



# 目 次

## 第1章 電気材料の特質

1. 1	電気材料の知識の必要性	1
1. 2	電気材料の特殊性	2
1. 3	電気技術者としての対策	2
1. 4	電気材料の分類	3
1. 5	摘 要	4
1. 6	問 題	4

## 第2章 電気材料の基礎

2. 1	総 説	5
2. 2	ボーアの原子模型	5
2. 2. 1	物質の構成因子	5
2. 2. 2	原子構造の模型	5
2. 2. 3	水素原子の模型	5
2. 2. 4	エネルギー準位	6
2. 3	模型を用いない表現	7
2. 3. 1	量子数による表現	7
2. 3. 2	パウリの禁制律	8
2. 4	分子の形成	9
2. 4. 1	イオン結合	9
2. 4. 2	共有結合	10
2. 5	分子の形態	11
2. 5. 1	原子間隔	11
2. 5. 2	対称性と非対称性	11
2. 5. 3	結晶質と非晶質	12

結晶質—非晶質

2. 5. 4	高分子化合物	14
2. 6	導体および抵抗体	15
2. 6. 1	気体の電気伝導	15
2. 6. 2	溶液の電気伝導	15
	溶液と電離—電離度と比誘電率との関係—イオン絶体速度—イオン速度の温度係数—電解液の抵抗の温度係数	
2. 6. 3	固体の電気伝導	16
	導体と絶縁物—金属の電気的性質	
2. 6. 4	接触面における電気伝導	25
	接触抵抗	
2. 7	半導体	28
2. 7. 1	基礎的性質	28
	半導体の定義—電子と正孔—半導体中の不純物—半導体のエネルギー準位図—キャリアとその運動	
2. 7. 2	整流現象	35
2. 7. 3	光電現象	39
	内部光電効果—障壁光電効果—電界発光	
2. 7. 4	トランジスタ作用	41
	接合形トランジスタ—電界効果トランジスタ	
2. 7. 5	熱電気現象	43
2. 7. 6	磁界による効果	44
2. 8	誘電体	46
2. 8. 1	誘電体の電気伝導	46
	固体誘電体を流れる電流—誘電体吸収—誘電体における電荷の移動—表面漏れ電流	
2. 8. 2	誘電分極	49
	誘電体の分極現象—分極の機構—双極子分極	
2. 8. 3	強誘電体	52
	強誘電体の分極—強誘電体の誘電率—反強誘電体—強誘電体の分類とその例	
2. 8. 4	誘電損	55
	誘電損の定義—誘電損とその作用—誘電損の発生機構—複合誘電体に	

おける損失—誘電体が混在する場合

2. 8. 5 絶縁破壊	61
破壊電圧—気体絶縁物の破壊—固体絶縁物の破壊	
2. 9 磁性体	66
2. 9. 1 磁性体の種類	66
2. 9. 2 原子の磁気モーメント	66
2. 9. 3 フェロ磁性体	67
2. 9. 4 フェリ磁性体	68
スピンの配列—フェライト	
2. 9. 5 強磁性体の磁化	70
磁化特性—鉄の単結晶の磁化特性—磁気ひずみ—磁化の過程—鉄損	
2. 9. 6 永久磁石の特性の表示	76
エネルギー積—反磁化力	
2. 10 摘要	79
2. 11 問題	81

### 第3章 電気材料概論

3. 1 導電材料	83
3. 1. 1 導電材料概説	83
導電材料の定義—導電材料の電気的性質—導電材料として具備すべき条件	
3. 1. 2 銅	86
3. 1. 3 銅合金	88
銅—カドミウム合金線—銅—すず合金線—銅—ニッケル—けい素合金線—銅—ベリリウム合金線—その他の銅合金線	
3. 1. 4 アルミニウム	90
3. 1. 5 アルミニウム合金	91
3. 2 抵抗材料	92
3. 2. 1 抵抗材料概説	92
3. 2. 2 金属抵抗材料	92
銅を主成分としたもの—ニッケルを主成分としたもの—鉄を主成分と	

