

면기록 방식을 이용한 소형 고밀도 광기록/재생 장치

Small Size/High Density Optical Disc Dirver Used by First Surface Recording

김대식, 조건호, 김대환, 임광섭, 양창진, 이철우
삼성전자 디지털 미디어 연구소
daesikkim@samsung.com

광을 이용한 정보 저장장치에 있어서 정보의 고밀도 기록 또는 재생에는 미디어 즉 광디스크를 조사하는 광의 스폿의 크기를 작게 할 필요가 있는데 광원의 파장을 λ , 대물렌즈의 개구수를 NA라 하면 λ/NA 에 비례하므로 파장을 일정하다고 보면 대물렌즈의 개구수가 클수록 기록밀도가 높아지게 된다. 그러나 하나의 비구면 대물렌즈로 개구수 0.8이상을 달성하기가 용이하지 않은데 이는 제한된 렌즈의 매질과 렌즈의 구면형상이 사출에 적합하지 않은 조건으로 설계되기 때문이다. 또한 개구수가 증가할수록 광디스크의 두께의 정도에 따른 파면수차의 영향이 민감하게 되므로 광디스크의 두께 즉 기록면을 보호하는 두께를 얇게 할 필요가 있다. 본 논문에서는 고개구수의 대물렌즈 설계와 동시에 렌즈의 조립 및 제작공차를 확보할 수 있는 기록매체와 이를 응용한 소형 고밀도 광 기록/재생장치에 대하여 소개한다.

기존의 DVD 등의 광기록 및 재생장치에서는 디스크의 기록면을 보호하기 위하여 0.6mm 두께 이상의 보호층을 형성시키고 있는데 이는 대물렌즈와 디스크 기록면과의 사이의 WD(Working Distance)를 충분히 확보해야 하므로 상대적으로 단일 대물렌즈의 소형화와 고밀도 기록을 위한 렌즈의 개구수를 높이는 데 제한을 주고 있다. 이는 렌즈의 제작에 있어 소구경화와 광디스크와의 접촉방지를 위한 충분한 WD 확보를 위해서 구면의 곡율이 커지고, 렌즈 면간의 편심허용량, 화각허용량이 작아져 생산성이 나빠지게 되기 때문이다. 이러한 단일 대물렌즈의 제한성을 극복하기 위하여 2군2매로 렌즈를 구성하여 곡률을 4면에 분배하여 고개구수의 대물렌즈를 달성하는 예가 있는데[1,2,3] 2군2매의 대물렌즈는 색수차를 줄이기 위해 abbe 계수 40 이상의 저분산 소재와 최소 1면이 비구면으로 하여 개구수 0.8이상을 달성하고 있다. 그러나 이러한 방법에는 짧은 파장을 사용하는 경우 색수차 보정에 한계가 있으며 두 렌즈간의 거리를 일정하게 보존 시키는 장치가 필요하게 되는데[2] 홀더 조립시의 공차가 엄격하여 생산수율이 악화되는 문제가 있으며, 2군 대물렌즈를 일체화하여 구동시키는 포커스 제어를 위한 actuator의 서보 등을 별도로 구비하여야 하므로 기록/재생장치가 복잡해지고 거대해지는 단점이 있다. 본 연구에서는 소형의 고밀도 광기록/재생기기를 구현하기 위해 광디스크의 보호층을 5-20um로 한 First Surface Recording[4] 방법을 채택함으로써 작동거리 WD를 매우 작게 줄일 수 있는 효과와 짧은 작동 거리에 따른 소형렌즈 확보와 동시에 단일 렌즈를 사용하여서도 제작에 용이한 고개구수의 렌즈를 제공할 수 있도록 설계하였다.

그림 1의 NA 0.85 대물렌즈 설계도에서 나타내듯이 제작에 필요한 렌즈의 경사각은 측정과 제작공정상 한계값인 55도 미만으로 설계하였고, CA(Clear Aperture) 1.5mm, Thickness 1.4mm, WD 0.15로 하여 표 1과같은 광학적인 특성을 확보하였다. 그림 2는 입사광의 Field 수차 특성을 보인다. 입사 Filed 각도 1.5도에 대하여 0.06 λ rms 이하의 수차를 유지하고 있으며, Decenter에 대한 수차특성에는 $\pm 4\mu$ m에서 0.035 λ rms 의 수차를 보이고 있고, 또한 파장변화에 따른 OPD 에는 파장변화량 ± 2 nm에서 defocus 량이 0.180um로 파장 650nm, NA 0.85의 경우 초점심도 $\delta \sim 0.45\mu$ m를 가정할 때 defocus 량은 0.40 δ 에 해당한다. 또한 OPD 0.035 λ rms 의 수차를 기준으로 렌즈의 두께공차는 9um, 면간 Tilt는 4분으로 일반적인 DVD용 대물렌즈 제작공차 정도를 만족하고 있다.

