

目 次

1. 材料基礎論

1.1	原子構造と量子論	1
1.2	物質の波動性と量子力学	6
1.3	原子内の電子配列	11
1.4	原子間力と化学結合	14
1.4.1	イオン結晶	16
1.4.2	共有結合結晶	16
1.4.3	金 属	16
1.4.4	Van der Waals 結晶	17
1.4.5	水素結合結晶	17
1.5	結 晶 構 造	18
1.6	古典統計と量子統計	22
1.7	金属の自由電子論	27
1.8	帯 域 理 論	30
	演 習 問 題	39

2. 導体および半導体中の導電現象

2.1	Boltzmann の輸送方程式	42
2.2	金属の電気伝導論	44
2.3	電子の散乱と金属の電気抵抗	47
2.4	電流による発熱	53
2.5	金属の熱伝導率	54
2.6	熱 電 効 果	59
2.7	超 伝 導	65
2.8	真性半導体の導電率	69
2.9	不純物半導体の導電率	72
2.10	Hall 効 果	77
2.11	磁気抵抗効果	79

2.12	圧抵抗効果	83
2.13	不純物伝導	86
2.14	熱い電子	88
2.15	光伝導	90
	演習問題	94

3. 導体および半導体の界面現象と p-n 接合に関する理論

3.1	仕事関数と接触電位差	96
3.2	熱電子放出	98
3.3	電界放出	102
3.4	光電効果	104
3.4.1	表面光電効果	104
3.4.2	体積光電効果	105
3.5	二次電子放出	107
3.6	半導体中の少数キャリアの性質	110
3.7	ドリフト電流と拡散電流, 連続の式	113
3.8	金属と半導体の接触における障壁の厚さと容量	115
3.9	金属と半導体の接触における整流特性	118
3.10	p-n 接合における障壁の厚さと容量	122
3.11	p-n 接合の整流理論	126
3.12	接合形トランジスタ	129
3.13	p-n 接合におけるトンネル効果—トンネルダイオード	131
3.14	p-n 接合における破壊現象	134
3.15	p-n 接合における光効果	137
3.16	ルミネセンス	141
3.17	真性半導体および絶縁体中の空間電荷制限電流	146
	演習問題	148

4. 導電材料および抵抗材料

4.1	導電材料	150
4.2	電線材料	152

4.2.1	Cu および Cu 合金	152
4.2.2	Al および Al 合金	154
4.2.3	鉄 および 鋼	155
4.2.4	高周波用導体	155
4.3	電線およびケーブル	156
4.3.1	電線およびケーブルの構成材料	156
4.3.2	絶 縁 電 線	157
4.3.3	ケ ー ブ ル	159
4.4	電 極 材 料	162
4.4.1	コンデンサ用電極材料	162
4.4.2	電子管用陽極材料	163
4.4.3	半導体用電極材料	163
4.4.4	電池用電極材料	164
4.4.5	接地用電極材料	165
4.4.6	電気溶接用電極材料	166
4.5	接 点 材 料	166
4.6	プ ラ シ 材 料	169
4.7	金 属 抵 抗 材 料	171
4.7.1	Cu-Mn 系 合 金	172
4.7.2	Cu-Ni 系 合 金	172
4.7.3	貴 金 属 合 金	173
4.7.4	Ni-Cr, Fe-Cr-Al, Fe-Ni 合 金	173
4.8	非 金 属 抵 抗 材 料	173
4.8.1	熱分解形炭素皮膜抵抗体	174
4.8.2	コンポジション炭素皮膜抵抗体	174
4.8.3	その他の炭素皮膜抵抗体	175
4.8.4	ソリッド抵抗体	175
4.9	薄 膜 抵 抗 材 料	176
4.9.1	薄膜抵抗体の製法	176
4.9.2	金属薄膜抵抗材料	177
4.9.3	酸化物薄膜抵抗材料	178
4.10	発 熱 材 料	178
4.10.1	金属発熱材料	178
4.10.2	非金属発熱材料	179

