

目 次

半導体物性	1
-------------	---

第1章 結晶内の電子のエネルギー帯構造

——結晶内の電子は定常的にどんなエネルギーをとることができるか——

1.1 自由電子モデル	4
1.2 周期的ポテンシャルと禁制帯	8
1.3 ブロッチ関数とブリルアン領域	11
1.4 3次元モデルへの拡張	13
1.5 単純立方空格子のエネルギー帯構造	15
1.6 幾つかの半導体のエネルギー帯構造	19
シリコン——ゲルマニウム——ガリウムヒ素——ガリウムりん	
1.7 摘 要	27
1.8 問 題	27

第2章 半導体中の電子伝導と輸送方程式

——電流の大きさは何によって決まるか——

2.1 オームの法則に対する検討	29
2.2 完全結晶内の電子の運動方程式	34
2.3 ボルツマンの輸送方程式	43
2.4 散乱による分布関数の変化と遷移確率	46
2.5 散乱項の緩和時間近似	48
2.6 緩和時間近似による電流方程式	50
2.7 簡単な場合のボルツマン輸送方程式の解	53
2.8 磁界が存在する場合の電流方程式	54
2.9 正 孔	57
2.10 摘 要	59
2.11 問 題	60

第3章 有効質量近似とキャリア移動度

——結晶内電子の動的な振舞い——

3.1 結晶内電子に対する有効質量近似の理論	63
------------------------------	----

3.2	ドナーおよびアクセプタ	71
3.3	半導体中の伝導電子および正孔密度	74
3.4	半導体中のイオン化した不純物原子による電子の散乱	76
3.5	音響形格子振動による半導体中の電子の散乱	84
3.6	1個以上の散乱要因が共存する場合の移動度	92
3.7	摘 要	94
3.8	問 題	94

第4章 半導体内でのキャリアの発生、捕獲、再結合

——非平衡状態にあるキャリアの振舞い——

4.1	非平衡状態でのキャリア	97
4.2	キャリアの寿命	100
4.3	放射性再結合で決まるキャリアの寿命	103
4.4	オージェ過程による再結合で決まるキャリアの寿命	106
4.5	捕獲中心	108
4.6	捕獲中心を仲介とする再結合の統計的取り扱い	109
4.7	摘 要	112
4.8	問 題	112

第5章 半導体結晶の表面の性質

——表面に局在した電子の状態——

5.1	結晶の表面	117
5.2	表面状態の存在	118
5.3	表面再結合	124
5.4	表面量子化	125
5.5	表面反転層中でのキャリア移動度	130
5.6	摘 要	135
5.7	問 題	135

第6章 強電界効果

——半導体に強い電界を加えるとどんな現象が起きるか——

6.1	キャリアのドリフト速度の飽和	137
6.2	ガン効果	141
6.3	電子なだれ現象	144
6.4	pn接合の降伏現象	147
6.5	ツェナ効果	150

6.6 摘 要	155
6.7 問 題	155

第7章 半導体の光学的性質

— 電子による光の吸収 —

7.1 電磁界中の電子に対するシュレディンガの方程式	157
7.2 電磁界による電子の遷移	158
7.3 電子のエネルギー帯間直接遷移による光の吸収	162
7.4 電子のエネルギー帯間間接遷移による光の吸収	167
7.5 エネルギー帯間遷移の実測例	174
7.6 エネルギー帯構造と複素誘電率	176
7.7 摘 要	179
7.8 問 題	180

問および問題解答	181
付 録	208
主要記号表	227
索 引	243