

SIL 시스템에서의 미디어에 관한 특성 연구

유하늘¹, 김관형¹, 노광동¹, 하상우², 한인구², 서중교²,
김재순¹

¹ Physics and Astronomy, Seoul National University

San 56-1 Sillim-Dong, Kwanak-Gu, Seoul, 151-747, Korea

Phone/Fax +82-2-873-7372/+82-2-884-3002, Email : jskim@phy.snu.ac.kr

²Digital Storage Research Laboratory, LG Electronics

360-5, Yatap-Dong, Bundang-Gu, Sungnam-Si, Kyunggi-Do 463-828, Korea

Phone /Fax +82-31-789-4213/ +82-31-789-4205

1. 도입

옵티칼 데이터 스토리지의 성능을 높이기 위해서 쓰이는 방법중의 하나는 NFR 시스템에서 SIL 을 사용하는 것이다. SIL 을 사용하게 되면 시스템의 NA 를 높일 수 있고 입사되는 빔의 크기를 SIL 을 사용하지 않은 것보다 작게 만들 수 있기 때문이다. 작아진 빔의 크기는 이전보다 작은 영역을 비추게 되고 따라서 좀 더 많은 데이터를 저장할 수 있게 한다.

그림 1 은 대물렌즈의 NA 가 고정된 상태에서 SIL 을 넣을 때 SIL 이 삽입되는 깊이에 따른 구면 수차를 보여주고 있다. 그림에서 구면수차를 살펴보면 두번의 최대치와 두번의 최소치를 가지는 것을 알 수 있다. 그리고 그림에서 가장 높은 수차를 가지는 지점을 Opti-SIL 이라고 부른다⁽¹⁾. 이것은 그림에서 기울기가 가장 안정적이기 때문에 붙인 것이다. 따라서 옵티실이 좀 더 많은 관용도를 가질 것이라는 예상을 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 NFR 시스템에서 옵티실과 하이퍼 실간의 비교를 통해 좀 더 나은 시스템을 찾는 것을 그 목적으로 한다.

본격적인 연구에 앞서 실제적인 NFR 시스템에서 반드시 고려해야 할 사항 중 하나는 SIL 과 기록면 사이에 존재하는 미디어에 관한 것이다⁽²⁾⁻⁽⁴⁾. 미디어는 약 1 마이크로 미터정도의 두께를 가진 물질로써 일반적으로 굴절률이 SIL 보다 작기 때문에 실제 설계에서는 실제 설계시에는 두께를 1 마이크로 근방에서 조절해 주면서 초점을 맞추어야 한다. 그런데 미디어의 두께를 바꾸는 것은 수차를 발생시키게 되고, 이에 관해서는 앞서 연구된 바가 있다⁽⁵⁾. 우리는 이에 대해 살펴봄과 동시에 이것에서 좀 더 나아가서 더 좋은 성능을 가질 수 있는 시스템의 설계의 방법에 대해서 연구를 했다

본 연구에서는 그렇게 해서 찾아낸 방법으로 옵티실과 하이퍼실 시스템을 시뮬레이션을 통해 비교연구를 수행하였다. 사용된 SIL 의 굴절률은 2.08, 대물렌즈의 직경은 0.5mm, 광원의 파장은 405nm 이다. 그리고 전체적인 시스템의 구성은 그림 2 와 같다.

