

目 次

第1章 誘電体基礎論

1.1 総説	1
1.2 原子構造と量子力学	3
1.2.1 ボーアの古典量子論と水素原子モデル 量子化条件—振動数条件	3
1.2.2 量子力学の概要 光と物質の粒子性と波動性—シュレディンガー波動方程式	9
1.2.3 パウリの禁制律と原子の電子配置, 周期律表	20
1.3 電界中の原子*	23
1.4 原子間力と分子の形成	25
1.4.1 ボルン斥力	26
1.4.2 引 力 イオン結合力(クーロン引力) —ファン・デル・ワールス力 —共有結合—水素結合	26
1.5 統計力学と熱力学の概要	32
1.5.1 統計力学概要 分布関係	32
1.5.2 熱力学と統計力学	35
1.6 固体の原子論と格子不整	38
1.6.1 結 晶	38
1.6.2 格子不整	41
1.6.3 格子熱振動	43
1.7 固体の電子論とエネルギー帯	47
1.7.1 結晶内電子のエネルギー帯	47
1.7.2 自由電子近似によるエネルギー帯論	48
1.7.3 固体中自由電子のエネルギー状態密度*	51
1.7.4 原子に強く束縛された電子による近似	53
1.7.5 導体と絶縁体	55
1.7.6 不純物準位と半導体	56
1.7.7 固体結晶中の電子の運動	58
1.7.8 電子の移動度と拡散係数	60
1.8 高分子物質*	64
1.8.1 概 説*	64

1.8.2	高分子の形成*	65
1.8.3	分子の形態*	65
	鎖状高分子—網目状高分子	
1.8.4	固体の構造*	67
	無定形構造—多結晶構造	
1.8.5	固体内の分子運動*	69
	無定形構造における分子運動—多結晶構造における分子運動	
1.8.6	高分子の粘弾性*	71
	フック要素を用いる模型—マクスウェル要素を用いる模型—遅延時間および緩和時間の分布—緩和時間（または遅延時間）の温度変化	
1.9	摘 要	78
1.10	問 題	82

第2章 誘電分極, 誘電率および誘電損

2.1	総 説	83
2.2	誘電体の巨視的性質	83
2.2.1	誘電率と分極	83
	誘電率—分極—分極の種類—分極の速さ	
2.2.2	複素誘電率と誘電損	89
	複素誘電率—誘電損	
2.2.3	電磁波に対する誘電体の性質	92
	伝搬定数と複素誘電率—複素屈折率と複素誘電率	
2.2.4	緩和現象と複素誘電率	95
	誘電緩和と余効関数—時間的に変化する電圧と電流との関係—複素誘電率と余効関数との関係*—誘電率と誘電損率との関係*	
2.2.5	複素誘電率の測定原理	100
2.3	静誘電率の分子理論	101
2.3.1	分極率と内部電界	101
	内部電界—分極率—分子分極	
2.3.2	気体の静誘電率	107
	単原子気体—多原子気体—双極子分極率の計算	
2.3.3	液体の静誘電率	112
	無極性液体—有極性物質の希薄溶液—純粹の有極性液体	
2.3.4	固体の静誘電率	117
	無極性固体—有極性固体	
2.4	均質誘電体の分散と吸収	120
2.4.1	複素誘電率の周波数変化	120

2.4.2	電子分極による分散と吸収	121
2.4.3	原子分極による分散と吸収	124
2.4.4	双極子分極による分散と吸収	124
	有極性液体の理論 (デバイの理論) —有極性固体の理論—緩和時間— 高分子の誘電特性	
2.4.5	キャリアを含む誘電体の分散と吸収	141
	イオンの遷移による分極—電荷移動による誘電損失	
2.4.6	誘電体の等価回路	142
2.5	複合誘電体	143
2.5.1	複合層の誘電吸収と分散	143
2.5.2	混合体の誘電吸収と分散—球形微粒子 (ワグラーの理論)—*	145
2.6	摘要	146
2.7	問題	150

第3章 強誘電体

3.1	総説	153
3.2	強誘電体と反強誘電体	154
3.2.1	自発分極の発生と分域構造	154
3.2.2	誘電異常と相転移	157
3.2.3	分域反転	159
3.2.4	反強誘電体	161
3.2.5	代表的な強誘電物質	164
	変形強誘電体—秩序無秩序形強誘電体	
3.3	強誘電性の理論*	171
3.3.1	熱力学的現象論*	171
3.3.2	双極子理論*	175
	秩序無秩序形強誘電体—変形強誘電体	
3.3.3	分域の反転*	179
3.4	圧電現象	181
3.4.1	圧電性の現象論	181
3.4.2	強誘電体の圧電性*	187
3.5	強誘電体と光*	189
3.5.1	概説*	189
3.5.2	強誘電体の電気光学効果*	189
	電気光学効果—電気光学効果を利用した光変調	
3.5.3	強誘電体の光学的非線形効果*	195
	光高調波発生—光パラメトリック発振	

