



## 目 次

第1章 序 論 .....	1
参考文献 .....	4

## 第2章 ホログラフィーの原理

§ 2.1 光の干渉と回折 .....	5	空間搬送波型ホログラム	19
2.1.1 光波の表現 .....	5	§ 2.4 ホログラム記録のメカニズム	
2.1.2 光の干渉 .....	7	.....	21
2.1.3 回折 .....	10	2.4.1 フレネルゾーンプレートと	
§ 2.2 ホログラフィーの原理 .....	15	ホログラム .....	21
2.2.1 ホログラムの撮影 .....	15	2.4.2 空間搬送波の変調による	
2.2.2 ホログラムの再生 .....	17	記録 .....	23
§ 2.3 インラインホログラムと		参考文献 .....	24

## 第3章 ホログラムの種類

§ 3.1 フレネルホログラムと		3.3.2 厚いホログラム .....	32
フーリエ変換ホログラム	25	§ 3.4 計算機ホログラム .....	33
§ 3.2 振幅ホログラムと		3.4.1 Detour phase method .....	33
位相ホログラム .....	29	3.4.2 Leeの方法 .....	35
§ 3.3 薄いホログラムと		3.4.3 干渉縞の形成 .....	36
厚いホログラム .....	31	§ 3.5 インコヒーレントホログラム	
3.3.1 薄いホログラム .....	31	.....	36

3.5.1	フレネルゾーンプレートによるコード化	36	による方法	43	
3.5.2	ヤング干渉縞によるコード化	42	§ 3.6	キノフォーム	45
3.5.3	アクロマティックフリンジ		3.6.1	キノフォーム	45
			3.6.2	ROACH	46
			参考文献	47	

## 第4章 厚いホログラム

§ 4.1	ホログラムの構造	49	4.5.3	傾斜のない格子をもつ 反射型振幅ホログラム	76
§ 4.2	再生の条件	51	4.5.4	反射型位相・振幅複号 ホログラム	78
§ 4.3	Coupled-wave theory	56	§ 4.6	厳密な coupled-wave theory	79
§ 4.4	透過型ホログラムの回折効率	65	4.6.1	Coupled-wave theory に おける近似	79
4.4.1	吸収のない 透過型位相ホログラム	65	4.6.2	Coupled-wave theory と 偏光	80
4.4.2	一様な吸収のある 透過型位相ホログラム	68	4.6.3	TE モードに対する coupled-wave theory の 厳密解	82
4.4.3	傾斜のない格子をもつ 透過型振幅ホログラム	69	4.6.4	TM モードに対する coupled-wave theory の 厳密解	84
4.4.4	透過型位相・振幅複号 ホログラム	71	4.6.5	計算結果	86
§ 4.5	反射型ホログラムの回折効率	72	参考文献	89	
4.5.1	吸収のない 反射型位相ホログラム	73			
4.5.2	一様な吸収のある 反射型位相ホログラム	75			

## 第5章 ホログラフィーの技術と特性

§ 5.1	ホログラフィーの技術	91	5.1.1	薄いホログラム	91
-------	------------	----	-------	---------	----

5.1.2 厚いホログラム ……………94	5.2.3 分散記録 ……………105
§ 5.2 ホログラフィーの特性 ……96	5.2.4 多重記録特性 ……………106
5.2.1 波面の記録と再生 ……96	参考文献 ……………108
5.2.2 結像特性 ……………98	

## 第6章 ホログラフィー用感光材料

§ 6.1 ハロゲン化銀感光材料 ……109	§ 6.6 フォトリフラクティブ結晶 123
§ 6.2 重クロム酸ゼラチン ……116	§ 6.7 バクテリオロドプシン ……126
§ 6.3 フォトレジスト ……………118	§ 6.8 光化学ホールバーニング ……128
§ 6.4 フォトポリマー ……………119	参考文献 ……………129
§ 6.5 サーモプラスチック ……121	

## 第7章 ディスプレイ用ホログラム

§ 7.1 白色光再生ホログラム ……132	7.5.2 レーザー再生平面型ホログラ フィックステレオグラム ……………145
§ 7.2 イメージホログラム ……133	7.5.3 白色光再生円筒型ホログラ フィックステレオグラム ……………147
§ 7.3 レインボウホログラム ……134	§ 7.6 カラーホログラム ……………153
7.3.1 2段階レインボウ ホログラム ……………134	7.6.1 レーザー再生 カラーホログラム ……154
7.3.2 1段階レインボウ ホログラム ……………138	7.6.2 白色光再生 カラーホログラム ……156
7.3.3 スリットを用いない レインボウホログラム 140	7.6.3 ホログラフィック ステレオグラム ……160
§ 7.4 Lippmann - Denisyuk ホログラム ……………143	§ 7.7 エッジリットホログラム ……167
§ 7.5 ホログラフィック ステレオグラム ……………144	参考文献 ……………170
7.5.1 ホロコーダーホログラム ……………145	

