目　　次

1.　概　　論 …… 1

1.1.　ホログラフィーの概念 …… 1

1.2.　ホログラフィーの特徴 …… 4

1.3.　ホログラフィーの歴史 …… 8

1.3.1.　初期のホログラフィー …… 8

1.3.2.　発展期のホログラフィー …… 11

2.　ホログラフィーの基礎——光波とその記録 …… 15

2.1.　光　　波 …… 15

2.1.1.　光波の複素振幅と強度 …… 15

2.1.2.　平面波と球面波 …… 18

2.2.　光波の干渉 …… 21

2.2.1.　2光波の干渉とコヒーレンス …… 21

2.2.2.　平面波または球面波による干渉 …… 26

2.3.　光波の回折 …… 31

2.3.1.　回 折 積 分 …… 32

2.3.2.　フレネル回折とフラウンホーファー回折 …… 33

2.3.3.　フラウンホーファー回折の例 …… 37

2.4.　光 学 結 像 …… 44

2.4.1.　レンズの位相変換作用 …… 44

2.4.2.　レンズによる物点の結像 …… 45

2.4.3.　拡がりのある物体の結像 …… 47

2.5.　光波の記録 …… 50

2.5.1.　感光材料の記録特性 …… 51

2.5.2. 感光材料の結像特性 …… 56
2.5.3. 感光材料の回折効率 …… 56
2.5.4. 感光材料の位相特性 …… 59

3. ホログラフィーの原理 …… 62
3.1. 波面の記録と再生 …… 62
3.1.1. 物体光波面の記録 …… 62
3.1.2. 物体光波面の再生 …… 65
3.2. 単光束ホログラフィーと2光束ホログラフィー …… 67
3.2.1. 単光束ホログラフィー …… 67
3.2.2. 2光束ホログラフィー …… 69
3.2.3. ホログラムの空間周波数スペクトル …… 71
3.3. 拡散照明によるホログラフィー …… 74
3.3.1. 拡散照明ホログラフィーの特徴 …… 74
3.3.2. ホログラフィーにおけるスペックル雑音 …… 77
3.4. ホログラフィーにおける結像 …… 79
3.4.1. ホログラフィーの結像式と倍率 …… 79
3.4.2. ホログラフィーの収差 …… 84
3.5. ホログラムの特性 …… 86
3.5.1. ホログラムの結像特性 …… 86
3.5.2. ホログラムのフィルター特性 …… 88

4. 各種のホログラフィー …… 92
4.1. ホログラフィーの分類 …… 92
4.2. フレネルホログラフィー …… 96
4.3. フラウンホーファーホログラフィー …… 98
4.4. フーリエ変換ホログラフィー …… 100
4.5. レンズレスフーリエ変換ホログラフィー …… 102

4.6. 位相ホログラム …… 103
4.7. ボリュームホログラフィー …… 105
4.8. パルスレーザーホログラフィー …… 107
4.9. 偏光ホログラフィー …… 109
4.10. カラーホログラフィー …… 111
4.11. インコヒーレントホログラフィー …… 112
4.12. インテグラルフォトグラフィー …… 115
4.13. ホログラフィックステレオグラム …… 117
4.14. 電子線，X線ホログラフィー …… 118
4.15. 電波ホログラフィー …… 119
4.16. 音波ホログラフィー …… 120
4.17. 計算機ホログラフィー …… 122
4.18. キノフォーム …… 127

5. ホログラフィーの技術 …… 133
5.1. ホログラフィーの装置 …… 133
5.2. ホログラフィーの光学素子 …… 137
5.3. ホログラフィー用光源 …… 140
5.3.1. 光源に要求される性能 …… 140
5.3.2. 各種の光源 …… 141
5.3.3. レーザー光の安全性 …… 143
5.4. ホログラフィー用感光材料 …… 144
5.4.1. 銀塩感光材料 …… 144
5.4.2. 銀塩以外の感光材料 …… 146
5.5. ホログラフィーにおける実際 …… 147
5.5.1. ホログラムの記録実験 …… 148
5.5.2. ホログラムからの再生実験 …… 149

6. ホログラフィーの応用 ……152
6.1. 立体再生への応用 ……152
6.1.1. 立体実像のディスプレイ ……152
6.1.2. 広視野ホログラフィー ……153
6.1.3. ホログラフィー映画 ……155
6.1.4. ホログラフィーテレビジョン ……157
6.1.5. 運動微粒子の測定 ……159
6.2. 干渉測定への応用 ……159
6.2.1. ホログラフィー干渉法の特徴 ……159
6.2.2. ホログラフィー干渉法の種類 ……160
6.2.3. 変位の測定 ……165
6.2.4. 形状の測定 ……168
6.2.5. 振動の測定 ……172
6.3. 光学機器および光学系への応用 ……174
6.3.1. ホログラフィー顕微鏡 ……174
6.3.2. ホログラフィー回折格子 ……175
6.3.3. ホログラフィー分光法 ……178
6.3.4. 光弾性ホログラフィー ……181
6.3.5. ホログラフィープリンター ……183
6.3.6. ホログラムによる光学系の検査 ……185
6.4. 画像処理への応用 ……189
6.4.1. 2次元画像の演算 ……190
6.4.2. マッチトフィルタリング ……195
6.4.3. 像の回復 ……197
6.5. メモリーへの応用 ……200
6.5.1. ホログラムメモリーの特徴 ……200
6.5.2. ホログラムメモリーの種類 ……201
6.5.3. ホログラムメモリーの装置 ……202

6.6. マイクロ波および音波領域への応用 ……205
6.6.1. 合成開口サイドルッキングレーダー ……206
6.6.2. 超音波ホログラフィーによる非破壊検査 ……208
6.7. 医学への応用 ……211
6.7.1. ホログラフィーによる生体表面の計測 ……211
6.7.2. 眼底鏡および内視鏡ホログラフィー ……213
6.7.3. ホログラフィーによるX線写真の立体化 ……214
6.7.4. 超音波ホログラフィーによる生体の観測 ……217

7. これからのホログラフィー ……228

索 引 ……231