

〔細 目 次〕

第 1 部 基礎編

第 1 章 光と物質の相互作用 <平野 正浩>

1. 光の歴史	3
2. マクスウェルの方程式と電磁波としての光	4
2.1 マクスウェル方程式	4
2.2 反射と屈折	5
2.3 物質中の光学	6
2.4 電気光学効果と磁気光学効果	6
(1) 電気光学効果	6
(2) 磁気光学効果	7
3. 光の吸収と放出	7
3.1 光吸収の巨視的取扱い	7
3.2 光吸収の量子論的取扱い	8
3.3 自然放出と誘導放出	8
4. 物質による光の散乱	9
5. 発光および光吸収による物質変化	9
(1) 発光現象	10
(2) 光伝導	10
(3) 光起電力効果	10
(4) 光電子放出	10
(5) その他	11

第 2 章 半導体の構造と光学的性質

第 1 節 単体半導体の基本物性

<森 雅彦, 大西 伸和, 牧田雄之助>

1. Si のバンド構造	12
2. 光吸収	13
3. 反射率	13
4. フォトルミネッセンス	14

第 2 節 III-V 族化合物半導体の基本物性

<森 雅彦, 大西 伸和, 牧田雄之助>

1. GaAs	16
1.1 GaAs のバンド構造	16
1.2 光吸収	17
1.3 反射率	17
1.4 フォトルミネッセンス	17
(1) 自由励起子 (F.E.)	17
(2) 不純物に束縛された励起子 (B.E.)	18

(3) g と [g-g] 発光	18
(4) バンド-アクセプター遷移	19
(5) ドナー-アクセプター対発光 (d-a 発光)	19
2. GaP	19
2.1 バンド構造	19
2.2 光吸収	20
2.3 反射率	20
2.4 フォトルミネッセンス	21
(1) 等電子トラップ	21
(2) ドナー-アクセプター対発光	22
3. AlAs	22

第 3 節 II-VI 族化合物半導体 <八百 隆文>

1. 一般的性質	25
1.1 Znカルコゲナイドの物性	25
1.2 CdHgTe の物性	31
2. バルク結晶の成長法	32
2.1 熔融法	32
2.2 溶液成長法	32
2.3 気相成長法	33
3. エピタキシャル結晶成長法	34
3.1 LPE 法	34
3.2 CVD 法	34
3.3 MOCVD 法	35
3.4 MBE 法	36

第 4 節 アモルファス半導体の基本物性

<桑野 幸徳, 白玖 久雄>

1. アモルファス半導体の特徴と分類	41
2. アモルファス半導体のバンド構造	42
3. アモルファス半導体の光吸収	43
(1) 吸収端光吸収	43
(2) 高エネルギー光吸収	43
(3) すそ吸収	43
4. アモルファス半導体のルミネッセンス	44
5. アモルファス半導体	44
(1) 光導電効果	45
(2) 光起電力効果	45
6. アモルファス半導体の光誘起現象	45

7. 新材料への期待	45	4. コレステリック液晶	68
		5. 結び	68
第3章 高分子材料の光学的性質		第4節 色素、染料と光学的性質	
第1節 透明プラスチック材料と光学的性質		〈北尾梯次郎〉	
〈大塚 保治〉		1. はじめに	70
1. はじめに	47	2. 色素、染料そして機能性色素	70
2. プラスチックの光学的性質の特徴	47	3. 色素の光吸収特性	71
2.1 透明性	47	3.1 近紫外光領域	72
2.2 屈折率とアッベ数	48	3.2 可視光領域	72
2.3 屈折率の温度変化	49	3.3 近赤外吸収特性	72
2.4 複屈折	50	3.4 光吸収の方向性	73
2.5 吸水性、熱変形温度など	50	4. 色素の光反応特性	73
3. 最近の展開	50	4.1 フォトクロミズム	73
3.1 光ディスク基板	50	4.2 光分解	73
3.2 非球面レンズ	50	4.3 光酸化	73
3.3 光ファイバー	50	4.4 光還元	74
3.4 屈折率分布型プラスチック	51	5. 色素の光変換特性	74
4. むすび	51	6. 色素の発光特性	74
第2節 感光性樹脂の光学的性質		第5節 有機系非線形光学材料	
〈小久保忠嘉〉		〈加藤 政雄, 中西 八郎〉	
1. 感光性樹脂材料の用途と分類	53	1. はじめに	76
2. フォトポリマーの感光性にかかわる 一般的性質	53	2. 非線形光学効果	76
2.1 感光による画像形成のしくみ	53	3. 有機非線形光学材料の特徴	77
(1) 重合型	54	4. 高分子非線形光学材料とそのデバイス化へ のアプローチ	79
(2) 架橋型	54	4.1 ポリジアセチレン	79
(3) 光分解型	54	4.2 高分子液晶	81
2.2 感光波長	54	4.3 ポリフッ化ビニリデン(PVF ₂)	81
(1) その化合物自身の化学構造を修飾する	54	5. 有機系デバイスによる波長変換システム, 光コンピュータなどの構築への期待	81
(2) 他の化合物に光吸収させ、そのエネルギーを利用する	55	6. おわりに	83
2.3 感度	55		
3. フォトレジスト	56	第4章 磁性材料と光学的性質	
3.1 フォトレジストの光吸収, 感光性	56	〈腰塚 直己〉	
3.2 薄膜としてのフォトレジストの性質	57	1. はじめに	84
3.3 ポジレジストによる画像形成	58	2. 光磁気メモリー材料	84
(1) 画像形成のしくみ	58	2.1 光磁気メモリーの原理と特徴	84
(2) 画像の断面プロファイル	58	2.2 媒体に要求される特性	85
(3) サブミクロン領域の画像形成	59	2.3 非晶質希土類(R)-遷移金属(T)の合 金膜	86
第3節 液晶材料と光学的性質		2.4 酸化物膜	87
〈小野 博〉		2.5 MnBi, PtMnSb他	88
1. まえがき	62	3. 光アイソレータ材料	88
2. ネマチック液晶およびスメクチックA液晶	62	3.1 バルク型光アイソレータ	88
3. 強誘電性液晶	66		