4.11	ヒューズ材料およびろう付材料	180
4.11.1	ヒューズ(可溶片)材料	180
4.11.2	ろう付材料	182

5. 半 導 体 材 料

5.1	半導体材料の種類と分類	185
5.2	元 素 半 導 体	186
5.3	化 合 物 半 導 体	192
5.4	原子価制御形半導体	200
5.5	有 機 半 導 体	202
5.6	ダイオード(整流器)およびトランジスタ材料	205
5.7	半導体材料の物理的精製法	208
5.8	半導体単結晶の製法	212
5.8.1	引 上 げ 法	212
5.8.2	ゾーンレベリング法	213
5.8.3	樹枝状結晶成長法	213
5.8.4	気 相 成 長 法	214
5.8.5	Bridgman 法	215
5.8.6	Verneuil 法	215
5.8.7	その他の方法	215
5.9	p-n 接合の製法	216
5.9.1	成長接合の製法	216
5.9.2	合金接合の製法	217
5.9.3	拡散接合の製法	218
5.9.4	ゴールドボンドダイオード	219
5.9.5	表面障壁ダイオード	219
5.10	トランジスタの製法	220
5.10.1	成長接合トランジスタ	220
5.10.2	合金接合トランジスタ	222
5.10.3	拡散接合トランジスタ	223
5.11	電子放出材料	225
5.11.1	熱電子放出材料	225
5.11.2	二次電子放出材料	228
5.11.3	光電子放出材料	229

5.12 光電変換材料	230
5.12.1 光伝導材料	230
5.12.2 光電池材料	232
5.12.3 けい光材料	233
5.13 熱電変換材料	236
5.13.1 Seebeck 効果を利用する熱電材料	236
5.13.2 Peltier 効果を利用する熱電材料	239
5.13.3 その他の熱-電気変換とその材料	240
5.14 サーマスタおよびバリスタ	241
5.14.1 サーマスタ	241
5.14.2 バリスタ	244

6. 誘電現象とその理論

6.1 誘電率と誘電分極	248
6.2 誘電分極の機構	248
6.3 内部電界と Clausius-Mosotti の関係式	250
6.4 気体の誘電率	253
6.5 有極性分子の分極	256
6.6 液体の静誘電率	260
6.7 固体の静誘電率	263
6.7.1 単元素からなる結晶	263
6.7.2 イオン結晶	264
6.7.3 無極性分子結晶	265
6.7.4 有極性分子結晶	265
6.8 界面分極と吸収電流	267
6.9 交番電界中の誘電現象	269
6.10 電子分極およびイオン分極に基づく比誘電率の周波数依存性	271
6.11 交番電界中の配向分極	273
6.12 交番電界中の界面分極	273
6.13 誘電損	276
6.14 強誘電性と自発分極	281
6.15 電気ひずみならびに圧電現象	284

6.16	誘電体中の電気伝導	288
6.17	絶縁破壊	289
6.17.1	熱的破壊	289
6.17.2	電子的破壊	290
6.17.3	気体の放電に基づく破壊	292
6.18	劣化	292
	演習問題	294

7. 誘電体材料

7.1	誘電体材料の種類	296
7.2	気体材料	297
7.3	液体材料	298
7.3.1	鉱物性絶縁油	299
7.3.2	合成絶縁油	300
7.3.3	植物性油	301
7.4	無機質固体材料の種類と特徴	302
7.5	天然固体誘電体材料—マイカとアスベスト	302
7.5.1	マイカ	302
7.5.2	アスベスト	304
7.6	ガラス質材料	305
7.6.1	アルカリガラス	306
7.6.2	鉛ガラス	306
7.6.3	ほうけい酸ガラス	306
7.6.4	石英ガラス	306
7.6.5	ガラス繊維	307
7.6.6	ほうろう	307
7.6.7	感光性ガラスおよびホトセラム	307
7.6.8	パイロセラム	308
7.6.9	その他の特殊ガラス	308
7.7	磁器質材料	309
7.7.1	普通磁器	310
7.7.2	高周波用磁器	311
7.7.3	耐熱絶縁用磁器	312
7.7.4	高誘電率磁器	314