3.6 摘 要	200
3.7 問 題	201

第4章 誘電体の電気伝導

4.1 総 説	203
4.2 固体誘電体の電気伝導現象	205
4.2.1 電流-時間特性	205
4.2.2 電流の温度依存性	206
4.2.3 電圧-電流特性	208
4.2.4 電流の外部圧力特性	210
4.2.5 キャリアの移動度	211
4.2.6 光伝導現象	212
4.2.7 表面電気伝導	215
4.2.8 電気伝導に関する測定法	216
漏れ電流の測定—移動度の測定法	
4.3 固体誘電体の電気伝導機構	220
4.3.1 キャリアと電気伝導機構	220
4.3.2 電子性伝導	221
エネルギー帯モデル—ホッピングモデル—空間電荷制限電流—電子放出電流—電子なだれ電流—光伝導電流	
4.3.3 イオン性伝導	237
キャリアとしてのイオンの起源とその密度—イオン移動度—イオン性伝導の理論式	
4.4 液体誘電体の電気伝導	242
4.4.1 液体誘電体の電気伝導の実験結果	243
4.4.2 液体誘電体中の電子およびイオン移動度	246
4.4.3 液体誘電体中のキャリアの発生と消滅の機構	252
4.5 摘 要	256
4.6 問 題	258

第5章 誘電体の絶縁破壊

5.1 総 説	259
5.2 固体誘電体の絶縁破壊現象	260
5.2.1 破壊電圧の厚さ効果	260
5.2.2 破壊電圧の温度特性	261
5.2.3 破壊電圧と印加電圧波形	261
5.2.4 破壊電圧の時間効果	262

5.2.5	破壊電圧の極性効果	265
5.2.6	破壊電圧の放射線照射効果	266
5.2.7	破壊電圧の周波数効果 (高周波およびレーザー光破壊)	267
5.2.8	破壊電圧と機械的応力	268
5.2.9	絶縁破壊の方向性	268
5.2.10	各種固体誘電体の分子構造と絶縁破壊の強さ E_B アルカリハライド—無機質誘電体—分子性結晶—高分子物質	270
5.2.11	絶縁破壊電圧の測定と絶縁破壊試験	276
5.3	固体誘電体の絶縁破壊理論	278
5.3.1	絶縁破壊理論の歴史の変遷	278
5.3.2	絶縁破壊理論の展望	279
5.3.3	電子的破壊過程 伝導電子のエネルギー平衡—真性破壊—電子なだれ破壊— μ ナ破壊	281
5.3.4	純熱破壊過程 定常熱破壊—衝撃熱破壊	294
5.3.5	機械的破壊過程	298
5.4	液体誘電体の高電界電気伝導と絶縁破壊	299
5.4.1	液体の高電界電気伝導と破壊前駆現象	299
5.4.2	液体誘電体の絶縁破壊の実験結果 不純物の影響—印加電圧波形の影響と破壊の遅れ—電極の影響—電極間距離および電極面積の影響—圧力の影響—温度の影響—液体誘電体の密度と分子構造の影響—空間電荷の影響	302
5.4.3	液体誘電体の絶縁破壊理論 電子の衝突電離 (なだれ) による破壊—衝突電離と陰極からの電界放出の組み合わせによる破壊理論—気ほうによる破壊説—浮遊粒子説	309
5.5	複合誘電体の絶縁破壊	315
5.5.1	概説	315
5.5.2	複合層の電圧分担と破壊条件	316
5.6	摘要	319
5.7	問題	321

第6章 放電によって生ずる固体絶縁破壊

6.1	総説	322
6.2	放電により引き起こされる固体絶縁破壊	323
6.2.1	放電劣化の発生とその種類	323
6.2.2	部分放電劣化 部分放電の微細構造—部分放電と等価回路—部分放電劣化の試験電極	325

	系一部分放電劣化機構	
6.2.3	トリーイング劣化.....	333
	トリーの発生と進展—トリー劣化機構	
6.2.4	トラッキング劣化.....	335
	トラッキング現象—トラッキング試験法—トラッキング劣化機構	
6.2.5	アーク劣化.....	338
6.3	電気絶縁診断法*.....	339
6.3.1	電気絶縁診断法の種類*	339
6.3.2	直流電圧印加による方法*	340
	絶縁抵抗計 (メガ) による試験—直流高電圧試験	
6.3.3	交流電圧印加による方法*	341
	誘電正接法—交流電流法—直流分法	
6.4	摘 要.....	343
6.5	問 題.....	344
	付 録.....	345
	問題解答.....	353
	索 引.....	356