그림 3은 파장 632.8nm의 헬륨네온 레이저를 광원으로 NA 0.85 대물렌즈에 의한 초점에서의 스폿측

정 결과를 나타내는데 광축에서의 평균 스폿사이즈는 0.4 μ m(FWHM)로 이론치에 일치하고 있으며 sidelobe 는 3% 이하로 평가되어 DVD 계열의 NA 0.6 대물렌즈에 의한 제한수차 정도를 만족하고 있다.

그림 4는 면기록 방식을 검증하기 위하여 CA 2.0mm, WD 0.91mm의 NA0.6 대물렌즈를 밑면에서 디스크 표면까지의 높이 5.4mm의 소형/박형 광픽업에 탑재하여 20 μ m의 보호층을 가진 DVD용 디스크를 재생한 Eye Pattern과 지터값을 나타낸다. 지터 측정에는 Time Interval Analyzer(HP:E1725A)를 사용하여출력과위 1.0mW, 선속도 3.6m/sec에서 3T 기준으로 4.4ns 가 얻어져 이를 Data to Cluck 지터값으로 환산하면 약 8.5%의 베이스 지터가 존재함을 알 수 있다. 이는 DVD-RAM 디스크의 재생실험에 의한 지터값을 기준으로 시뮬레이션을 실행한 결과와 일치하고 있어 ± 1.0 도의 Tilt Margin을 확보할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 First Surface Recording을 위한 디스크의 최적화가 이루어지면 현 베이스 지터를 70% 수준으로 낮출 수 있을 것으로 생각된다.

이상의 결과로 알 수 있듯이 광기록/재생기에 면기록 방식을 채택하게 되면 대물렌즈의 Working Distance를 크게 하여 내충격에 강하게 되고 같은 WD에서 대물렌즈 크기를 줄일 수 있어 광픽업의 소형화에 유리하며 디스크 Tilt Margin 확보 및 디스크 두께 변동에 의한 구면수차를 줄일 수 있고 디스크 복굴절에 의한 영향 없게 되어 고용량 소형 휴대용 광기록/재생기기에의 응용에 경쟁력 있는 기술로 기대된다.

[참고문헌]

1. I.Ichimura et. al. J.Appl.Phys.Vol.39,937(2000)
2. Shingo Imanishi et. al. ISOM99 pp.9-11(1999)
3. Kiyoshi Osato et. al. ODS2000 pp.15-17(2000)
4. Kenric Nelson et. al. ODS2000 pp.123-125(2000)

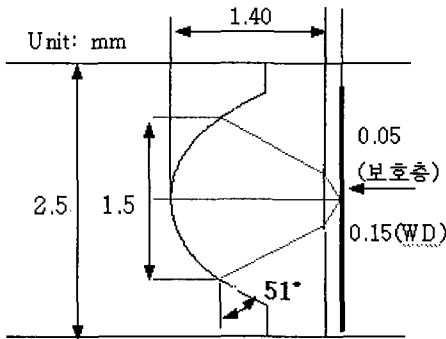


그림 1. NA 0.85 대물렌즈 설계도

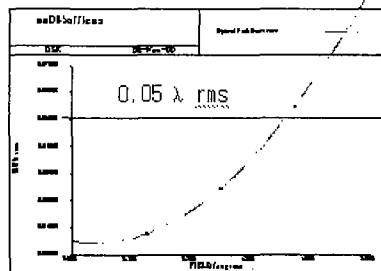


그림 2. 입사광의 Field 수차 특성

표 1. NA 0.85 대물렌즈 제작사양(OPD 0.03 λ rms Ref)

	Slop angle	Decenter	Thickness	Tilt	Defocus ($\Delta A \pm 2\mu$ m)
Max spec	< 55°	4.0 μ m	4.0 μ m	2.2'	
NA085(655)	51	4.0	7.0	3.6	Q 180 μ m

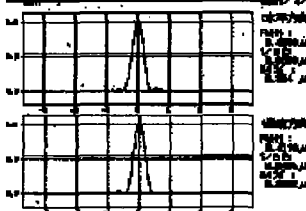
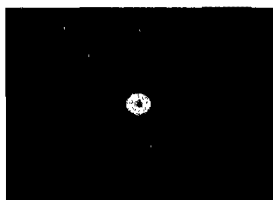


그림 3. NA 0.85 대물렌즈에 의한 스폿 측정결과

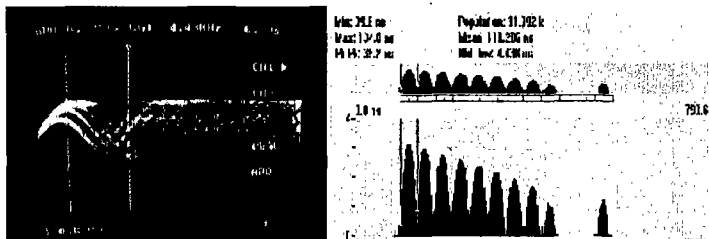


그림 4. 재생실험에 의한 Eye Pattern 과 지터 특성