(1) 近赤外および0.8 μ m用ガーネット結晶	88
(2) 可視領域用材料	90
3 2 導波型光アイソレータ	91

第5章 単結晶の育成法 <宮本 大樹>	
1. 水溶液法	93
2. 水熱合成法	94
3. フラックス法	94
4. チョクラルスキー法	95
5. ブリッジマン法	97
6. ベルヌーイ法	98
7. ゴーンメルト法	98

第6章 多結晶体及び焼結体合成法	
<木下 実>	
1. 原料粉末作成法	99
2. 焼結法	100
2.1 無加圧焼結法	100
2.2 加圧焼結法	100
2.3 透光性を与えるために	100

第7章 アモルファス材料製造法	
第1節 液相法, ガラス <水野 俊明>	
1. 合成の基本的原理	104
2. 合成例	104
2.1 塊状ガラスの合成	104
2.2 膜状ガラスの合成	105
2.3 繊維状ガラスの合成	105
3. 合成されたガラスの性質	106
4. 最近の話題	106

第2節 液体急冷法によるアモルファス金属の製造技術	
<沢田 良三>	
1. 超急冷法の概要	107
2. スプラットクーリング法	107
3. 双ロール法	108
4. 単ロール法	108
5. 粉末および細線の製法	109
6. 臨界冷却速度	109
7. 実験用小型アモルファス作成方法	110
8. 大型アモルファス製造装置	111
9. 今後の展開	111

第3節 気相法によるアモルファスシリコンの形成	
<西川 哲>	

1. グロー放電法	113
2. スパッタ・蒸着・CVD	114
3. 新しい試み	115

第8章 薄膜育成技術

第1節 気相, 薄膜製造法 <小川 倉一>	
1. はじめに	117
2. 化学的堆積法 (CVD法)	117
2.1 熱CVD法	118
2.2 MOCVD法	119
2.3 プラズマCVD法	119
2.4 光CVD法	121
3. 物理的堆積法	121
3.1 真空蒸着	121
3.1.1 蒸着装置と蒸発源	121
3.1.2 蒸着方法	124
3.2 スパッタリング	125
3.2.1 グロー放電とスパッタ率	125
3.2.2 スパッタ方式	125
3.2.3 スパッタ法	127
3.3 イオンプレーティング法	127

第2節 液相薄膜製造法 <竹田 美和>	
1. 序	130
2. 液相成長の原理と成長装置	130
3. 相図と液相エピタキシャル成長	132
3.1 AlGaAs	132
3.2 InGaAsP	133
3.3 InGaAsSb	134
4. まとめ	134

第3節 固相反応, 薄膜製造法 <蒲生 健次>	
1. 界面の固相反応	137
2. 固相成長	138

第4節 有機薄膜製造技術 <雀部 博之>	
1. はじめに	140
2. 高分子超薄膜の作成法	140
2.1 ポリチオレフェン(CH) _x 超薄膜の合成	141
2.2 ポリチオレフェンPThの電解重合	141
2.3 ポリエチレンPEのプラズマ重合	142
2.4 LB累積膜の重合	142
2.5 ポリフェニレンスルフィドPPSの真空蒸着膜	144
2.6 PVDF及びPPSの高周波スパッタ膜	145
2.7 有機分子線エピタキシン(OMBE)法	146

2 8	その他の方法	147
3	おわりに	147

第2部 応用編

第1章 光ファイバ

第1節 光ファイバの導波原理と種類

〈山内 良三, 稲田 浩一〉

1.	ステップ型ファイバ	151
2.	グレーテッド型ファイバ	152
3.	単一モードファイバ	153
4.	その他のファイバ	153
(1)	分散シフト単一モードファイバ	154
(2)	偏波保持ファイバ	154
(3)	イメージファイバ	155

第2節 石英系光ファイバ

〈星川 政雄, 渡辺 稔, 須川 毅〉

1.	プリフォーム製造工程とその原料	156
1.1	MCVD法	156
1.2	VAD法	157
1.3	OVP法	157
1.4	PCVD法	158
2.	線引, コーティング工程とその原料	158
3.	ケーブル化工程とその原料	159