したもの—その他の金属抵抗材料	
3. 2. 3 非金属抵抗材料 .....	99
水—炭素—炭化けい素	
3. 2. 4 薄膜抵抗材料 .....	101
金属薄膜—炭素皮膜	
3. 3 半 導 体 材 料 .....	102
3. 3. 1 概 説 .....	102
半導体材料の種類—精製—単結晶の作成	
3. 3. 2 特殊抵抗材料 .....	107
サーミスタ材料—バリスタ	
3. 3. 3 整 流 体 材 料 .....	109
多結晶整流体—単結晶整流体	
3. 3. 4 光 電 材 料 .....	112
光伝導材料—障壁光電池—電界発光材料	
3. 3. 5 トランジスタ材料 .....	114
ダイオード—トランジスタ—集積回路	
3. 3. 6 熱電効果材料, 磁界効果材料など .....	116
熱電効果材料—磁界効果材料	
3. 4 絶 縁 材 料 .....	117
3. 4. 1 概 説 .....	117
絶縁材料の分類—絶縁材料の特性—温度と電気的特性—湿度と電気的性質—耐熱性と寿命	
3. 4. 2 気体絶縁材料 .....	124
空気—水素—窒素—アルゴン—フロン—六ふっ化いおう	
3. 4. 3 液体絶縁材料 .....	126
液体絶縁の分類—植物性油—鉱油	
3. 4. 4 無機固体絶縁材料 .....	129
天然無機固体絶縁物—人造無機固体絶縁物	
3. 4. 5 有機固体絶縁材料 .....	139
天然有機固体絶縁物—人造有機固体絶縁物	
3. 4. 6 混成絶縁材料 .....	152

## 有機液状混成材料—有機固体混成材料

3. 5	磁気材料	158
3. 5. 1	総説	158
	概説—磁気材料の分類—磁気特性値の相互関係	
3. 5. 2	鉄および鋼	161
	純鉄—炭素鋼・鑄鉄—磁性鋼帯	
3. 5. 3	けい素鋼	163
	けい素鋼の性質—無方向性けい素鋼帯—方向性けい素鋼帯	
3. 5. 4	鉄-ニッケル合金	168
3. 5. 5	合金鋼	170
	アルパーム—パーメンズール—ニッケルクロム鋼	
3. 5. 6	圧粉心	171
	圧粉心の意義—圧粉心に用いられる金属材料—圧粉心の性質	
3. 5. 7	高透磁率フェライト	172
	分子式—製法—高周波用フェライト—マイクロ波用フェライト—安定性	
3. 5. 8	永久磁石材料	175
	永久磁石材料として具有すべき条件—焼入れ硬化形材料—析出硬化形材料—焼結材料—磁石の安定性—磁化（着磁）	
3. 5. 9	その他の磁気材料	182
	定透磁率材料—角形ヒステリシス材料—整磁材料—磁気ひずみ材料—磁気記録材料—磁気記憶材料—非磁性鉄鋼材料	
3. 6	特殊材料	188
3. 6. 1	物理現象を電気現象に変える材料	188
	ポロメータ材料—熱電気材料—光電材料—熱電子放射材料—二次電子材料—感磁気材料—圧電材料	
3. 6. 2	電気現象を物理現象に変える材料	196
	発熱材料—発光材料	
3. 6. 3	調節材料, 保安材料	201
	ヒューズ材料—バイメタル材料—避雷器材料	
3. 6. 4	接着材料・気密材料・排気材料	205

ガラスと金属との接着—磁器と金属との接着—金属間の接着—パッキン材料—ゲッター—真空油

3. 6. 5	機械素子材料	207
	閉接材料—すり接触材料—電極材料—プリント回路—保護管—耐アーク材料—消アーク材料—冷却材料—防湿材料—ばね材料—軸受材料	
3. 7	摘要	216
3. 8	問題	222