2.시뮬레이션을 통한 비교분석

1) 미디어를 고려한 시스템에 관한 연구

미디어를 고려하지 않은 잘 설계된 NFR 시스템이 있을 경우에 미디어의 두께 정도인 1 마이크로미터 만큼 SIL 을 깎아내고 미디어를 집어 넣은 다음 미디어 두께를 조절해 가면서 시스템을 설계하는 방법은 미디어를 고려하는 설계방법 중 가장 간단할 것이다. 미디어의 두께는 물론 수차를 가장 작게 하는 쪽으로 조절이 된다. 앞선 연구에서는 이러한 방법으로 설계를 해서 미디어의 굴절률이 작을수록 수차가 커지는 것을 보였다. 그리고 NA 1.84 인 시스템의 경우에 적어도 1.95 이상의 굴절률을 가진 미디어를 사용해야 함을 알 수 있다. 여기서 나아가서 본 연구에서는 또 다른 방법의 고안으로 대물렌즈의 재설계와 optimazing 을 통해서 새로운 시스템의 설계를 시도해 보았다. 그러한 결과 같은 NA 를 가진 시스템에서 미디어 굴절률을 1.95 이하로 낮출 수 있음을 보였다. 또한 고정된 시스템에 대해서 SIL 을 깎아내는 것이 불가피하기 때문에 우리는 새롭게 대물렌즈를 설계한 시스템에 대해서 분석할 필요가 있었다. 그 방법은 SIL 을 깎아서 디자인 한 시스템과 깎지 않고 디자인 한 시스템을 비교분석을 하였다. 그 결과는 그림 3 과 같고 두 시스템의 성능이 거의 일치하는 것을 확인하고 앞으로의 설계에 있어 SIL 을 깎지 않은 것으로 설계해서 디자인을 하였다.

2) Hyper SIL 과 Opti SIL 간의 비교

실제 시스템의 제작상 발생하는 오차에 의해서 생기는 문제들에 대한 관용도를 Hyper SIL 시스템과 Opti SIL 시스템 간에 비교 분석을 하였다. 이때 두 시스템은 1.7 과 1.83 의 두 가지의 같은 NA 를 가진 시스템을 비교 분석하였고 30 mλrms 까지를 허용한계로 두었다.

(1) 미디어 굴절률 변화에 따른 관용도 비교

미디어의 굴절률이 목표 값과 달라지는 것에 대한 관용도를 비교했다. 먼저 그림 4 에서 볼 수 있듯이 콜리메이트 렌즈를 앞뒤로 움직이는 것이 좀 더 좋은 성능을 가지게 하는 것을 볼 수 있고, 이에 따

라서 두 시스템을 비교 했다. 그림 5 에서 볼 수 있는 것처럼 Opti SIL 시스템이 좀 더 좋은 관용도를 가지는 것을 볼 수 있다.

(2) 미디어 두께 변화에 따른 관용도 비교

미디어의 두께가 목표 값과 달라지는 것에 대한 관용도를 비교했다. 앞의 내용과 같이 그림 6 에서 콜리메이트 렌즈를 움직이는 것이 좀 더 성능을 좋게 해준다는 것을 볼 수 있고, 또한 Opti SIL 이 좋은 관용도를 가지는 것을 그림 7 에서 확인 할 수 있다.

(2) 시스템 회전에 대한 관용도 비교

전체적 시스템 회전에 대한 관용도를 비교했다. 그림 8 을 볼 수 있듯이 대체적으로 Opti SIL 이 Hyper SIL 보다 관용도가 앞서는 것을 볼 수 있다.

3. 종합

먼저 우리는 전체 시스템을 설계하는 데 있어서 대물렌즈를 미디어의 굴절률이 변할 때마다 재 설계를 통해서 전체적인 성능을 높일 수 있음을 보였다. 또한 이럴 경우에 미디어의 두께에 맞추어서 SIL 을 깎아낼 필요가 없다는 것을 보였다. 이러한 방법으로 설계된 시스템 중 Opti SIL 을 사용한 시스템과 Hyper SIL 을 사용한 두 개의 시스템을 시뮬레이션을 통한 비교 분석하여서 Opti SIL 이 관용도 면에서 좀 더 나은 성능을 보이는 것을 확인했다. 또한 제작상의 문제에 있어서는 콜리메이트 렌즈를 이동시켜서 수차를 최대한 줄이는 방법에 대해서도 제안을 하였다.

4. 참고문헌

[1] Narak Choi, Seongbo Shim, Tom D. Milster, and Jaisoon Kim “Optical Design for the Optimum Solid Immersion Lens with High Numerical Aperture and Large Tolerance” *JJAP*. Vol. 46(6B) pp. 3724–3728 (2007)

[2] Jaisoon Kim, Tomas D. Milster “Design aspects of waveguide hybrid advance MEMS (WHAM)” *Optical Data Storage* 447–456 (January 2002)

[3] Tom D. Milster, Robert S. Upton and Hui Luo “Objective lens design for multiple-layer optical data storage” *opt.eng* 38(2) 295–301 (Feb. 1999)