第3節 多成分系光ファイバの製法

〈葛輪 定男, 古瀬 洋一〉

1.	まえがき	160
2.	多成分系光ファイバの製法	160
2.1	ガラス組成の決定	160
2.2	原料の精製	160
2.3	ガラス熔融	161
2.4	二重ルツボ紡糸	161
2.5	その他の製法	161
3.	多成分系光ファイバの特徴	162
4.	多成分系光ファイバの応用	163

第4節 赤外光ファイバ 〈吉田 進〉

1.	赤外光ファイバの研究	164
2.	赤外光ファイバの材料と期待される特性	164
3.	重金属酸化物ガラスファイバ	165
4.	ハライドガラスファイバ	165
5.	カルコゲナイドガラスファイバ	167
6.	結晶ファイバ	167
7.	赤外光ファイバの展望	168

第5節 プラスチック光ファイバ 〈前田 徹〉

1.	プラスチック光ファイバとその関連製品	169
2.	POFの伝送損失	170
3.	POFの使用	172
4.	最後に	174

第6節 プラスチッククラッドファイバ

〈高井 宏志〉

1.	はじめに	175
2.	PCFの基本構造	175
2.1	光ファイバ心線	175
2.2	光ファイバ・コード	176
2.3	光ファイバ・ケーブル	176
3.	PCFの諸特性	177
3.1	損失波長特性	177
3.2	温度特性	177
3.3	高温保持特性	177
3.4	低温保持特性	178
3.5	温度サイクル特性	178
3.6	機械的特性	178
4.	PCFの適用範囲	179
5.	まとめ	179

第7節 中空光ファイバ 〈日高 建彦〉

1.	まえがき	180
2.	赤外用GeO ₂ 中空ウェーブガイド	180
3.	X線ファイバの原理	181
4.	軟X線伝送中空光ファイバの伝送特性	182
5.	考察	183

第8節 光ファイバ周辺材料 〈鈴木 秀雄〉

1.	まえがき	185
2.	光ファイバ用被覆材	185
2.1	1次被覆材, 緩衝層	186
2.2	2次被覆材	186
3.	光ファイバケーブル構成材料	187
3.1	光ケーブルコア構成材料	187
3.2	外被材料	187
4.	光ファイバ接続, 外被接続材料	187
4.1	光ファイバ接続材料	187
4.2	外被接続材料	187

第2章 光回路素子

第1節 光導波路素子 〈武田 茂〉

1.	まえがき	189
2.	光導波路及び光IC用材料	189
3.	化合物半導体	190

3 1	材料の種類	190	5	反射型先スイッチ	208
3 2	作成方法	190	6.	モード変換型光スイッチ	208
3.3	光導波路及びスイッチ	191	7.	半導体基板を用いた光スイッチ	208
4.	誘電体材料	191	8.	光変調器	209
4.1	材料の種類	191	9.	むすび	209
4.2	作成方法	192	第4節 光アイソレータ	<大川原一秀>	
4.3	変調器, 光スイッチ	192	1	はじめに	210
5.	磁性材料	192	2	光アイソレータの原理	211
5.1	材料の種類	192	3.	光アイソレータの構造と特性	211
5.2	作製方法	193	4	光アイソレータの活用方法	213
5.3	光アイソレータ, 光偏向器	193	5	むすび	214
6.	まとめ	194	第5節 光導波路型光演算素子	<石原 聡, 笠原久美雄>	
第2節 受動光回路と微小光学素子	<西澤 紘一>		1.	光導波路型光デジタル演算素子	215
1.	はじめに	195	1 1	時系列光論理演算	215
2	光回路	195	(1)	光A/D変換器	215
3	微小光学素子	196	(2)	光D/A変換器	216
3 1	分布屈折率レンズ(セルフフォーカスレンズ [®])	196	(3)	光半加算器	216
3.1.1	分布屈折率レンズの光学	196	1.2	光数値演算	217
3.1.2	分布屈折率レンズの応用光学系	197	(1)	光剰余演算器	217
3 2.1 1	軸上結像系	197	(2)	多項式演算器	217
(1)	光源結合系 (2) 平行ビーム変換系		1.3	光-光制御素子を用いた光IC演算器	218
3.1.2.2	異軸結合系	199	2.	光導波路型光アナログ演算素子	219
3.1.2.3	複合光学系	199	2.1	光集積スペクトラム・アナライザ	219
3.2	球レンズ	200	2.2	相関器	220
3.2.1	球レンズの光学	200	第3章 発光素子		
3.2.2	球レンズの応用光学系	201	■ 気体レーザー		
3 3	その他のレンズ	201	第1節 He-Neレーザー	<老門 泰三>	
3.3.1	プラスチック製プレスレンズ	201	1.	発振原理	225
3.3.2	ガラス製プレスレンズ	201	2.	構造	225
4.	光回路の応用例	202	3	性能と特徴	226
4.1	光結合器	202	(a)	ビーム径と広がり角	227
4.2	分岐・合流光回路	202	(b)	レーザー出力の安定性	227
4 3	分波合波光回路	203	(c)	寿命	227
4.4	光減衰器	203	(d)	その他の特性	228
4.5	スターカプラ	203	4.	まとめ	228
5.	まとめ	204	第2節 CO₂レーザー	<永井 治彦>	
第3節 光スイッチ, 光変調器	<山崎 攻, 和佐 清孝>		1.	原理	229
1.	光の制御	205	2.	放電励起CO ₂ レーザー	229
2.	方向性結合器型スイッチ	206	3	ダイナミックCO ₂ レーザー(GDL)	231
3	分岐干渉型光スイッチ	206	4.	化学励起CO ₂ レーザー	232
4.	ブラッグ回折型光スイッチ	207			