## 第4章 機種別に見た電気材料の使われ方

4. 1	電線およびケーブル	227
4. 1. 1	裸電線	227
4. 1. 2	絶縁電線	229
	絶縁電線の種類と性質—巻線(マグネットワイヤ)—配電用電線—コード—絶縁電線の許容電流	
4. 1. 3	電力ケーブル	236
	電力ケーブルの種類—電力ケーブルの性質	
4. 1. 4	通信用ケーブル	242
	通信用ケーブルの種類—通信用ケーブルの性質—高周波電線の特性	
4. 2	電気機器材料	250
4. 2. 1	回転電機材料(直流機)	250
	継鉄—主磁極—補極—軸受—電機子—整流子—ブラシ保持器—ブラシ—歯車装置	
4. 2. 2	変圧器材料	254
	内鉄形変圧器材料—外鉄形変圧器材料—巻鉄心形変圧器材料	
4. 3	真空管材料	256
4. 3. 1	陽極材料	256
	陽極材料の具備条件—ニッケル—モリブデン—銅—黒鉛—タンタラム—鉄	
4. 3. 2	陰極材料	257
	陰極材料の具備条件—タングステン—トリウムタングステン—酸化物—陰極—その他	
4. 3. 3	格子材料	259

4. 4 摘要	259
4. 5 問題	260

## 第5章 材料試験法の原理

5. 1 電氣的試験	262
5. 1. 1 電気抵抗試験	262
電気抵抗試験の意義—導体材料の抵抗試験—抵抗材料の抵抗試験	
5. 1. 2 絶縁抵抗試験	264
絶縁抵抗試験の意義—電源および充電時間—試料および電極—代表的な絶縁抵抗測定法	
5. 1. 3 絶縁耐力試験	271
絶縁耐力試験の意義—試料と電極—固体試料の場合の周囲の媒質—電圧印加—試験回数	
5. 1. 4 誘電正接および比誘電率試験	273
誘電正接および比誘電率試験の意義—試料と電極—試験方法	
5. 1. 5 耐アーク性試験	284
耐アーク性試験の意義—試験方法	
5. 1. 6 絶縁材料の耐コロナ試験	285
耐コロナ試験の意義—試験方法	
5. 1. 7 耐トラッキング性試験	287
耐トラッキング性試験の意義—試験方法	
5. 1. 8 耐トリッキング性試験	288
耐トリッキング性試験の意義—試験方法	
5. 2 磁氣的試験	289
5. 2. 1 磁氣的試験の意義	289
5. 2. 2 振動試料形磁力計による試験法	289
5. 2. 3 衝撃検流計または磁束計による試験法	289
衝撃検流計および磁束計—環状試料試験法—開磁路試験法—閉磁路試験法	
5. 2. 4 永久磁石材料の試験法	294
5. 2. 5 低透磁率材料の試験法	296



衝撃検流計による試験法—吸引力による試験法

5. 2. 6	直流自記磁束計による試験法	297
5. 2. 7	低周波の交流磁化特性および鉄損試験法	298
5. 2. 8	交流ブリッジによる試験法	300
5. 2. 9	Qメータによる試験法	301
5. 2. 10	交流ヒステリシスループの試験法	302
	ベクトル計による試験法—積分回路を用いる試験法	
5. 3	物理的試験	303
5. 3. 1	物理的試験の意義	303
5. 3. 2	各種試験	303
	厚さ—比重—吸水量—水分—吸湿度—透湿度—気密度—透気度—かたさ—粘度—針入度—流動性—粘着性—接着力—引張り強さと伸び—永久伸び—圧縮率—耐圧縮—曲げ強さ—衝撃—へき開—耐曲げ性—巻付性—マイカ含有量—液体の膨張係数—固体の熱膨張—粘着力—軟化点—流動点—耐寒性—引火点—不揮発分—灰分（無機質分）—蒸発減量—乾燥時間	
5. 4	化学的試験	309
5. 4. 1	化学的試験の意義	309
5. 4. 2	各種試験	309
	全酸価—酸価—よう素価—腐食性—耐油性—耐酸性—安定性—ポットライフ—塩素含有量—耐アセトン性—過マンガン酸カリウム消費量	
5. 5	耐熱性試験	312
5. 5. 1	耐熱性試験の意義	312
5. 5. 2	試験方法	312
5. 6	半導体材料試験	314
5. 6. 1	半導体材料試験の意義	314
5. 6. 2	各種試験	315
	抵抗率—移動度およびキャリア密度—少数キャリアの寿命—禁制帯幅—伝導形の判定—その他	
5. 7	摘要	317
5. 8	問題	319
	索引	320