[4] Ji Yeon Lee, Sam Nyol Hong, Yun Sup Shin, Kyun Taek Lee, Kwan Woo Park, Jeong Kyo Seo, In ho Choi, Eui Seok Ko, Byeong Hoon Min “Applying Liquid Crystal Panel for SA compensation in NRF multi-layer System”, 2007 International Symposium on Optical Memory ,Tu-F-03

[5] Coen A. VERSCHUREN, Dominique M. BRULS, Bin YIN, Jack M. A. VAN DEN EERENBEEMD, and Ferry ZIJP “High-Density Near-Field Recording on Cover-Layer Protected Discs Using an Actuated 1.45 Numerical Aperture Solid Immersion Lens in a Robust and Practical System” *JJAP*. Vol. 46, No. 6B, 2007, pp. 3889–3893

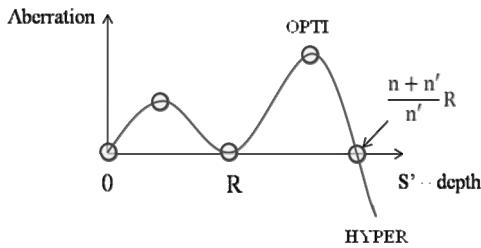


그림 1.Relation with depth and aberration

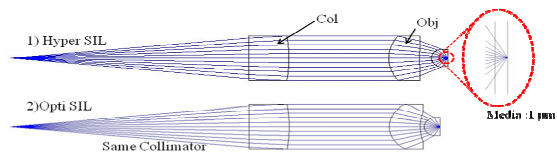


그림 2.layout of systems

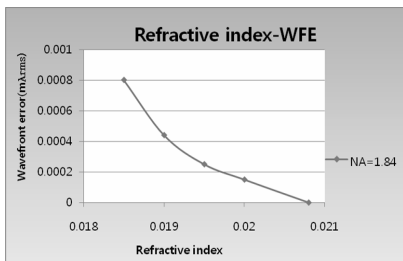


그림3. Refractive index-WFE(rms) in previous' s paper

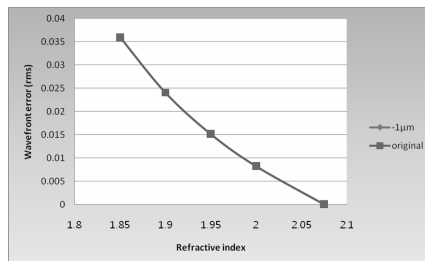


그림4. Compare cutting SIL with none cutting SIL

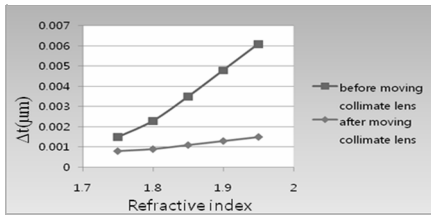


그림 5. before and after moving collimate lens

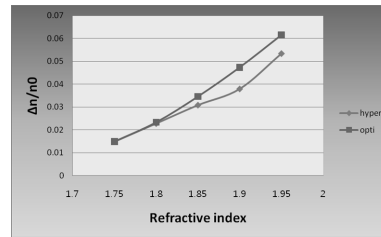


그림 6..The tolerance according to the refractive index (Opti vs Hyper)

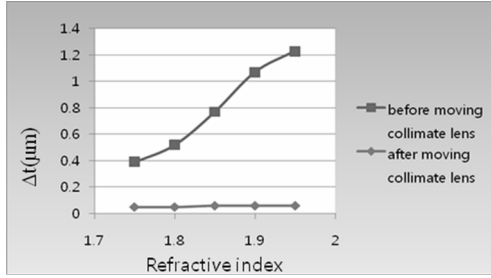


그림 7. before and after moving collimate lens

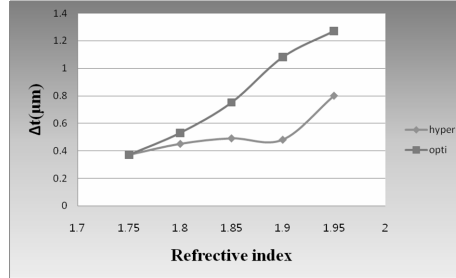


그림 8. The tolerance according to the thickness of media (Opti vs Hyper)