第3節 エキシマレーザ <佐野 令而>	
1. 原理	233
2. エキシマレーザの特長	234
3. 応用	235
第4節 その他の気体レーザ <佐野 令而>	
1. 窒素レーザ	236
2. よう素レーザ	236
3. 化学レーザ	236
■ 固体レーザ	
第5節 YAGレーザ結晶 <横山 武>	
1. はじめに	237
2. レーザ用YAG結晶の特長	237
3. YAGレーザロッドの製造	237
3.1 YAG結晶の育成	238
3.2 YAGレーザロッドの加工と評価	239
4. まとめ	240
第6節 YAGレーザ装置と応用 <末永 直行>	
1. YAGレーザ発振装置	242
2. 加工用光学系	242
3. YAGレーザの加工応用	243
3.1 穴あけ	243
3.2 溶接	244
3.2.1 スポット溶接	244
3.2.2 シーム溶接	244
3.3 トリミング	244
3.4 マーキング	245
3.5 切断	245
3.6 バランシング	245
3.7 はんだ付け, ろう付け	245
4. まとめ	245
第7節 ガラスレーザ	
<田中 恵子, 泉谷 徹郎>	
1. ガラスレーザの特徴	246
2. レーザガラスの組成	246
3. ガラスレーザの製造	247
4. ガラスレーザの応用と種類	247
4.1 Ndガラスレーザ	247
4.2 Erガラスレーザ	247
第8節 新しい固体レーザ結晶 <横山 武>	
1. はじめに	250
2. レーザ結晶が要求される主な条件	250
3. 新しい固体レーザ結晶の特徴	250
3.1 GGG	250
3.2 アレキサンドライト	252
3.3 GSGG, GSAG	252
3.4 YLF	252
4. おわりに	253
■ その他のレーザ	
第9節 液体レーザ <大竹 祐吉>	
1. はじめに	254
2. 波長可変レーザとしての色素レーザ	254
3. 色素レーザの発振原理	254
4. 色素レーザと励起光源	256
5. 連続発振の色素レーザ	257
6. パルス発振色素レーザ	260
6.1 Nd:YAGレーザ励起色素レーザ	262
6.2 エキシマレーザ励起色素レーザ	262
6.3 窒素レーザ励起色素レーザ	262
6.4 フラッシュランプ励起色素レーザ	263
6.5 モード同期色素レーザ	263
第10節 その他のレーザ <大竹 祐吉>	
1. F・センターレーザ	266
2. アレキサンドライトレーザ	270
3. スラブレザ	271
4. 半導体レーザ励起とYAGレーザ	271
5. 化学レーザ	272
6. 金属蒸気レーザ	273
■ 半導体発光素子	
第11節 半導体レーザの種類と構造	
<青木 聡, 北原 知之>	
1. ファブリーペロー半導体レーザ (FP-LD)	274
2. 動的単一モード (DSM) レーザ	274
2.1 DFB (分布帰還形) レーザ, DBR (分布反射形) レーザ	276
2.2 外付回折格子 (外部共振器) 形レーザ	277
2.3 複合共振器レーザ	277
2.4 短共振器レーザ	277
3. 量子井戸 (Quantum Well: QW) レーザ	277
4. 集積化レーザ	278
第12節 GaAs系, InP系半導体レーザ	
<水戸 郁夫>	

