

目次

第1章 イオン注入法の概要	1
1. 1 イオン注入法の進展	1
1. 2 イオン注入により影響を受ける特性	4
1.2.1 力学的および化学的特性	4
1.2.2 電気的特性	7
1.2.3 光学的性質	8
1.2.4 表面層により制御される光学的性質	10
1. 3 イオン注入下で起こる過程	12
1.3.1 核的衝突と高い欠陥密度	14
1.3.2 点欠陥と電子の相互作用	14
1.3.3 複合的效果	15
1.3.4 照射誘起拡散	15
1.3.5 熱的效果	17
1.3.6 組成に関する効果	18
1. 4 イオンビームプロセスの利点のまとめ	19
1. 5 イオンビームによるパターン形成	22
1. 6 エネルギーと照射量への要請	22
1. 7 イオン注入効果のまとめ	23
参考文献	24
第2章 イオン飛程, 損傷分布, スパッタリング	26
2. 1 イオン飛程分布の予測	26
2.1.1 核的衝突	30
2.1.2 微分断面積	32

2.1.3	電子的阻止能	34
2.1.4	核的および電子的阻止能のまとめ	36
2.1.5	イオン飛程の分布	37
2. 2	損傷の分布	40
2.2.1	電子的過程による欠陥生成	42
2.2.2	変位閾値効果	43
2.2.3	拡散, 緩和, 非晶質化	43
2.2.4	非晶質層の安定性	52
2.2.5	半導体の非晶質化	53
2.2.6	点欠陥およびクラスター欠陥の安定性	55
2.2.7	欠陥の拡散と結晶学	57
2.2.8	構造および成分変化	58
2.2.9	損傷分布に関する結論	60
2. 3	チャネリング	61
2. 4	スパッタリング	64
2. 5	計算機シミュレーション	69
2.5.1	シミュレーションによるアプローチ	70
2.5.2	分子動力学	73
2.5.3	Boltzmann 輸送方程式	74
2.5.4	シミュレーションプログラムの現状	74
	参考文献	75

第 3 章	光吸収	78
3. 1	光吸収, ESR, RBS	78
3. 2	その場光吸収	79
3. 3	応力と欠陥運動に関する結晶学的な効果	85
3. 4	サファイア	86

3. 5	アルカリハライド	94
3.5.1	F 中心と F_2 中心	95
3.5.2	F_3 , F_2' , F_3' 吸収帯	98
3.5.3	その他の特徴	98
3. 6	欠陥複合体	100
3. 7	光吸収の成長曲線 (照射量依存性)	105
3. 8	光吸収に対する分子イオン照射の効果	106
3. 9	同位体及びイオン種の効果	110
3. 10	振動子強度の測定	113
3. 11	ESRとENDOR	113
3. 12	高線量効果	114
3.12.1	非晶質化	114
3.12.2	コロイド	117
3.12.3	析出相	122
3. 13	解釈上の諸問題のまとめ	122
	参考文献	124

第4章 ルミネッセンス 127

4. 1	ルミネッセンス過程	127
4. 2	イオン注入下でのルミネッセンス	129
4. 3	イオン注入時の温度の効果	130
4. 4	その場ルミネッセンス計測	131
4.4.1	アルカリハライド — 励起子 —	132
4.4.2	アルカリハライド — 励起子分子の探索 —	135
4.4.3	CaF_2	137
4.4.4	シリカ	137
4.4.5	サファイア	141

4.4.6	LiNbO_3 -不純物及び化学量論比的効果-	144
4.4.7	LiNbO_3 -励起子-	146
4.4.8	表面不純物発光	147
4.4.9	固体アルゴン	149
4.4.10	その場ルミネッセンス測定のみとめ	149
4.5	フォト(光)ルミネッセンス	150
4.5.1	NaF のルミネッセンス	150
4.5.2	新しい混晶半導体の合成	151
4.5.3	サファイアの複原子空孔	151
4.6	光導波路レーザー	152
4.7	熱ルミネッセンス	156
4.7.1	シリカと石英	156
4.7.2	CaF_2	159
4.7.3	LiF 線量計	161
4.8	CaO への不純物ドーピング	162
4.9	カソード(電子線励起)ルミネッセンス	163
4.10	イオン飛程を超えた効果	164
	参考文献	166

