

특수환형렌즈를 사용한 DVD/CD기록용 호환 광기술

유장훈, 이철우, 조건호
 삼성전자 중앙연구소 광메카Lab
 Jhyoo@secns.sec.samsung.co.kr

I. 서 론

DVD는 CD사이즈의 광디스크에 고품질의 MPEG2 디지털 압축동화를 두 시간이상 수록할 수 있는 기록 및 재생기기로써 최초의 규격서가 1996년 8월에 발행되었다. 650nm의 적색반도체레이저와 개구수 0.6의 대물렌즈를 채용한 광픽업으로 직경 12cm의 단면디스크에 CD-ROM의 약 7배인 4.7GB에서 17GB까지의 용량저장이 가능하다. 변조방식은, DC성분을 억제할 수 있고, 또한 DR(Density Ratio)이 큰 EFM-Plus 변조를 채용하고, 에러정정방식은 32kB를 하나의 블록으로 하는 Reed Solomon Product code이다. File system은, 음성, 화상데이터와 컴퓨터 데이터를 통합할 수 있도록 계층구조로 하고, ISO9669 파일시스템과 UDF파일시스템을 함께 사용하고 있다. 비디오의 어플리케이션 포맷은, 멀티타이틀, 멀티앵글, 다중 언어 등의 다양한 기능을 실현할 수 있도록 제정되어 있다. DVD는 고정도 광학기술, 단파장 레이저다이오드, 고정밀 메카기술, 고집적도의 LSI 설계기술, 신호처리기술, 영상/음성신호 압축기술등 다양한 기술과 핵심부품이 한데 어울려야만 가능한 제품이다. 특히 기존의 CD계열의 디스크를 재생하기 위해서는 DVD/CD호환기술^[1]이 필수적으로 요구되며 시장규모를 결정하는 중요한 요소로 작용하고 있다. 현재 시장의 DVD 플레이어는 대부분 CD를 재생할 수 있는데 이때 CD를 재생하기 위한 대물렌즈가 필요하다. 모든 Maker가 DVD Player의 개발에 있어서 상당한 관심을 기울이고 있는 부분이 바로 DVD/CD겸용픽업이다. CD의 재생뿐만아니라 DVD 및 CDR디스크에 광기록이 요구될 때는 보다 특수한 렌즈가 요구된다. 본 연구는 650nm와 780nm의 레이저다이오드를 사용하면서 하나의 대물렌즈와 하나의 광검출기를 사용하여 기록/재생이 가능한 방법을 제시한다.

II. 이 론

DVD의 기록밀도를 올릴 수 있는 가장 큰 요인은 적색레이저와 NA 0.6의 대물렌즈를 적용한 것이다. 그런데 NA0.6의 대물렌즈는 디스크의 틸트(Tilt) 즉 디스크 면에 대해 수직선과 입사되는 광축과의 차이의 영향이 커지는 문제를 발생시킨다. 실제 틸트의 영향은 NA의 세제곱에 비례하여 NA를 0.45에서 0.6으로 증가시키면 틸트의 영향은 식(1)에 따라 약 2.4배정도 증가하게 된다. 이를 해결하기 위하여 DVD에서는 박형의 기판을 사용하고 있다. 기존의 CD기판의 두께가 1.2mm인데 비해 DVD는 0.6mm의 기판을 두장 붙여서 사용하고 있다. 기판의 두께와 틸트의 영향은 반비례하기 때문에 기판의 두께를 1/2로 줄임으로서 NA의 증가에 의한 Tilt의 영향이 커지는 것을 대부분 막을 수 있다. 문제가 되는 것은

$$W_{31} = -\frac{d}{2} \left[\frac{n^2(n^2-1)\sin\Theta\cos\Theta}{(n^2-\sin^2\Theta)^{5/2}} \right] NA^3 \quad \dots(1)$$

DVD와 CD의 경우 기판의 두께, 대물렌즈의 NA등에 의해 서로 다른 대물렌즈의 특성을 요구하고 있다는 것이다. 이러한 서로 다른 픽업의 특성으로 인하여 DVD와 CD에 겸용으로 사용될 수 있는 다양한 방식의 픽업이 제안되고 개발되었으나 대부분의 업체가 본 논문에서 기술하고자하는 환형렌즈 방식을 사용하고 있다. DVD디스크 두께