1 GaAs系, InP系半導体レーザとその応用 領域.....	281	2 1 アバランシェフォトダイオード(APD)	310
2 結晶成長.....	281	2 2 フォトトランジスタ (PT).....	310
2 1 LPE成長	282	2 3 アンプ付PINフォトダイオード	311
2 2 VPE成長	283	3 光電子増倍管.....	311
2 3 MBE成長	283	4 撮像管.....	312
3 素子特性.....	283	4 1 可視ビジコン.....	312
3 1 発振閾値電流, 外部微分量子効率, 発 振スペクトル.....	284	4 2 非可視域用ビジコン.....	312
3 2 I_{th} , η_d の温度依存性	285	4 3 イメージディセクタ.....	313
3 3 発振スペクトル.....	285	4 4 イメージインテンシファイヤ.....	314
3 4 信頼性.....	286	4 5 SIT管.....	314
4. まとめ.....	286	4 6 ストリークカメラ.....	314
第13節 可視光半導体レーザ <和田 優, 藤原 昌平>		5 固体撮像素子.....	314
1 まえがき.....	288	5 1 MOS撮像素子	314
2 短波長化の利点.....	289	5.2 CCD撮像素子	314
3 可視半導体レーザの材料.....	289	5 3 半導体位置検出素子 (PSD).....	315
4. GaAlAs系可視光レーザ	291	第2節 太陽電池 <猪口 敏夫>	
5 GaAlAs系以外の可視光レーザ	293	1 まえがき.....	317
6. あとがき.....	294	2 太陽電池の動作原理.....	317
第14節 2μm以上の発振波長をもつ半導体レーザ <小林 直樹>		3 太陽電池の効率と材料.....	318
1 はじめに.....	296	4 太陽電池材料としてのSiの動向	318
2 半導体材料.....	296	a) 単結晶Siの太陽電池.....	318
2 1 III-V族化合物半導体	296	b) リボン結晶Si	319
2 2 IV-VI族化合物半導体など	297	c) 鑄造多結晶Si	319
3 半導体レーザ.....	297	d) アモルファスSi薄膜	320
4. おわりに.....	298	5 III-V族化合物半導体と太陽電池	321
第15節 LED <米津 宏雄>		a) 素子製作プロセスにおける特徴.....	321
1 基本特性と結晶材料.....	300	b) ヘテロフェイスの太陽電池.....	322
2 結晶成長法.....	303	c) 軽量基板の適用技術.....	322
(a) 液相成長法.....	303	6 II-VI族化合物半導体と太陽電池	323
(b) 気相成長法.....	304	a) CdTeホモ接合太陽電池.....	323
(b-1) MH-CVD, (b-2) MOCVD		b) Cds/CdTeヘテロ接合太陽電池	323
3 素子の製造方法.....	304	c) Cds/CuInSe ₂ ヘテロ接合太陽電池	323
4. 今後の課題.....	305	7. あとがき.....	324
第4章 受光素子・太陽電池 第1節 受光素子 <倉橋 明>		第3節 有機光電変換素子 <城田 靖彦>	
1. フォトダイオード.....	308	1 はじめに.....	325
1 1 PNフォトダイオード	308	2 光電変換プロセス— 原理	325
1.2 PINフォトダイオード	309	2.1 光起電力効果.....	325
2 増幅機構付半導体受光器.....	310	2 2 電位勾配の形成.....	325
		2.3 整流作用.....	325
		2 4 光起電力の発生.....	326
		2.5 変換効率.....	327
		3 光電変換デバイス.....	327
		4 有機固体光電変換素子と用いられる材料...	327

第5章 OEIC <矢嶋 弘義>

1. はじめに…………… 331
- 2 光素子の種類…………… 331
 - 2 1 独立した半導体レーザーの集積…………… 332
 - (1) 波長制御半導体レーザー…………… 332
 - (2) 面発光レーザー…………… 332
 - 2 2 位相同期型半導体レーザー…………… 332
 - (1) 大出力半導体レーザー…………… 332
 - (2) フェーズドアレイレーザー…………… 333
- 3 光素子と電子素子の集積…………… 334
 - 3 1 半導体レーザーと電子素子の集積…………… 335
 - 3 2 半導体レーザーと電子素子の一体化…………… 336
 - 3 3 光中継器用OEIC…………… 336
4. 光導波路とOEIC…………… 337
 - 4 1 化合物半導体光導波路…………… 337
 - 4 2 Si光導波路…………… 337
 - 4 3 電気光学結晶光導波路…………… 338

第6章 表示素子

第1節 液晶デバイス <金子 英二>

1. 線形電極マトリクス液晶表示パネル…………… 339
2. スイッチ駆動マトリクス液晶表示パネル…………… 341
3. マトリクス液晶カラー表示パネル…………… 342

第2節 ディスプレイ用LED <川端 敏治>

1. まえがき…………… 345
2. 可視LEDの種類…………… 345
 - 2 1 GaP赤, 緑色LED…………… 345
 - 2 2 GaAsP赤, 橙, 黄色LED…………… 346
 - 2 3 GaAlAs高輝度赤色LED…………… 346
 - 2 4 青色LED及び今後の展望…………… 346
3. ディスプレイ用LED…………… 347
 - 3 1 点発光ダイオード…………… 347
 - 3 2 数字表示素子, レベルインジケータ…………… 347
 - 3 3 パネルディスプレイ…………… 347
4. 新しい応用…………… 347
5. おわりに…………… 348

第3節 プラズマディスプレイパネル(PDP)

<小島 健博>

1. 概論…………… 349
2. DC型とAC型…………… 349
3. 大表示容量の橙色発光PDP…………… 350
4. フルカラーテレビ表示…………… 351
5. プラズマを電子源とする蛍光体の励起…………… 353
6. むすび…………… 353

第4節 EL(エレクトロルミネッセンス)

<吉田 勝>

1. 素子構造…………… 355
2. 緑色EL材料…………… 356
3. 赤色EL材料…………… 357
4. 青色EL材料…………… 357
5. あとがき…………… 358