第5章 イオン注入光導波路の基礎と評価法 169

5.1	イオン注入による光導波路の特性	169
5.2	光導波路のモード理論	170
5.2.1	Maxwell方程式からのアプローチ	172
5.2.2	量子力学のアナロジー	177
5.3	光導波路との結合	179
5.3.1	端面結合	179
5.3.2	プリズム結合	183

5. 4	屈折率深さ分布の決定	187
5.4.1	傾斜屈折率分布に対するWKB近似	187
5.4.2	イオン注入による光学障壁型光導波路	189
5.4.3	反射率計算法 (RCM)	190
5.4.4	屈折率分布の評価	197
5.4.5	反射率計算法を用いてフィットされた屈折率分布の例	202
5.4.6	薄膜反射率法	206
5. 5	平板型光導波路における光の減衰	213
5.5.1	プリズム法	214
5.5.2	挿入損失	217
	参考文献	219

第6章	イオン注入光導波路の実際	220
6. 1	実際の光導波路構造	221
6.1.1	従来の形成手法	221
6.1.2	イオン注入による形成手法	222
6.1.3	化学的に形成されたイオン注入光導波路	225
6. 2	屈折率へのイオン注入効果のまとめ	225
6. 3	屈折率変化を示す物質群	227
6. 4	結晶性石英	230
6. 5	ニオブ酸化物	233
6.5.1	ニオブ酸リチウム	233
6.5.2	ニオブ酸リチウムの光損傷	241
6.5.3	その他のニオブ酸化物	242
6. 6	タンタル酸化物	245
6. 7	BGO ($\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$)	246
6. 8	レーザーの母体材料	251

6.8.1	ガーネット	251
6.8.2	他のレーザー用基板	255
6.9	非線形材料	258
6.10	他の結晶性物質	262
6.11	非晶質物質	263
6.12	従来法との併用	268
6.13	注入した元素の化学的性質を利用した光導波路	269
6.14	現在の進展に関するまとめ	272
	参考文献	273

第7章	イオン注入光導波路の応用	278
7.1	導波路形成技術	279
7.1.1	チャンネル型光導波路	279
7.1.2	オブティカル・ライティング	283
7.1.3	二重障壁注入	285
7.2	イオン注入導波路レーザー	288
7.2.1	分光学的効果	292
7.2.2	平板型導波路レーザーの性能	293
7.2.3	チャンネル型導波路レーザー	296
7.3	倍波発生	298
7.3.1	石英	298
7.3.2	ニオブ酸カリウム	300
7.3.3	KTP	304
7.4	フォトリフラクティブ効果	307
7.5	関連する応用と今後	311
	参考文献	312

第8章 原書に対する補足	314
8. 1 イオン注入によるコロイド, ナノ粒子の形成.....	314
8.1.1 粒子サイズと光学応答.....	315
8.1.2 イオン注入サングラス.....	322
8.1.3 非球状ナノ粒子.....	323
8.1.4 ナノ粒子のアニール.....	323
8.1.5 ナノ粒子の除去.....	326
8.1.6 金属ナノ粒子の光学非線形性.....	328
8.1.7 多重イオン注入によるナノ粒子形成.....	328
8. 2 イオン注入光導波路のその後の進展.....	331
8. 3 金属ナノ粒子の光吸収スペクトル.....	336
8.3.1 イオン注入ナノ粒子の光吸収スペクトルの測定.....	336
8.3.2 金属ナノ粒子分散層の光学応答.....	337
8.3.3 金属ナノ粒子中の自由電子のナノサイズ効果.....	339
8.3.4 金属ナノ粒子の複素誘電率.....	341
8.3.5 表面プラズモン共鳴が起こる条件.....	343
参考文献.....	345
索引.....	350