

타원형 고체 침지 렌즈를 이용한 2층 내부 근접장 기록

Dual layer inside near field recording using elliptic solid immersion lens

최현, 김완진*, 송태선*, 박노철*, 박영필
 연세대학교 기계공학과, *연세대학교 정보저장공학 협동과정
 heak@yonsei.ac.kr

광 기록 저장밀도 증가를 위해서 고체 침지 렌즈(SIL)를 이용한 근접장 기록방식이 연구되고 있고 최근 반구형과 초반구형 SIL을 이용하여 NA=1.5(75GB/층) 이상의 근접장 광기록 결과를 보고하고 있다.^(1,2) 그러나 현재의 SIL을 이용한 연구는 디스크의 표면에 기록하기 때문에 디스크 표면과 SIL 그리고 광학헤드 등에 대한 오염과 열화가 큰 문제가 된다. 본 연구에서는 디스크 내부에 정보를 기록할 수 있는 타원형 SIL을 설계하여 이러한 문제점을 해결하였다. 또한 디스크 내부에서 초점이 맺히게 되면 기존 표면 기록 방식보다 더 큰 개구수를 얻을 수 있으므로 더 높은 저장밀도를 구현할 수 있고 타원형 SIL로 평행광이 입사하게 되면 대물렌즈 없이 기록 층에 초점이 맺히게 되어 기존의 SIL에 비해 광학소자의 수가 적어 시스템의 구조가 단순화되고 광학계의 조립이 간단해 질 수 있다. 타원형 SIL의 형상은 (1)식과 같이 표현 할 수 있다.⁽³⁾

$$z = \frac{n_1 t_1 + n_2 t_2 - n_1 t_1 / \cos \theta_1 - n_2 t_2 / \cos \theta_2}{n_0 - n_1 / \cos \theta_1} \quad (1)$$

$$x = (t_1 - z) \tan \theta_1 + t_2 \tan \theta_2$$

여기에서 n_0 는 공기의 굴절률, n_1 은 SIL의 굴절률, n_2 는 디스크 표면층의 굴절률이고 t_1 은 SIL의 두께, t_2 는 디스크 표면층의 두께이다. SIL과 디스크 사이에서 굴절이 발생하지 않는 $n_1 = n_2$ 인 경우에 완전한 타원으로 되고 (2)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{(z-A)^2}{A^2} + \frac{x^2}{B^2} = 1, \quad (A = a \frac{n_1}{n_1 + n_0}, B = a \sqrt{\frac{n_1 - n_0}{n_1 + n_0}}) \quad (2)$$

비구면 형상의 렌즈를 수학적 식으로 나타내면 (3)식과 같다.

$$z = \frac{cx^2}{1 + \sqrt{1 - (k+1)c^2x^2}} + Dx^4 + Ex^6 + Fx^8 + \dots, \quad (3)$$

타원형 SIL의 표면 곡률 c 는 $n_1/a(n_1 - n_0)$ 이고, 코닉 상수 k 는 $-n_0^2/n_1^2$ 이다. 타원인 경우 고차 비구면 계수 D, E, F는 모두 0이다. 타원형 SIL의 광선추적을 위하여 표1에 제시된 디스크와 SIL렌즈의 물성을 대입해보면 c 는 2.6989, k 는 -0.4009가 나온다. 곡률과 코닉 상수를 대입하여 광선추적해 보면 입사동의 크기가 0.96mm일 때 개구수 1.21, 파면수차 0.0086 λ_{RMS} 의 성능을 보인다. 타원형 SIL을 이용한 2층 기록을 위해 시준렌즈를 이동시키면서 첫 번째 기록면을 10 μm , 두 번째 기록면을 5 μm 로 정하고 두 기록 면에서 모두 파면수차가 0.07 λ_{RMS} 이하가 되도록 시준렌즈의 변수들을 최적화 하였다.

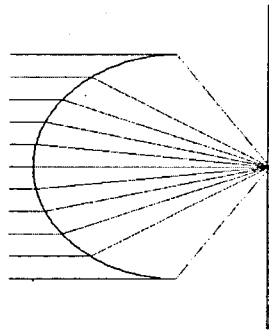


그림 1. 타원형 SIL의 형상

SIL의 두께(t_1)	1mm
디스크 표면층의 두께(t_2)	0.075mm
SIL의 굴절률(n_1)	1.5799
디스크 표면층의 굴절률(n_2)	1.5799
NA	1.15
파면수차	$0.0081\lambda_{RMS}$

표 1. 타원형 SIL의 특성값

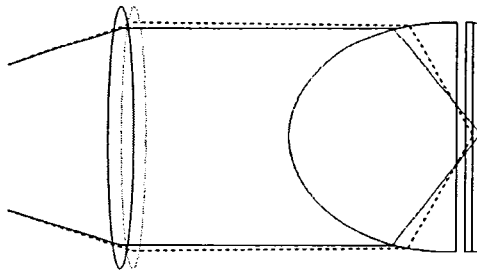


그림 2. 타원형 SIL을 이용한 2층 기록

	1 기록면	2 기록면
기록면의 위치	10 μ m	5 μ m
발광점과 시준렌즈와의 거리	3.6mm	3.8mm
NA	1.16	1.077
파면 수차	$0.0399\lambda_{RMS}$	$0.0398\lambda_{RMS}$
Field	0.0022°	0.015°
SIL decenter	1.3 μ m	8 μ m
시준렌즈의 위치 공차	20 μ m	50 μ m

표 2. 타원형 SIL을 이용한 2층 기록의 특성값

본 연구는 한국과학재단 지정 정보저장기기 연구센터(CISD)의 지원을 받아 이루어졌으며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

[참고문헌]

1. F. Zijp et al, "Near field read-out of a 50GB first-surface disk with NA=1.9 and a proposal for a cover-layer incident, dual-layer near field system", Proc. of ODS 2004, p. 222
2. M. Shinoda et al, "High density near field optical disc recording using phase change media and polycarbonate substrate", Proc. of ODS 2004, p. 225
3. T.S. Song, H.D. Kwon, Y.J. Yoon, K.S. Jung, N.C. Park and Y.P. Park, "Aspherical solid immersion lens of integrated optical head for near-field recording", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 42, 1082-1089 (2003).

T
E