第5節 エレクトロクロミック記録素子

<安藤 英一>

1. はじめに…………… 359
2. WO₃系ECD…………… 359
 - 2 1 動作機構…………… 359
 - 2 2 素子構造と構成材料…………… 360
 - 2 3 応答速度…………… 361
 - 2 4 信頼性…………… 361
 - (1) 保存寿命…………… 361
 - (2) 駆動寿命…………… 361
 - 2 5 駆動方法…………… 361
3. ECDの特徴とその応用…………… 362
4. 今後の展開…………… 362
5. おわりに…………… 363

第7章 記録素子—光ディスク

第1節 光ディスク用材料—E-DRAW用材料

<小深田 美恵子・沖野 芳弘>

1. 書き換え可能な記録材料の種類…………… 364
2. 光磁気材料…………… 365
 - 2 1 記録・消去…………… 365
 - 2 2 再生…………… 365
 - 2 3 材料に対する要求…………… 366
 - 2 4 各種材料…………… 367
 - 2 4 1 多結晶材料…………… 367
 - 2 4 2 単結晶材料…………… 367
 - 2 4 3 非晶質材料…………… 367
3. 相変化型記録材料…………… 368
 - 3 1 アモルファス/結晶型…………… 368
 - 3 2 結晶/結晶(I)型(マルテンサイト変態)材料…………… 369
 - 3 3 結晶/結晶(II)型材料…………… 370
4. その他の材料…………… 370

第2節 基板用材料 <澤田 秀雄>

1. はじめに…………… 371
2. 光ディスク基板の要求性能…………… 371
 - 2 1 光学的性質…………… 371

2 2	寸法安定性	371
2 3	成型性	371
3	光ディスク基板材料比較	371
3 1	PMMA	371
3 2	PC	372
3 3	エポキシ (EPOX) 樹脂	373
3 4	ポリオレフィン	373
3 5	ガラス	373
3 6	その他の基板材料	373
4.	主要な光ディスク基板物性	374
4. 1	耐熱性	374
4. 2	吸湿性	374
4. 3	光学的性質	374
(1)	透明性	374
(2)	複屈折	374
5.	光ディスクの基板製造プロセス	375
5. 1	マスタリング工程	375
5. 2	基板の複製工程	375
6.	おわりに	376

第 8 章 ホログラム <久保田 敏弘>

1	ホログラフィの原理	378
2	ホログラムの作製技術	379
2. 1	記録光学系	379
(1)	除振台	379
(2)	ミラー	379
(3)	ハーフミラー	379
(4)	レンズ	379
3	記録材料	379
3 1	回折効率	379
3 2	銀塩乳材	380
(1)	種類	381
(2)	現象・漂白処理	381
3 3	重クロム酸ゼラチン	381
(1)	分光感度及び解像力	381
(2)	回折効率及び感度	381
(3)	ホログラムの作製・保存	382
3 4	フォトレジスト	382
3 5	その他の記録材料	382
4.	応用	383
4. 1	干渉計測	383
4. 2	ホログラフィック光学素子	383
4. 3	ホログラムメモリ	383
4. 4	ホログラフィック・ディスプレイ	383

第 9 章 新しい光素子

第 1 節 バイステイブル素子

<丹野 直弘>

1	バイステイブル素子の基本原理	385
2.	各種のバイステイブル	386
2. 1	ナトリウム蒸気純光学型素子	386
2. 2	GaAsバルク純光学型素子	386
2. 3	多重量子井戸混成型素子	386
2. 4	非共振分散型バイステイブル素子	387
2. 4	バイステイブル半導体レーザ	387

第 2 節 フェイズ共役素子 <丹野 直弘>

1.	フェイズ共役素子の基礎	389
2.	フェイズ共役素子	389
2. 1	4 光波混合共役素子	390
2. 2.	誘導散乱法	390
2. 3	フェイズ共役素子の材料	391

第 3 節 ケミカルホールバーニングとその応用

<谷 俊朗>

1	はじめに	392
2.	ホールバーニングと光メモリ	392
2. 1	現象の基礎過程	392
2. 2	光波多重メモリ	393
3.	PHB 材料とその物性	393
3. 1	PHB 活性分子量	393
(1)	ポルフィリン環類	393
(2)	キニザリントその類似体	395
(3)	その他の機構による分子	396
3. 2	媒質効果	396
3. 3	その他の構造的知見	397
4.	今後の動向	397

