

シフト・ペリストロフィック多重ホログラフィック・メモリ記録方式のための光学設計

Optical Lens Design for Shift/ Peristrophic Holographic Recording

東京理科大学¹, 山本研² °山本 桂子¹, 牛山 善太², 吉田 周平³, 山本 学⁴

Tokyo Univ. of Science¹, Yamamoto Lab.² °Keiko Yamamoto¹, Zenta Ushiyama²,

Shuhei Yoshida³, Manabu Yamamoto⁴

E-mail: Yamamoto.tus@gmail.com

1. まえがき

ホログラムメモリ (以下 HM) のさらなる大容量化を目的として、球面波を用いたシフト多重記録方式および Peristrophic 多重を併用した記録方式¹⁾(以下 SRSP) 方式が検討されているが、そのシステムにおいて重要となる記録再生用レンズの設計手法について検討した。本稿では、その設計手法に則り設計した光学系の MTF 特性などのシミュレーション評価結果を報告する。

2. 記録再生部分の光学系の構成

記録再生部は図 1 に有る様な、同一のレンズを 2 個、焦点距離の間隔をおいてページ面 S、レンズ①、ホログラム面 M、レンズ②、再生像面 R と配置するものである。背後から照明されて S からは被写体の空間周波数に応じた角度で様々な方向に平面波が射出する。

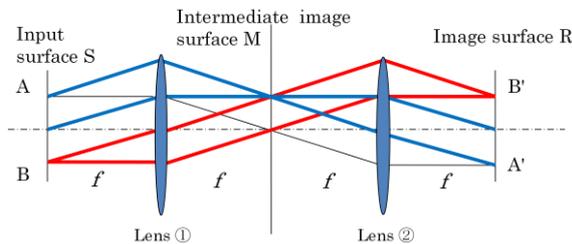


図 1 光学系の配置

この周波数ごとの平面波がレンズにより M に点像となり、フーリエ・スペクトル像が形成される (図 1 青の線)。また、ページデータの再現を考えれば、S 面上の無数の点光源から無数の光線が射出し、レンズ①により平行光束となり、レンズ②で収束され、R 面上にページデータの実像を得る (図 1 赤の線)。これらの複合的な良好な結像は、図 1 から明らかな様にレンズ①に左方から平行光束が、そして同じくレンズ①に右方から平行光束が入射した場合に、互いに逆の界で収差が補正されていることにより齎される。この双方向性は一般のカメラレンズ等においては実現されていない。

3. 双方向性実現のための設計指針

こうした双方向性実現のためには射影関係として $y' = f \sin \theta$ の正射影レンズが必要とされることは周知の通りであるが²⁾、本稿ではこの必要性を、新たに所謂像側テレセントリック性と球面収差が無収差であるこ

とが両立するための条件がやはり正射影条件であることと共に導いた(図 2)。

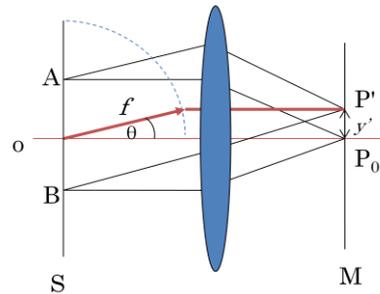


図 2 双方向性のための条件

4. 本多重方式に適した光学系設計

上記指針に沿って光学設計を行った結果を示す。SRSP 方式は他の HM 記録再生方式に比べ記録多重数において圧倒的に有利であり、その分ページデータ密度にマージンが生じる。このことは、HM 記録再生系実現において杞憂されている、光学系の複雑化、大規模化、可換性について大きな優位性を与えるものである。本稿では上記射影関係を軸に、収差を適切に処理して、こうした目的達成に必要な十分な光学系の製作を目指した(図 3)。

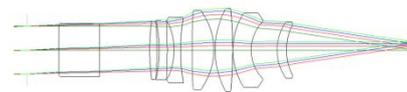


図 3 設計レンズ

5. まとめ

本稿では、シフト多重記録と Peristrophic 多重記録を併用した記録方式に対応する光学設計手法について検討した。具体的には正射影関係、テレセントリック性、解像力のバランスを適切に処理する必要があった。その設計の結果、MTF データを基に、500x500 ページデータを再現する能力を設計レンズが有することが確認された。

参考文献

- 1) Z. Ushiyama, H. Kurata, Y. Tsukamoto, S. Yoshida and M. Yamamoto, "Shift-Peristrophic Multiplexing for High Density Holographic Data Storage," Appl. Sci., **4**, pp. 148-157, 2014, 10.3390/app4020148
- 2) 宮前博: "フーリエ変換光学系" 光学技術ハンドブック, pp. 455-457 (朝倉書店, 東京, 2002)