7.8 無機薄膜材料	316
7.8.1 酸化アルミニウム薄膜	316
7.8.2 酸化タンタル薄膜	317
7.8.3 酸化チタニウムその他の化合物薄膜	317
7.8.4 酸化けい素その他の蒸着薄膜	318
7.8.5 半導体の障壁容量	318
7.9 強誘電体材料	318
7.9.1 ABO_3 形強誘電体	318
7.9.2 酒石酸塩・りん酸塩・ひ酸塩	323
7.9.3 GASH, 硫酸グリシンなどの新強誘電体	323
7.10 圧電材料	324
7.10.1 水 晶	326
7.10.2 ロシエル塩	326
7.10.3 りん酸二水素アンモン・りん酸二水素カリ	327
7.10.4 EDT・DKT	327
7.10.5 LH	328
7.10.6 $BaTiO_3$	328
7.10.7 $Pb(Zr-Ti)O_3$ 磁器-PZT	329
7.10.8 ニオブ酸塩	329
7.11 有機質固体材料の種類	330
7.12 繊維質材料	330
7.12.1 絶縁紙	331
7.12.2 プレスボードおよびファイバ	332
7.12.3 糸および布	333
7.13 天然樹脂	334
7.14 合成樹脂の一般的性質	335
7.15 熱可塑性合成樹脂	337
7.15.1 ビニル系樹脂	337
7.15.2 ポリスチロール	338
7.15.3 ポリエチレン	338
7.15.4 アクリル樹脂	339
7.15.5 ふっ素樹脂	339
7.15.6 ポリアミド樹脂	340
7.15.7 ポリビニルカルバゾール	340
7.15.8 ポリプロピレン	340

7-15-9	ポリカーボネート	340
7-15-10	ポリエーテル	340
7-15-11	ポリパラキシレン	342
7-15-12	繊維素誘導体	342
7-16	熱硬化性合成樹脂	342
7-16-1	フェノール樹脂	342
7-16-2	尿素樹脂	343
7-16-3	メラミン樹脂	343
7-16-4	アニリン樹脂	343
7-16-5	キシレン樹脂	343
7-16-6	グリブタル樹脂	343
7-16-7	ジアリル樹脂	344
7-16-8	ポリエステル樹脂	344
7-16-9	ポリエチレンテレフタレート	344
7-16-10	エポキシ樹脂	344
7-16-11	シリコン樹脂	345
7-17	用途別にみた合成樹脂	345
7-17-1	薄膜材料	345
7-17-2	積層材料	346
7-17-3	成形樹脂	348
7-17-4	注形樹脂・発泡樹脂	348
7-18	ワニスおよびコンパウンド	350
7-18-1	ワニス	350
7-18-2	コンパウンド	352
7-19	ゴム	352
7-19-1	天然ゴム	353
7-19-2	合成ゴム	354

8. 磁性現象とその理論

8-1	磁 化	357
8-2	磁気双極子モーメントと角運動量	359
8-3	誘導磁気双極子モーメントと反磁性	360
8-4	原子およびイオンの磁気双極子モーメント	363
8-5	永久磁気双極子と物質の磁性	366

8-6	常 磁 性	367
8-7	強磁性体の性質	371
8-8	強磁性と自発磁化	373
8-9	反 強 磁 性	377
8-10	フ ェ リ 磁 性	382
8-11	強磁性体の磁化機構と分域構造	386
8-12	磁 気 異 方 性	390
8-13	磁気ひずみ現象	392
8-14	磁 性 体 損 失	395
8-15	高保磁力材料の減磁曲線と最大エネルギー積	398
	演 習 問 題	399

9. 磁 性 材 料

9-1	磁性材料の種類	402
9-2	高透磁率材料の種類と用途	403
9-3	鉄 系 材 料	404
9-3-1	純 鉄	404
9-3-2	炭 素 鋼	405
9-3-3	鑄 鉄・鑄 鋼	405
9-4	け い 素 鋼	406
9-4-1	けい素鋼板	406
9-4-2	方向性けい素鋼板	407
9-5	Al-Fe 合金	409
9-6	Ni-Fe 合金および Co-Fe 合金	410
9-7	圧 粉 心	412
9-7-1	純鉄圧粉心	413
9-7-2	パーマロイ圧粉心	413
9-7-3	センダスト磁心	418
9-8	フ ェ ラ イ ト	414
9-9	恒透磁率材料	417
9-10	方形ヒステリシス材料・薄膜磁性材料	418

9・11	永久磁石材料の要件とその種類	419
9・12	焼入硬化磁石材料	421
9・13	析出硬化磁石材料	422
9・13・1	等方性析出硬化材料	423
9・13・2	異方性析出硬化材料	424
9・13・3	規則格子形貴金属合金磁石	425
9・14	粉末磁石材料	426
9・15	焼結磁石材料	427
9・15・1	酸化物焼結材料	427
9・15・2	焼結合金材料	428
9・16	永久磁石における着磁とエージング	428
9・17	整磁鋼・低熱膨張合金・恒弾性率合金	429
9・18	磁気ひずみ材料	430
9・19	録音・録画用材料	431
9・20	特殊磁性材料	432

演習問題の答

索 引