第 3 部 新材料の特徴, 製法, 応用例

第 1 章 単純酸化物

第 1 節 マグネシア

<小舟 正文>

1.	はじめに	403
2.	透光性セラミックス	403
3.	透明 MgO 薄板の諸特性	404
4.	透明 MgO 薄板の応用と用途開発	405

第 2 節 酸化亜鉛 (ZnO) <石垣 隆正>

1	はじめに	407
2.	基本的な特性	407
3.	透光性焼結体	409

3.1	透光性焼結体の製造条件	409	第3節	イットリウム鉄ガーネット($Y_3Fe_5O_{12}$)	
3.2	透光性酸化亜鉛の調製	409			<北村 健二>
4.	電子写真感光体	410	1.	$Y_3Fe_5O_{12}$ の概要	430
5.	蛍光表示管	411	2.	主な育成法と結晶成長機構の特徴	431
6.	おわりに	411	2.1	フラックス法	431
第3節	水晶 (SiO_2)	<浅沼 信久>	2.2	液相エピタキシャル法(LPE法)	431
1.	まえがき	412	2.3	集光式フローティングゾーン法(FZ法)	432
2.	水晶の育成	412	2.4	その他の方法	432
2.1	水熱育成法	412	3.	材料としての応用と特性	433
2.2	人口水晶の育成方法	412	第4節	ガドリニウム・スカンジウム・ガリウム・ガ	
2.3	育成上の問題点	414		ーネット(GSGG)	<宮沢 靖人>
3.	人口水晶の光学的特性	414	1.	はじめに	435
3.1	透過率波長特性	414	2.	GSGGの特性	435
3.2	複屈性と旋光性	414	3.	GSGG単結晶の育成法	435
3.3	光学的均質性	415	3.1	原料作成	436
4.	光学的用途	415	3.2	単結晶育成	436
第4節	二酸化テルル (TeO_2) 単結晶		(1)	種子結晶の作製	436
		<木村 光宏>	(2)	Cr^{3+} を添加した単結晶の育成	436
1.	概説	417	3.3	結晶観察	437
2.	構造	417	4.	まとめ	437
3.	製法	417	第5節	ガドリニウム・ガリウム・ガーネットGGG	
3.1	引上軸	417		($Gd_3Ga_5O_{12}$)単結晶	<流王 俊彦>
3.2	光学的品質について	417	1.	はじめに	439
3.3	TeO_2 の蒸発および侵蝕性	419	2.	GGG結晶の特性	439
4.	性質	419	2.1	構造と物性	439
5.	用途	421	2.2	結晶欠陥	440
第2章	複酸化物		3.	GGG単結晶の製造方法	441
第1節	ペロブスカイト系透光性焼結体		3.1	結晶育成技術	441
1.	まえがき	422	3.2	基板加工技術	441
2.	PLZTの作製法	422	4.	おわりに	442
2.1	原料作製法	423	第6節	モリブデン酸鉛単結晶	<木村 光宏>
2.2	焼成方法	423	1.	概説	443
3.	PLZT応用デバイス	424	2.	組成	443
3.1	光シャッター	424	3.	構造	444
3.2	カラーディスプレイ	425	4.	製法	444
3.3	画像蓄積表示素子	425	4.1	音響光学素子用単結晶ブロックの製造	
4.	むすび	425		工程	444
第2節	ニオブ酸リチウム ($LiNbO_3$)		4.2	原料	444
		<鈴木 徹郎>	4.3	単結晶育成	444
1.	はじめに	427	4.4	単結晶熱処理	444
2.	ニオブ酸リチウム単結晶の育成	427	4.5	輪切・品質評価	445
3.	電気光学・音響光学効果	428	4.6	ブロック切断	445
4.	最近の話題	428	4.7	結晶面出し・寸法出し	445
			4.8	光学研磨	445

5. 光学的品質について	445	3.3 常圧焼結	471
6. 性質	446	3.4 反応焼結	471
7. 用途	446	3.5 ホットプレスング	471
第7節 モリブデン酸ガドリニウム (GMO)		4. 物性	471
<古畑 芳男>		5. 特徴, 用途	472
1. 結晶作成	449	第3節 立方晶窒化ほう素 (cBN) 透光性焼結体,	
2. 結晶学的性質	449	その他の窒化ほう素及びAlN素材	
3. 光学的性質	450	<佐藤 忠夫>	
4. 応用面	450	1. はじめに	473
第8節 KTN	<古畑 芳男>	2. 製法と性質	474
1. 単結晶作成	452	2.1 AlNの単結晶	474
2. 結晶学的性質	452	2.2 hBNの単結晶	474
3. 光学的性質	453	2.3 cBNの単結晶	475
4. 応用面	454	2.4 cBN透光性焼結体	475
第9節 SBN	<古畑 芳男>	2.5 hBN蛍光体	476
1. 結晶作成	455	2.6 AlN, hBNの焼結体, 及び熱分解BN	476
2. 結晶学的性質	455	(pBN)	
3. 光学的性質	456	第4章 化合物半導体	
4. 応用面	457	第1節 ガリウム砒素(GaAs) <赤井 慎一>	
第10節 KTP	<古畑 芳男>	1. GaAsの特徴と応用	478
1. 結晶作成	459	2. GaAs単結晶の製法	480
2. 結晶学的性質	459	3. 今後の課題	485
3. 光学的性質	460	第2節 ガリウム・リン (GaP)	
4. 応用面	461	<久保田 政芳>	
第11節 ケイ酸ビスマスおよびゲルマン酸ビスマス		1. 概要	487
化合物		2. 特徴	487
<宮本 大樹>		2.1 発光	487
1. Bi ₁₂ SiO ₂₀	462	(1) 赤色発光	488
2. Bi ₄ Ge ₃ O ₁₂	464	(2) 緑色発光	488
(3) GaAsP 橙, 黄色発光	488	(4) 赤外発光	488
第3章 窒化物		3. 単結晶育成	488
第1節 窒化アルミニウム (AlN) 薄膜・窒化ホウ素		3.1 大型単結晶	488
(BN) 薄膜		(1) 多結晶合成	489
<上村 揚一郎>		(2) 単結晶育成	489
1. AlN薄膜の作成法	467	3.2 エピタキシャル成長	489
2. 反応性スパッタリング法	467	3.3 その他	490
3. 化成蒸着法	468	4. 用途	490
4. イオン窒化法	468	第3節 インジウム・リン (InP)	
5. 窒化ホウ素 (BN)	469	<小田 修・片桐 圭司>	
第2節 酸窒化アルミニウム透明焼結体		1. 特徴	492
<酒井 利和>		2. 製法	492
1. まえがき	470	2.1 多結晶合成	492
2. 組成, 構造, 種類	470		
3. 合成法	471		
3.1 原料	471		
3.2 粉末の合成	471		