$$W_{40} = -\frac{n^2-1}{8n^3} d(NA)^4 \sim 0.6\mu m$$

$$\Delta Z = -\frac{2W_{40}}{NA^2} \sim -8.3\mu m \quad \dots(2)$$

스크 두께인 0.6mm에 최적화된 대물렌즈를 이용하여 CD를 재생하고자 하면 NA0.37이상에서 식(2)와 같이 급격한 구면수차가 발생하게 된다. 따라서 구면수차를 보정하는 수단이 필요하게 되고 스폿크기는 1.4 μ m를 유지해야 한다. 또한 구면수차를 보정하기 위한 수단이 DVD 재생신호에는 영향을 주지 않아야 된다. 특수환형렌즈 방식^[2]은 그림1과 같이 근축영역, 중간영역 및 원축영역으로 구분되어 DVD재생시에는 근축영역과 원축영역이 사용되고, 중간영역은 산란되어 광검출되지 않는다. 이는 50 μ m정도 분리된 2중 기록기판에 대한 상호크로스톡 영향^[3]을 고려해 볼 때 0.6mm기판 두께로 부터의 신호는 수광부에서 전혀 검출되지 않는다. CD재생시에는 근축영역과 중간영역이 사용되며 원축영역은 산란된다. 이때 중간영역은 광스폿에 나쁜영향을 주는 빛의 수차를 완전히 제거하고 원축영역은 수광부 초해상도 효과를 발생시킨다. CD에서 근축영역은 약간의 구면수차를 가지게 되지만 식(2)와 같이 디포카스를 보정하고 그림2와 같이 중간영역이 구면수차를 제거해 준다. 그림4는 환형렌즈의 중간영역을 확대한 사진으로 650nm와 780nm파장의 최대공약수인 130nm의 파면 이동을 일으키는 5단계의 계단을 갖는 홀로그램렌즈로 작동한다. 사진1은 제작된 홀로그램사진을 보여준다. DVD에서는 평판으로 작동하고 CD에서는 렌즈로 작동하여 DVD와 CD에서 각각 99%와 75%의 이론적인 광효율을 유지한다. 고풍력레이저를 사용하고 그림3과 같이 광학계를 구성하면 DVD기록기기 및 CDR기록기기를 동시에 적용 가능하다.

III. 결 과

대물렌즈와 별도로 홀로그램평판을 제작하여 스폿과 광투과효율을 측정하였다. DVD/CD의 투과효율은 각각 97%와 67%로 측정되고 스폿크기는 각각 0.92 μ m과 1.35 μ m로 확인되어 CD에서 발생하는 구면수차를 완전히 제거함이 확인되었다. 또한 DVD에서의 지터특성이 4.5% 이내로 측정되어 플로그램이 파면수차를 증가시키지 않았다. 결과적으로 DVD-RAM/RW와 같은 기록기기와 CDR/W 기록광학계에 동시에 적용이 가능한 방법으로 향후 광범위한 적용이 기대된다.

IV. 참고문헌 [1] 水野定夫, Japanese Journal of Optics 28(2), 64 (1999).

[2] Jang-hoon.Yoo, et al, An Optical Head with Special Annular lens for Laser disc-compatible Digital Versatile Disc Pickup, Jpn.J.Appl.Phys., 37, 2184 (1998).

[3] Jang-hoon Yoo, et al, Investigation of Certain Diffraction Effects in an Optical Disk, Applied Optics, 36(35), 9287 (1997)

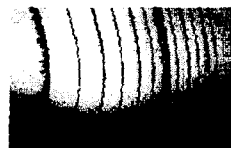


사진1. 홀로그램

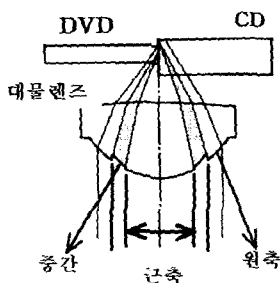


그림1. 환형렌즈의 구조

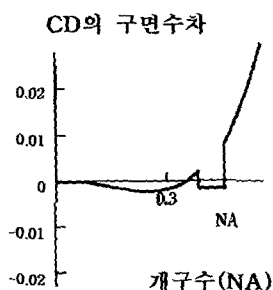


그림2. CD에서 구면수차

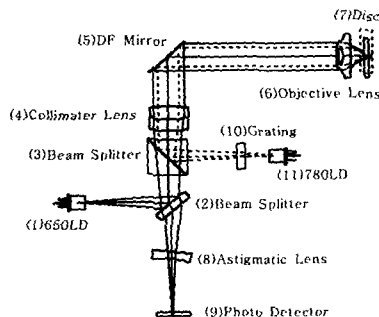


그림3. DVD/CD 광학계