## 第8章 ホログラフィックディスプレイ

§ 8.1	ホログラフィック ディスプレイの特徴 ……173	8.3.2	反射型ホログラム ……182
§ 8.2	ホログラフィック ディスプレイの応用 ……174	8.3.3	表面レリーフ型ホログラム ……………183
8.2.1	出版 ……174	§ 8.4	ホログラムプリンター ……183
8.2.2	セキュリティー ……175	§ 8.5	ホログラフィー映画 ……185
8.2.3	芸術創作 ……176	8.5.1	動画ホログラフィー ……185
8.2.4	装飾 ……177	8.5.2	ホログラフィー映画 ……186
8.2.5	宣伝・広告 ……177	§ 8.6	電子ホログラフィー ……192
8.2.6	教育 ……178	8.6.1	ホログラフィー TV 研究の 歴史 ……192
8.2.7	科学・技術 ……179	8.6.2	ホログラムの情報量 ……193
§ 8.3	ホログラムの複製 ……181	8.6.3	電子ホログラフィー ……194
8.3.1	透過型ホログラム ……181	参考文献	……………207

## 第9章 ホログラフィー干渉

§ 9.1	変位・変形の測定 — ホログラ フィー干渉の原理 ……211	9.4.3	時間変調法 ……227
9.1.1	平行移動 ……213	§ 9.5	位相シフト干渉測定法 ……229
9.1.2	変形 ……214	§ 9.6	等高線形成法 ……232
§ 9.2	光学的粗面と ホログラフィー干渉 ……217	9.6.1	二光源法 ……232
§ 9.3	二重露光法と実時間法 ……220	9.6.2	サンドイッチホログラム 干渉法 ……234
9.3.1	二重露光法 ……220	9.6.3	二波長法 ……237
9.3.2	実時間法 ……221	9.6.4	二屈折率法 ……239
§ 9.4	振動の測定 ……221	§ 9.7	ホログラフィー干渉と スペckル干渉 ……241
9.4.1	時間平均法 ……222	§ 9.8	特殊なホログラフィー干渉 技術 ……246
9.4.2	ストロボ法 ……225		

9.8.1 応力解析 .....	246
9.8.2 偏光の記録 .....	248
9.8.3 位相増幅法 .....	249

9.8.4 非破壊試験 .....	251
参考文献 .....	253

## 第10章 情報処理への応用

§ 10.1 ホログラフィック フィルタリング .....	256
10.1.1 マッチトフィルタリング .....	258
10.1.2 コード変換 .....	260
10.1.3 デコンボリューション	261
10.1.4 微分フィルタリング ...	263
§ 10.2 ジョイントトランスフォーム 相関 .....	264
§ 10.3 ホログラフィック フィルタリングの応用	267
10.3.1 類似度の評価 .....	267
10.3.2 文字・パターンの認識	268

10.3.3 航空写真の視差測定 ...	271
10.3.4 連想メモリーへの応用	272
§ 10.4 特殊なホログラフィー相関 技術 .....	274
10.4.1 メラン変換による相関	274
10.4.2 極座標変換による相関	276
§ 10.5 ホログラフィックメモリー .....	278
10.5.1 薄いホログラムを用いた メモリー .....	278
10.5.2 厚いホログラムを用いた メモリー .....	283
参考文献 .....	290

## 第11章 ホログラフィー光学素子

§ 11.1 ホログラフィー光学素子の 特性 .....	295
§ 11.2 HOE レンズ .....	296
11.2.1 点物体のホログラム — HOE の制作 .....	296
11.2.2 異なった波長による再生 — 非点収差の補正 ...	299
11.2.3 光線追跡 .....	303
11.2.4 HOE レンズの設計 ...	308

11.2.5 色収差の問題 .....	309
§ 11.3 深い表面レリーフ型 ホログラム .....	312
11.3.1 TE モード .....	314
11.3.2 TM モード .....	318
11.3.3 さらに深い溝の場合 ...	320
11.3.4 表面レリーフ型ホログラム の性質 .....	323
参考文献 .....	330

## 第12章 ホログラフィー光学素子の応用

§ 12.1 回折格子 .....	332	12.5.2 多重結像レンズ .....	351
§ 12.2 スキャナー .....	337	12.5.3 高分解能結像 .....	354
§ 12.3 光ピックアップ .....	340	§ 12.6 ヘッドアップディスプレイ .....	358
§ 12.4 光インターコネクト .....	342	§ 12.7 計測への応用 .....	360
§ 12.5 結像光学系への応用 .....	350	参考文献 .....	365
12.5.1 収差の補正 .....	350		

## 第13章 結 び .....

参 考 書 .....	373
転載図面の著作権 .....	376
索 引 .....	378