2.2	単結晶育成	493
2.3	結晶加工・研磨工程	496
3.	応用例と今後の課題	496

第4節 GaAs on Siヘテロエピタキシャル

＜上西 勝三＞

1.	GaAsとSiの特徴の組合せ	498
2.	GaAs on Siヘテロエピタキシャル技術	498
2.1	GaAsエピタキシャル技術	498
2.2	GaAs/SL/Si技術	498
2.3	GaAs/Si直接成長	500
3.	オプトデバイスへの応用	502
3.1	MES-FETによる評価	502
3.2	Power-FETによる評価	502
3.3	発光ダイオードへの応用	503
3.4	レーザダイオードへの応用	503
4.	世界の動向	503
5.	今後の課題	504

第5章 アモルファス材料

第1節 カルコゲンガラス

＜南 努＞

1.	はじめに	506
2.	ガラス形成論	506
3.	赤外透過性と光ファイバー	507
4.	光ディスクメモリー	508
5.	化学修飾と価電子制御	509
6.	まとめ	510

第2節 希土類—遷移金属アモルファス磁性膜

＜松下 俊介＞

1.	はじめに	511
2.	製法	511
3.	磁気特性	512
4.	希土類—遷移金属アモルファス磁性膜の応用	514
4.1	磁気バブルメモリー	514
4.2	磁気転写	514
4.3	光磁気ディスク	514
4.3.1	補償点書き込み	515
4.3.2	キュリー点書き込み	515
4.3.3	光磁気ディスク	515

第3節 アモルファスシリコン (a-Si)

＜谷口 浩・中嶋 義晴＞

1.	まえがき	518
2.	a-Siの作成法	518
3.	a-Siの物性	518

3.1	a-Siの構造	518
3.2	a-Siの電子状態	520
3.3	a-Siの電気的性質	521
3.4	a-Siの光学的性質	521
4.	a-Siの応用	521
4.1	単体半導体として	521
4.2	合金系半導体として	521
5.	a-Si研究の展望	522

第4部

最新技術動向

第1章 MOCVD法による半導体レーザの量産化

＜綾部 正昭＞

1.	はじめに	525
2.	半導体レーザと結晶成長法	525
(1)	半導体レーザ用物質	525
(2)	結晶成長法	525
3.	MOCVD法	525
(1)	原料	526
(2)	装置	526
(3)	安全対策	526
4.	CD-VD用TAPSレーザ	527
5.	高出力用レーザ	528
6.	おわりに	529

第2章 光CVDと今後の展開

＜村原 正隆＞

1.	はじめに	530
2.	レーザCVDの原理	530
3.	材料ガスの光化学反応	533
4.	レーザーCVDの現状	536
4.1	半導体膜の形成	536
4.2	セラミック膜の形成	538
4.3	金属膜の形成	539
5.	おわりに	540

第3章 超格子構造半導体への今後の課題

＜中尾 昌夫＞

1.	超格子構造半導体の分類と現状	542
2.	歪超格子	542
3.	原子層ドーピング	545
4.	(III-V) _{1-x} (IV) _{2x} 混晶	546
5.	バンド不連続の制御	546

6. 2次元・3次元超格子	547
7. おわりに	548

〔補 追〕

第3部第1章 単純酸化物

■ アルミナ	〈宗宮 重行〉
1. まえがき	551
2. 地殻中のアルミナ	551
3. 高純度アルミナ	551
4. アルミナおよびアルミナの水和物	551
5. 高純度アルミナの製法	553
5.1 アルミニウム化合物の熱分解	553
5.2 金属アルミニウムの酸化	553
5.3 気相酸化	553
5.4 アルミニウム塩の気相酸化	553
6. 原料の高純度化	553
7. 透光性多結晶体	553
8. 単結晶アルミナ作成法	553

8.1 ベルヌイ法	553
8.2 チョクラルスキー法	553
8.3 シュミット・ヴィーヒニキ法	554
8.4 E.F.G法	555
8.5 バクダサロフ法	555
9. 光学的性質	555
9.1 単結晶	555
9.2 多結晶	555
10. 応用	556
11. 終りにのぞみ	557

第2部第3章 発光素子

■ Ar, Krレーザー	〈後藤 達美〉
1. 発振の基礎	558
2. レーザー装置	559
3. 発振特性	561
4. まとめ	563