の構成材料	59
(3) LSI 製造に関わる材料	60
3.2 SiLSI のできるまで (CMOSLSI の製作工程)	60
(1) 結晶準備	62
(2) ウェル形成	63
(3) チャネルストップ作製	64
(4) 素子分離領域酸化膜作製	66
(5) チャネルドープ (n, p)	68
(6) ゲート酸化膜作製	70
(7) 多結晶 Si の CVD (ドーピングを含む)	71
(8) ゲート形成	72
(9) ソース・ドレイン (SD) のイオン注入	73
(10) 絶縁膜 CVD	74
(11) コンタクトホール作製	75
(12) 金属膜作製 (PVD, CVD)	75
(13) 配線作製	76
(14) 絶縁膜堆積	77
(15) パッド開口	78
(16) 動作検査	78
3.3 各種個別技術	79

(1)	結晶技術 (Si 原料からウエハまで)	79
(2)	熱処理による Si の変性	87
(3)	不純物導入とその再分布	92
(4)	薄膜形成	98
(5)	エッチング	108
3.4	フォトレジストとリソグラフィ	[逢坂哲彌] 114
(1)	リソグラフィ技術と露光波長	115
(2)	光リソグラフィにおける超解像技術	117
(3)	電子線および X 線リソグラフィ	119
(4)	フォトレジスト材料	119
(5)	化学増幅型レジスト	121
(6)	高微細化のためのシリル化と多層レジスト	122
3.5	洗浄技術, 清浄化技術	[奥戸雄二] 124
(1)	洗浄技術	125
(2)	空気の清浄化	126
(3)	水の清浄化	129
(4)	ガスの清浄化	130
(5)	薬品の清浄化	131
(6)	装置からの汚染	132
4.	半導体材料における最近の話題	134
4.1	高精度エッチング用プラズマ技術の進展	[寒川誠二] 134
(1)	低圧高密度プラズマ源における問題点	135
(2)	タイムモジュレーションプラズマ	137
(3)	タイムモジュレーションプラズマによるエッチング特性の改善	139
(4)	今後の展望	141
4.2	高密度回路実装技術 (MCM を中心として)	[大塚寛治] 143
(1)	実装技術の動向	143
(2)	高密度実装の概念	144
(3)	MCM で高密度実装を達成するための技術要素	146
(4)	モップ電極配置と実装技術	147

(5) 高密度実装技術の具体例	149
4.3 強誘電体薄膜材料と半導体メモリへの応用	[小岩一郎・逢坂哲彌] ... 155
(1) 強誘電体とは	155
(2) 強誘電体薄膜材料の形成方法	157
(3) 強誘電体薄膜材料	162
(4) 強誘電体メモリ	168
4.4 これからのレジスト材料	[浅海慎五] ... 173
(1) ポジ型フォトリソグレイ	174
(2) 化学増幅型レジスト	175
(3) 化学増幅型レジストにおける問題点	178
索引	183